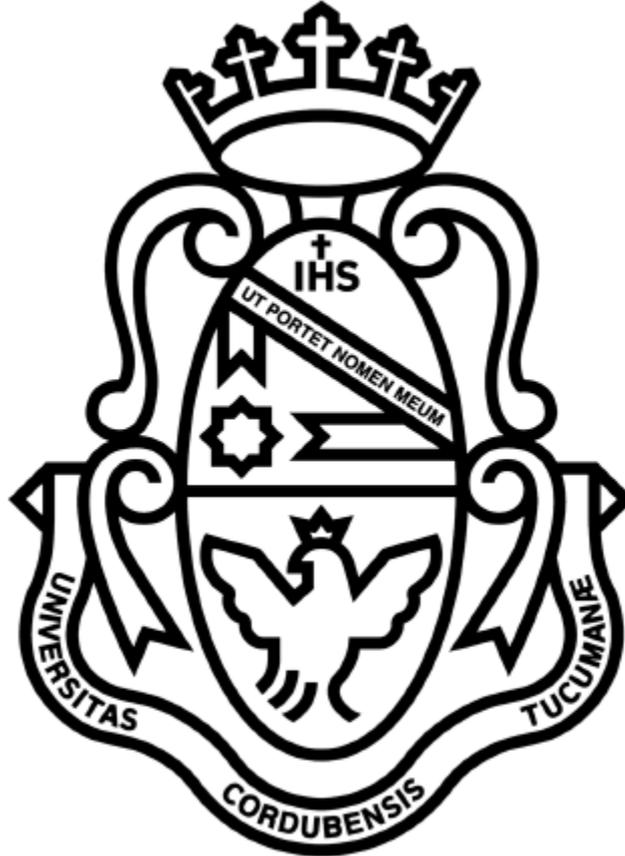




UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



PRÁCTICA SUPERVISADA

**“Proyecto y cálculo de instalaciones de Torre IV y V del
Condominio Fontanas del Sur – Córdoba”**

Emiliano Gahona Pelleriti

Tutor: Arquitecto Duilio Alejandro Maza

Supervisor externo: Ingeniero Ariel Sabaini

2016



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por el apoyo emocional y económico a lo largo de toda la carrera. A mis padres que confiaron en mí en todo momento y que me formaron como persona. A mi tía Lidia Pelleriti, por el apoyo y cariño a la distancia y a todos aquellos que manifestaron su afecto desde el comienzo hasta el final del objetivo. Todos ellos también son parte de este logro.

A mis compañeros más cercanos y futuros colegas, Gomez Miralles Eliseo, Ornaghi Matías, Sosa Agustín, Gigena Juan Manuel, Ochat Andrés y demás, que me han brindado su ayuda y sus conocimientos cuando lo necesitaba y con los que he compartido muchos momentos especiales y nos hemos ayudado mutuamente para poder alcanzar los objetivos que cada uno se planteó al inicio de la carrera.

A mis profesores, que hicieron su esfuerzo por asentar sus conceptos, aprendizajes y experiencias que permitieron formarme como ingeniero.

A la empresa Maluf y Asociados, que me abrió las puertas para poder realizar esta práctica y al Ingeniero Ariel Sabaini por brindarme su tiempo y conocimientos cuando lo necesite.

Por último, agradezco al Arquitecto Duilio Alejandro Maza por llevar adelante la conducción y corrección de este Informe Técnico Final.



RESUMEN

En el presente informe, se lleva a cabo el proyecto, cálculo y la conformación de los planos de instalaciones convencionales en una obra civil, adaptadas a un edificio residencial y a un estado de condiciones planteado que se corresponde con la ubicación del mismo y los servicios públicos existentes en la zona de emplazamiento de la construcción.

Dentro de los temas a abarcar, podemos mencionar los siguientes:

- Instalaciones cloacales
- Instalaciones pluviales
- Instalaciones de agua fría y agua caliente
- Instalaciones de calefacción
- Instalaciones contra incendios

Como introducción, se comienza el informe describiendo el contexto del avance de la obra y la ubicación para luego comenzar con el estudio técnico de cada instalación en particular. Para la elaboración de estos planos, fue necesario contar con los planos de arquitectura de dichas torres y realizar relevamientos de las instalaciones existentes. En cada una de las instalaciones a proyectar vamos a encontrar la forma de cálculo de las mismas, una conclusión y recomendaciones con un análisis crítico de lo que se hizo.



INDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 OBJETIVO DEL TRABAJO.....	6
1.2 UBICACIÓN.....	6
1.3 INSTALACIONES A DESARROLLAR.....	8
1.4 PLANILLA DE PLANOS.....	8
2. INSTALACIONES SANITARIAS.....	9
2.1 DESAGÜES CLOACALES.....	9
2.1.1 Esquema de instalación.....	10
2.1.2 Cálculo de Cañería Principal – Torre IV.....	12
2.1.3 Cálculo de Cañería Principal – Torre V.....	13
2.2 DESAGÜES PLUVIALES.....	14
2.2.1. Cálculo de Desagües Pluviales – Torre IV.....	14
2.2.2. Cálculo de Desagües Pluviales – Torre V.....	15
2.3 PROVISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	15
2.3.1. Conexión de Enlace Domiciliaria.....	16
2.3.1. Cálculo de Conexión Domiciliaria – Torre IV.....	16
2.3.2. Cálculo y Selección del Equipo de Bombeo.....	18
2.3.3. Dimensionamiento de Bajadas, Colectores y Puentes de Empalme.....	22
2.3.4. Esquema General de Instalación de Agua.....	26
2.3.4. Cálculo de Conexión Domiciliaria – Torre V.....	28
2.3.5. Cálculo y Selección del Equipo de Bombeo.....	29
2.3.6. Dimensionamiento de Bajadas, Colectores y Puentes de Empalme.....	32
2.3.4. Esquema General de Instalación de Agua.....	36
3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	37
3.1 GENERALIDADES.....	37
3.2 CONDICIONES DE SITUACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y EXTINCIÓN.....	40
3.2.1 Condiciones de Situación.....	40
3.2.2 Condiciones de Construcción.....	42
3.2.3 Condiciones de Extinción.....	45
4. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN.....	79
4.1 Balance Térmico Invernal.....	83
4.2 Elementos de las instalaciones de calefacción.....	102
4.2.1 Caldera.....	102
4.2.2 Radiadores Seccionales.....	105



4.2.3 Cañerías	108
5. HIGIENE Y SEGURIDAD.....	118
5.1 GENERALIDADES.....	118
5.2 INSTALACIONES SANITARIAS.....	118
5.2.1. Provisión de Agua Potable.....	118
5.2.2. Desagües Cloacales y Pluviales	118
5.3 SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO	119
6. CONCLUSIÓN.....	120
7. PLANOS.....	121
8. BIBLIOGRAFÍA.....	122
9. ANEXO	123
9.1 SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO	123



1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

En el presente informe técnico se va a llevar a cabo el cálculo de diversas instalaciones correspondientes a un edificio de viviendas “Condominio Fontanas del Sur – Torre IV y V – Córdoba Capital” que actualmente se encuentra en fase de construcción.

Para cada una de las instalaciones proyectadas y analizadas en este informe, se tienen en cuenta las normativas vigentes incluidas en el Reglamento OSN (Obras Sanitarias de la Nación), siendo calculadas y verificadas según los conocimientos y métodos aprendidos a lo largo de la carrera.

A modo de cierre, se realiza una breve reseña del alcance de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su Decreto Reglamentario 351/79, respecto a los tópicos tratados en el transcurso de este informe.

Más allá de toda la aplicación de los conceptos usados para realizar este informe, los objetivos principales con los que se lleva adelante esta práctica, son los de obtener experiencia en las tareas que se realizan en una obra civil, consolidar lo aprendido a lo largo de la carrera mediante, una adquisición de conocimientos más prácticos y tangibles experimentando lo que realmente ocurre en obra, tomando un rol activo en la interacción permanente, con un grupo de trabajo conformado por ingenieros y técnicos de distintas especialidades.

1.2 UBICACIÓN

En la Figura 1 que se muestra a continuación, se tiene una imagen satelital en la que se puede observar la localización de las obras en la que se va centrar el informe. Los edificios en cuestión se encuentran en la zona sur de la ciudad de Córdoba, en la Av. Concejal Belardinelli 4500, Bº Artigas, entre calles Apamea y Dr. Pedro Munizzi.

El “Condominio Fontanas del Sur”, es un barrio cerrado que tiene alrededor de 12.300m² de superficie, y cuenta con tres torres, Torre I, II y III, ya construidas y habitadas junto con dos quinchos, dos salones de usos múltiples, pileta de natación, estacionamiento y vigilancia privada, y en la actualidad se encuentran en construcción las Torres IV y V, en las cuales se basa la elaboración del presente informe. Como se puede observar en la planimetría adjunta en el anexo, la Torre IV se encuentra orientada en dirección sur. Ésta torre tiene por diseño el mismo que la Torre II y posee cuatro plantas con ocho departamentos por piso (con cuatro modelos de departamentos), más una terraza con dos quinchos, dos toillettes y dos asadores. La Torre V, orientada en dirección sur-oeste, es más exclusiva, ya que a diferencia de la anterior, cuenta con tres departamentos (los cuales tienen modelos únicos) por piso más una terraza.

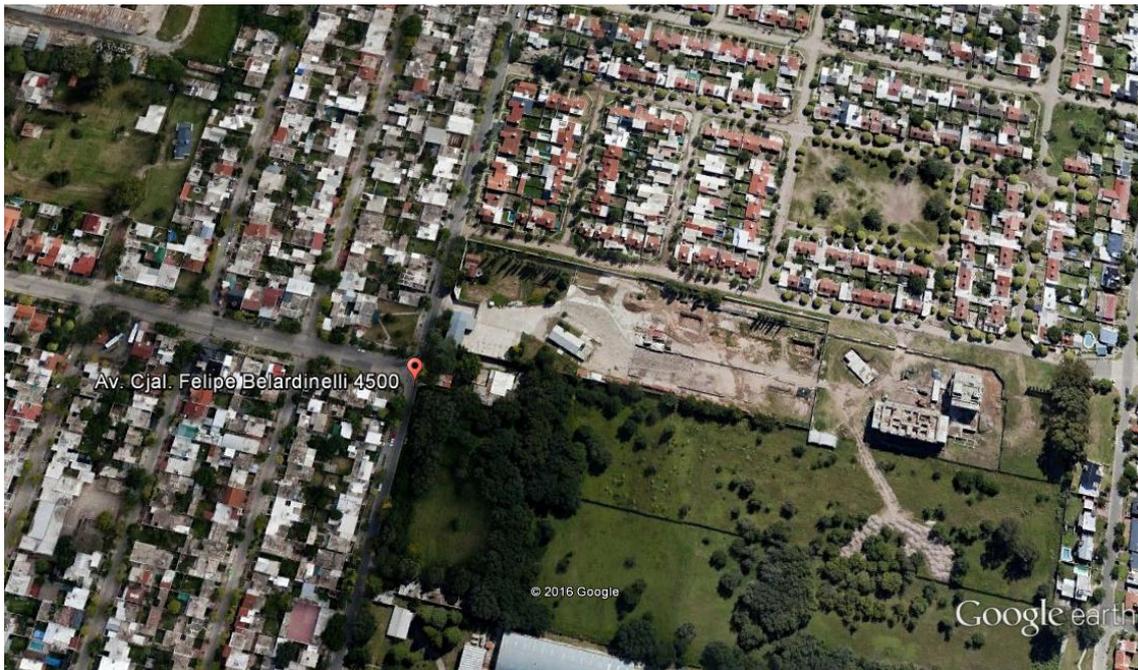


Fig. 1: Imagen satelital tomada del "Google Earth".



Fig. 2: Estado parcial de Torre IV del Condominio Fontanas del Sur.



Fig.3: Estado parcial Torre V del Condominio Fontanas del Sur

1.3 INSTALACIONES A DESAROLLAR

Como se menciona anteriormente, en el presente informe se van a proyectar y calcular las instalaciones de las Torres IV y V del Condominio Fontanas del Sur.

Se va a perpetuar el siguiente orden de cálculo en dos partes, una para cada torre:

- 1) Instalaciones sanitarias: distribución y provisión de agua, desagües cloacales y pluviales.
- 2) Instalaciones de calefacción
- 3) Instalaciones de protección contra incendios
- 4) Higiene y Seguridad en el Trabajo

1.4 PLANILLA DE PLANOS

Debido a que la información de cada instalación presentada en este informe se termina plasmando en un plano, es necesario llevar adelante una planilla de planos para poder identificar los mismos, los cuales se encuentran anexados en la parte final del informe.

Título de plano	Designación
Instalaciones cloacales – Torre IV	IC – I
Instalaciones cloacales – Torre V	IC – II
Instalaciones pluviales – Torre IV	IP – I
Instalaciones pluviales – Torre V	IP – II
Instalaciones de agua fría y caliente (sanitaria) – Torre IV	IS – I
Instalaciones de agua fría y caliente (sanitaria) – Torre V	IS – II



Instalaciones contra incendio – Torre IV	II – I
Instalaciones contra incendio – Torre V	II – II
Instalaciones de calefacción – Torre IV	ICF – I
Instalaciones de calefacción – Torre V	ICF – II

2. INSTALACIONES SANITARIAS

Las instalaciones sanitarias domiciliarias son el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios, que comprenden la distribución de agua potable a los distintos artefactos, la evacuación de los desechos cloacales y las aguas pluviales que se encuentran dentro del límite de la propiedad de un edificio. Todo este sistema de tuberías tiene fines sanitarios y sirven al confort de las personas que lo habitan.

Dicho esto, se va a desmembrar el cálculo en los siguientes aspectos:

- Por un lado tenemos las *instalaciones cloacales*, en las cuales vamos a tener dos conexiones por edificio a la red cloacal existente, hacia una planta de tratamiento de residuos construida por la empresa. Este aspecto resulta ventajoso, ya que no se va a calcular ninguna cámara séptica o pozo absorbente.
- Por otro lado tenemos los *desagües pluviales*, que son de gran importancia debido a las recurrentes lluvias intensas en la Ciudad de Córdoba, que para su cálculo se utilizan tablas del reglamento de OSN.
- Por último, tenemos las *instalaciones de agua fría y agua caliente*, donde se va a dimensionar la conexión domiciliaria, los tanques de bombeo y de reserva, el equipo de bombeo y las bajadas con los correspondientes puentes de empalme y colectores.

De cada una de las instalaciones sanitarias se realiza una memoria descriptiva, una memoria de cálculo y planos de detalles. El reglamento para diseñar las instalaciones sanitarias domiciliarias fue elaborado por Obras Sanitarias de la Nación, cuyas disposiciones se encuentran vigentes actualmente.

2.1 DESAGÜES CLOCALES

Los desagües cloacales constituyen una de las partes más importantes de los servicios de saneamiento y tienen por objeto, eliminar los líquidos residuales y emanaciones provenientes de la descomposición de los efluentes constituidos por los desechos y aguas servidas del edificio hacia las redes públicas o sistemas de tratamiento de la forma más rápida y segura posible. Se clasifican en primarios y secundarios. Los primarios son aquellos que conducen las *aguas negras*, es decir, los desechos que contienen residuos humanos o contaminantes recibiendo las descargas de inodoros, mingitorios, piletas de cocina, piletas de piso y artefactos análogos. Los secundarios son los que transportan las aguas servidas de limpieza e higiene, las denominadas *aguas blancas*, que reciben la descarga de artefactos como bidet, lavatorios, bañeras, piletas de lavar o artefactos similares.

Los artefactos primarios se conectan directamente a la cañería principal y deben estar separados de los ambientes interiores mediante un sifón, que deben estar adosados en la descarga de los artefactos que desaguan a la misma, a fin de evitar emanaciones de gases. Los artefactos secundarios vierten en todos los casos a una pileta de piso que posteriormente se vincula con la cañería principal.



Toda la cañería cloacal se encuentra conectada a la atmósfera mediante tuberías de ventilaciones por medio del sistema de caño de descarga con ventilación subsidiaria. A partir de este sistema es posible mantener la presión atmosférica a lo largo de todas las cañerías de la instalación. De esta manera se evita el desifonaje de los inodoros, producto de la compresión o absorción del fluido, problema que se produce debido al aumento o disminución de la presión en las cañerías al fluir agua a sección llena.

Los métodos para la eliminación de los efluentes de los edificios se pueden realizar de dos formas: mediante un sistema estático o mediante un sistema dinámico. El sistema estático reúne los desechos residuales en depósitos como cámaras sépticas, pozos negros absorbentes, pozos impermeables, etc. Mientras que el sistema dinámico, que es el que se lleva a cabo en este caso, envía los afluentes a colectoras, que consisten en cañerías con cierta pendiente que permiten alejarlos rápidamente para su posterior tratamiento y eliminación.

Para toda la instalación cloacal se decide conducir los fluidos por las cañerías de polipropileno copolímero de la marca DURATOP de alta resistencia, de unión deslizante con guarnición elastomérica de doble labio. Se usaron cañerías de diámetro 0,040 m, 0,050 m, 0,063 m y 0,110 m. En la Figura 2 que se muestra a continuación, se puede observar la unión de doble labio entre un tubo y un accesorio, ofreciendo estanqueidad y facilidad de trabajo.

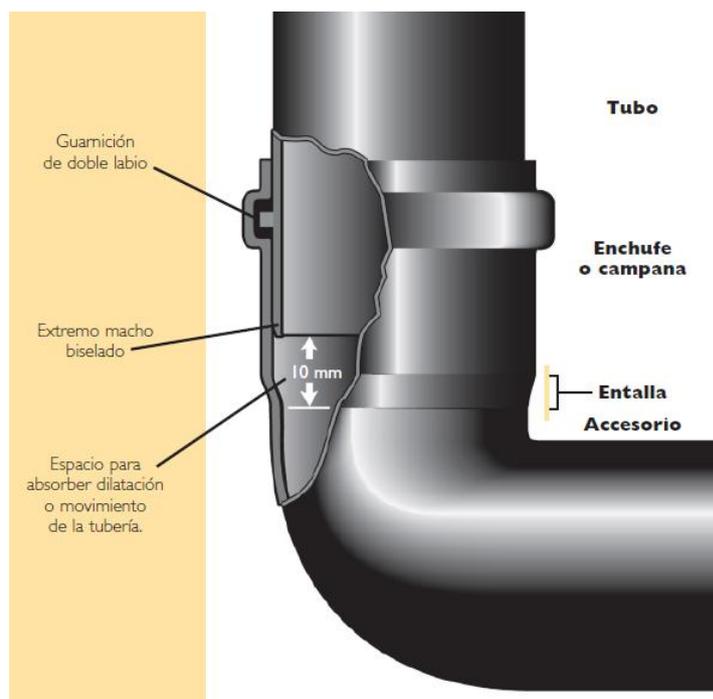


Fig. 4: Unión entre tubo y accesorio DURATOP

2.1.1 Esquema de instalación

La deyección de los desagües primarios y secundarios en los baños y toilettes sigue el siguiente modo de instalación: lavatorios, bidet y bañeras conectados por una cañería de 0,040 m a una pileta de piso abierta con cierre hidráulico (PPA), con entrada de dicho diámetro y salida de 0,063 m. Esta salida se conecta a la descarga primaria a través de una cañería de diámetro mencionado. En cuanto al inodoro, este debe descargar a la cañería principal por medio de cañerías verticales de descarga y ventilación (CDV), que empalman con las cañerías horizontales en los distintos pisos. El diámetro de la cañería de descarga es de 0,110 m con ventilación subsidiaria de



0,050m (CDV). Las cañerías verticales se encuentran ubicadas en una montante o conducto técnico que se encuentra en correspondencia con las cañerías verticales de todos los pisos.

Para facilitar la inspección y o las eventuales reparaciones, se decide realizar una instalación sanitaria suspendida, donde las cañerías horizontales se colocan colgadas de la losa mediante un anclaje y sostén adecuado. En la Figura 3 se puede observar un esquema de instalación sanitaria suspendida.

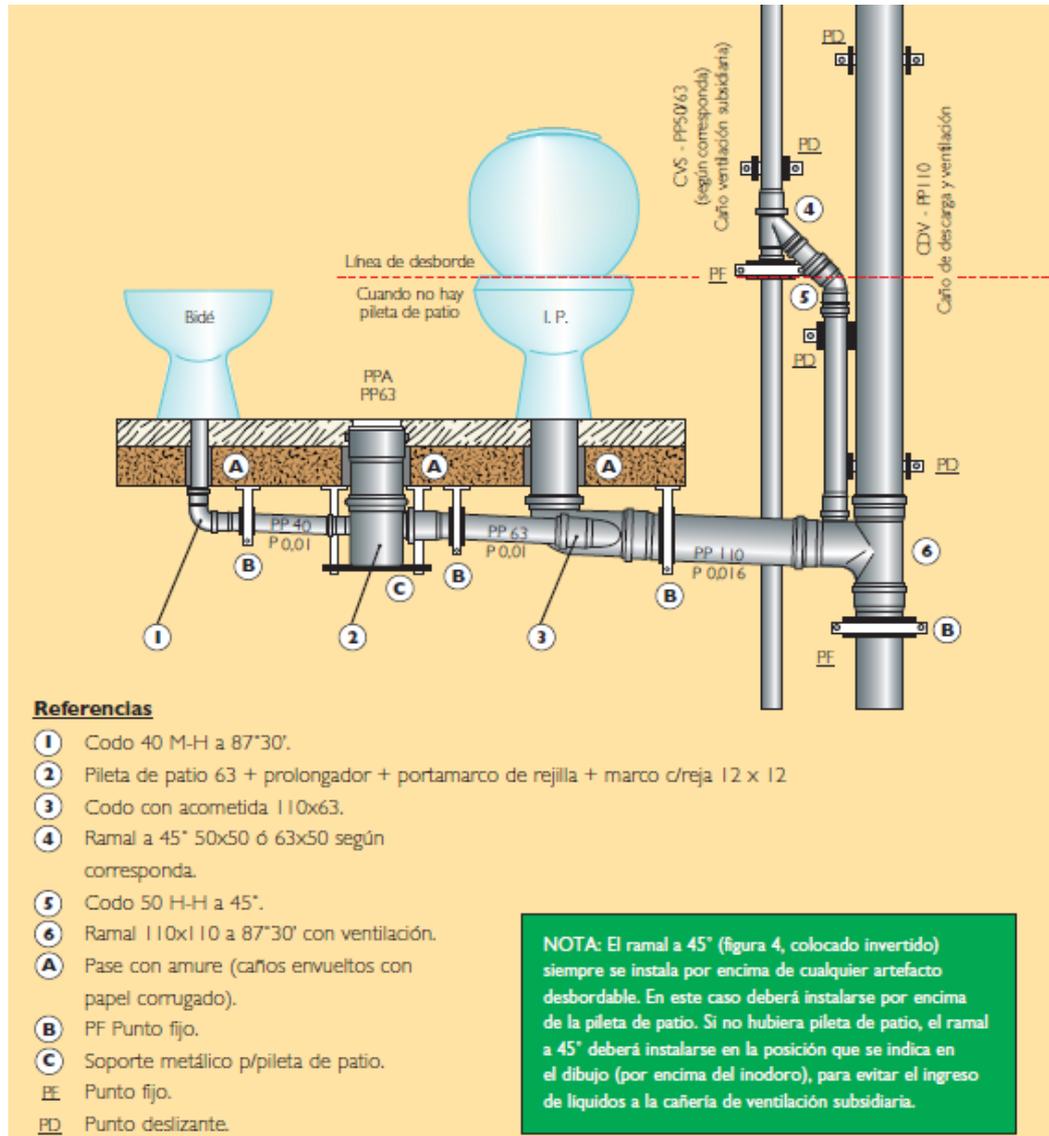


Fig. 5: Instalación sanitaria suspendida

En lo que respecta a la pendiente de las cañerías horizontales, se adoptan los valores reglamentados en la norma: una pendiente mínima de 1:60 y máxima de 1:20 para cañerías de diámetro 0,110m.

Para la evacuación en el caso de las cocinas, se vincula el lavarropas y lavavajillas a una pileta de piso abierta con cierre hidráulico a través de una cañería de diámetro 0,040 m que se conecta directamente a la cañería de descarga y ventilación mediante la salida de 0,063 m y una cupla de reducción 110 mm x 63 mm o bien utilizando un ramal de 0,110 m con acceso reducido de 0,063 m. La pileta de cocina se conecta a



una boca de acceso con entrada de 0,050 m y salida de 0,063 m, y de dicha salida se comunica la boca de acceso con el desagüe primario.

2.1.2 Cálculo de Cañería Principal – Torre IV

Para calcular el diámetro de las cañerías de desagües cloacales hay una serie de factores que son difíciles de cuantificar:

- El líquido corre hacia abajo y desplaza una masa de aire que circula hacia arriba, la cual es eliminada por las ventilaciones del sistema.
- En las cañerías verticales, al caer los efluentes por las columnas se produce circunstancialmente una especie de pistón hidráulico que produce aspiración aguas arriba y compresión aguas abajo, que puede ser causa de desifonaje.
- En las bifurcaciones de cañerías se produce el choque de una corriente con otra.

Por lo tanto, se fijan los diámetros de acuerdo a los resultados prácticos de múltiples y cuidadosas experiencias. Los diámetros de las cañerías de descarga deben adecuarse al volumen del efluente que deben evacuar, para lo cual se establece el valor del *factor de carga*. Como factor de carga se adopta el valor de 28 litros/minuto, que es aproximadamente el valor de la descarga de un lavatorio común. En la tabla siguiente se muestran los valores de factor de carga para diferentes artefactos.

Artefactos	Unidades de descarga
Inodoro con válvula	6
Inodoro con depósito automático	4
Mingitorio con depósito automático	4
Bañadera	2,5
Pileta	2
Lavatorio	1
Bidet	2
Lavarropas	3
Lavavajillas	2

Tabla 1: Factores de carga de artefactos

De esta forma, un inodoro con depósito automático como el que se va a utilizar, tiene 4 factores de carga, o sea que el caudal a descargar es de $4 \times 28 = 112$ litros/min.

En general, para el cálculo se utilizan las tablas de Manning, que dan el diámetro de cañerías para distintas pendientes en función de los caudales a evacuar. Según estas tablas, una cañería Duratop de diámetro 110 mm con una pendiente de 1:50, podrá evacuar un caudal de 11,89 l/s. Entonces considerando un caño de 110 mm y un inodoro común, $112 \text{ l/m} = 1,9 \text{ l/s}$, se pueden evacuar 6 inodoros simultáneamente. Teniendo en cuenta que el inodoro es el que produce el mayor factor de carga, reemplazando se puede evacuar al mismo tiempo 12 piletas o 20 lavatorios.

Entonces, se presta atención en el plano de la Torre IV a la cañería vertical con mayor descarga de artefactos. A continuación, se detallan los artefactos que descargan en la bajada cloacal 1, suponiendo el caso más desfavorable de accionamiento simultáneo



de los artefactos con mayor factor de carga. Tomando como factor de carga 28 l/s = 0,47 l/s se obtiene:

Bajada Cloacal 1 - Torre IV

Artefactos	Unidades	Factor de carga	Factor de carga total (litros/segundo)
Inodoros con depósito	2	4	3,76
Bidet	2	2	-
Lavatorio	2	1	-
Bañadera	2	2,5	-
Pileta	1	2	0,94
Lavarropas	1	3	1,41
Lavavajillas	1	2	0,94
			7,05 l/s

En el cuadro anterior se supone el accionamiento de 5 artefactos en simultáneo con sus respectivos factores de carga. Si bien esto es poco probable, es razonable pensar que puede existir una combinación de artefactos descargando conjuntamente. Comparando el factor de carga total de 7,05 l/s con el caudal que puede evacuar una tubería de diámetro 0,110 m con una pendiente de 1:50 que resulta ser de 11,89 l/s se puede observar que la cañería no tendría problemas. Por lo tanto, se adopta un diámetro de 0,110 m para todas las cañerías principales, y de esta manera, también se asegura un correcto funcionamiento ante eventuales atascamientos.

2.1.3 Cálculo de Cañería Principal – Torre V

Siguiendo la misma línea de cálculo, se toma la cañería vertical con mayor descarga de artefactos de la Torre V. A continuación se detallan los artefactos que descargan en la bajada cloacal 1, suponiendo el caso más desfavorable de accionamiento simultáneo de los artefactos con mayor factor de carga. Tomando como factor de carga 28 l/s = 0,47 l/s se obtiene:

Bajada Cloacal 1 - Torre V

Artefactos	Unidades	Factor de carga	Factor de carga total (litros/segundo)
Inodoros con depósito	4	4	7,52
Bidet	2	2	-
Lavatorio	2	1	-
Bañadera	2	2,5	-
Pileta	1	2	0,94
Lavarropas	1	3	1,41
Lavavajillas	1	2	0,94
			10,81



En el cuadro anterior se supone el accionamiento de 7 artefactos en simultáneo con sus respectivos factores de carga. Si bien esto es poco probable, es razonable pensar que puede existir una combinación de artefactos descargando conjuntamente. Comparando el factor de carga total de 10,81 l/s con el caudal que puede evacuar una tubería de diámetro 0,110 m con una pendiente de 1:50 que resulta ser de 11,89 l/s se puede observar que la cañería no tendría problemas. Por lo tanto, se adopta un diámetro de 0,110 m para todas las cañerías principales, y de esta manera, también se asegura un correcto funcionamiento ante eventuales atascamientos.

2.2 DESAGÜES PLUVIALES

Las instalaciones de desagües pluviales constituyen el conjunto de canalizaciones destinadas a recoger y evacuar las aguas de lluvia. Desde el punto de vista de la forma de evacuación, pueden distinguirse dos sistemas: *sistema unitario* donde las aguas de lluvia y efluentes cloacales confluyen en conjunto y el *sistema separado*, donde las canalizaciones que transportan las aguas de lluvia son independientes de las redes cloacales. Dadas las dimensiones del condominio y la gran cantidad de agua a evacuar, el sistema adoptado es el separado. En estos sistemas, el agua de lluvia caída dentro de un edificio debe evacuarse mediante cañerías a la calzada, siendo totalmente independiente de la instalación de desagüe cloacal y son las que generalmente se adoptan como solución técnica, dado que asegura que no haya contaminaciones por fallas en los sifones y por otra parte, evita la saturación de las redes cloacales.

Es necesario evacuar el agua de lluvia de azotea y balcones.

2.2.1. Cálculo de Desagües Pluviales – Torre IV

Dentro de la cañería de desagües pluviales podemos diferenciar 2 tipos según la forma de emplazamiento. Encontramos los conductales o albañales que son las cañerías horizontales y los caños de lluvia, las cañerías verticales.

El diámetro de los caños de lluvia se establece a partir de la máxima superficie de desagüe. En la siguiente tabla extraída del Reglamento OSN, se puede observar lo expresado anteriormente:

(*) **CAÑOS DE LLUVIA:** Superficie máxima de desagüe (medidas en proyección horizontal):

Diámetro del caño de lluvia	0,060 (**)	0,100 m	0,125 m	0,150 m	0,175 m	0,200 m	0,225 m	0,250 m
Techos planos (pendiente hasta 5%)	90	300	450	750	900	1.170	1.480	1.830
Techos inclinados	65	220	320	550	620	820	1.040	1.290
Caños de lluvia ventilados (caño de ventilación o reja de aspiración)	180	600	900	1.500	1.800	2.340	2.960	3.660

(*) Para alcanzar las superficies máximas de desagüe consignadas deberá cumplirse con lo establecido en el inciso: Embudos.

(**) El empleo de caño lluvia 0,060 m. tiene carácter restrictivo, no pudiendo en una misma planta recibir una superficie que exceda los 30 m² y no debiendo contar el caño lluvia con desviación alguna.

Tabla 2: Superficie máxima de desagüe de caños de lluvia

Dada la superficie de la azotea de aproximadamente 690 m², se adoptaron en todos los casos caños de polipropileno de 0,110 m DURATOP. En su trazado se conserva la



verticalidad y en caso de sufrir desvíos por razones de proyecto, se colocan elementos para acceder a ellos como son los caños cámaras verticales a 0,60 m del nivel del piso. En cuanto al remate en la zona alta a desaguar, se resguarda con rejillas para impedir que lleguen a ellos elementos extraños, evitando el agrietamiento de los caños en caso de intensas precipitaciones. Los embudos en azotea y patios son de 0,20 x 0,20 m y en balcones de 0,15 x 0,15 m. En cuanto a los conductales, se toma el diámetro mínimo de 0,110 m, con pendiente mínima de 1:100 para evitar la sedimentación de las tierras, arenas, etc. que las cañerías transportan provenientes de los techos y azoteas.

2.2.2. Cálculo de Desagües Pluviales – Torre V

Para dicha torre, dada la superficie de la azotea de aproximadamente 340 m², al igual que para la Torre IV se adoptaron en todos los casos caños de polipropileno de 0,110 m DURATOP. En su trazado se conserva la verticalidad y en caso de sufrir desvíos por razones de proyecto, se colocan elementos para acceder a ellos como son los caños cámaras verticales a 0,60 m del nivel del piso. En cuanto al remate en la zona alta a desaguar, se resguarda con rejillas para impedir que lleguen a ellos elementos extraños, evitando el agrietamiento de los caños en caso de intensas precipitaciones. Los embudos en azotea y patios son de 0,20 x 0,20 m y en balcones de 0,15 x 0,15 m. En cuanto a los conductales, se toma el diámetro mínimo de 0,110 m, con pendiente mínima de 1:100 para evitar la sedimentación de las tierras, arenas, etc. que las cañerías transportan provenientes de los techos y azoteas.

2.3 PROVISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

El suministro a los distintos artefactos se realiza de manera indirecta, con un tanque de reserva en la azotea bombeado desde el subsuelo del edificio. La cañería de conexión domiciliaria llega a un tanque de bombeo situado a 2,10 m por debajo del nivel del terreno, situado en un local “ad hoc” colocado en un sitio de fácil acceso, para detectar fugas y poder ser inspeccionado. La capacidad del tanque de bombeo es de 2/3 del volumen de reserva que surge de las tablas respectivas en la Norma y el restante 1/3 es completado por el tanque de reserva ubicado en la azotea. Mediante un equipo de bombeo compuesto por 2 bombas centrífugas de potencia calculada del volumen de reserva, se disponen dos bombas montadas en paralelo, para no interrumpir el suministro cuando se realiza el mantenimiento o se presenta alguna avería. Una vez impulsada el agua hasta la azotea, se dispone de una serie de bajadas, vinculadas por un colector y un puente de empalme y por medio de éstas se distribuye el agua hacia los diferentes locales.

Para proceder con las instalaciones de provisión y distribución de agua es necesario calcular los diámetros de la conexión domiciliaria, calcular y seleccionar el equipo de bombeo, dimensionar las bajadas, colectoras y puentes de empalme y finalizar con la descripción del tanque de bombeo y de reserva junto con un esquema final.

Una de las deducciones que se realizan a la hora del dimensionado es aseverar que el suministro de todos los artefactos tenga caudales y presiones que permitan su correcta utilización a velocidades convenientes.

Para las cañerías de distribución de Agua Fría y Caliente se utilizan cañerías de polipropileno de marca ACQUA SYSTEM. Éstas se unen mediante el sistema de termofusión de modo que las cañerías y accesorios se fusionan molecularmente, conformando una cañería continua sin roscas, soldaduras ni aros de goma. De esta forma se elimina la principal causa de pérdidas en las cañerías.



El aprovisionamiento de agua caliente se realiza mediante calderas murales de producción de agua caliente de 17 litros/minutos en cada departamento. Las cañerías de distribución horizontal para agua caliente son en todos los casos de 0,019 m.

2.3.1. Conexión de Enlace Domiciliaria

Como la cañería de distribución externa es de material plástico, se realiza la derivación al edificio a través de un collar de derivación con orificio roscado con el cual se perfora el caño y posterior colocación de una férula con válvula de retención que permite el paso del agua al edificio, pero no el retorno. A la férula se une la cañería de conexión domiciliaria de 0,025 m obtenida de cálculo como se muestra a continuación. En la figura 4 se observa un esquema con la conexión de agua.

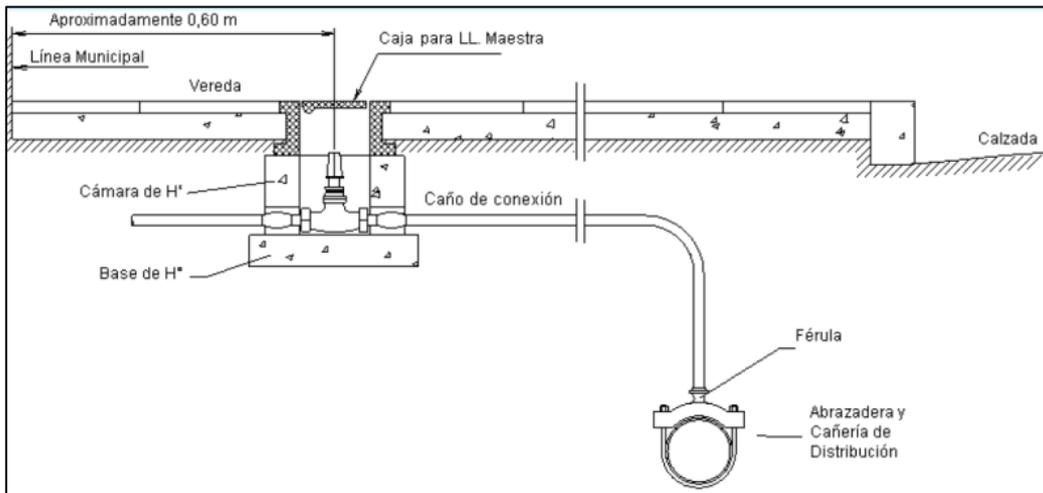


Fig. 6: Conexión de enlace domiciliaria

2.3.1. Cálculo de Conexión Domiciliaria – Torre IV

Para comenzar, se necesita un dato provisto por Aguas Cordobesas, que es la presión mínima a nivel de vereda. Se toma el valor de 10 m.c.a = 1 kg/cm² y se calcula la presión disponible a partir de la ubicación del tanque de bombeo. Al encontrarse en el subsuelo a una cota de -2,10 m debajo del nivel del terreno la presión disponible es de 12,10 m. La altura desde el tanque de bombeo al orificio del tanque de reserva es de aproximadamente 14,50 m. Como se menciona anteriormente, se utiliza un equipo de bombeo compuesto por 2 bombas centrífugas, cuyo uso se alterna para evitar fallas por falta de funcionamiento.

El suministro a viviendas se determina a partir de tablas aportadas por la norma, cuyo volumen varía en función de la forma de alimentación. Para casas de familia o viviendas compuestas de un baño principal, baño de servicio, pileta de cocina (P.C.), pileta de lavar (P.L.) y pileta lava copas (P.L.C.), el volumen de reserva en litros por cada unidad de vivienda se obtiene de la siguiente tabla:

Capacidad de tanques de reserva:
Unidad de vivienda completa
(Baño principal, baño de servicio, pileta de cocina, pileta de lavar y pileta lavacopas)

Provisión	Volumen de reserva
Directa	850
Bombeo	600

Tabla 3: Volumen de reserva – extraída de la Norma OSN.



En cuánto al volumen para el suministro para los quinchos de la azotea, se obtiene de la siguiente tabla, teniendo en cuenta que la misma cuenta con 2 toilette, 2 lavatorios y 2 piletas de cocina:

En casas de escritorios, negocios, depósitos, etc.:

Provisión	Baño o water closet	Mingitorio	Lavatorio, pileta de cocina o pileta de lavar
Directa	350	250	150
Bombeo	250	150	100

Pueden tolerarse capacidades de hasta un 50% en más de las indicadas en general.

Tabla 4: Capacidad en litros para cada artefacto.

Seguidamente, se detalla el cálculo establecido por la Norma OSN. Dado que existen 6 departamentos cuya disposición excede a los artefactos mencionados (departamentos A y D de pisos 1 a 3 cuentan con 2 baños principales en lugar de baño principal y baño de servicio), se realiza un aumento en un 50% de los valores consignados en casas de escritorios, negocios, depósitos, etc.

Por lo tanto, queda $600 \text{ lts} + 0,5 \times 250 \text{ lts} = 725 \text{ lts}$.

Volumen Total = nºpisos x cantidad de departamentos x volumen.

$VT_{\text{departamentos}} = 26 \text{ departamentos} \times 600 \text{ lts} + 6 \text{ departamentos} \times 725 \text{ lts} = 19.950 \text{ litros}$.

$VT_{\text{azotea}} = 900 \text{ litros}$.

$VT = 20.850 \text{ litros} = 21.000 \text{ litros}$ para facilitar construcción.

A continuación, fijamos que el tanque se debe llenar en 3,5 horas:

$$Q = \frac{\text{Volumen de reserva}}{\text{Horas de llenado} \times 3600 \text{ s/h}} = \frac{21.000 \text{ l}}{3,5 \text{ h} \times 3600 \text{ s/h}} = 1,67 \text{ l/s}$$

Una vez encontrado este valor, se ingresa a la tabla de caudales otorgada por la Norma OSN. Ingresamos con la presión disponible de 12,10 m para obtener el diámetro de la conexión de agua:



Gasto l/seg. corresponsiente a las distintas conexiones y cañerías:

Presión en m. disponible	0,013 m.	0,019 m.	0,025 m.	0,032 m.	0,038 m.	0,050 m.	0,060 m.	0,075 m.
4	0,24	0,52	1,06	1,80	2,84	5,08	7,85	10,39
5	0,28	0,60	1,18	2,02	3,19	5,70	8,81	11,65
6	0,33	0,66	1,30	2,22	3,51	6,26	9,68	12,81
7	0,35	0,72	1,41	2,40	3,79	6,77	10,46	13,85
8	0,37	0,75	1,48	2,53	4,00	7,13	11,03	14,60
9	0,40	0,78	1,56	2,67	4,22	7,46	11,64	15,41
10	0,42	0,81	1,63	2,79	4,41	7,87	12,15	16,10
11	0,44	0,84	1,69	2,91	4,60	8,21	12,69	16,79
12	0,46	0,87	1,75	3,03	4,79	8,54	13,21	17,48
13	0,48	0,90	1,81	3,15	4,98	8,88	13,73	18,17
14	0,49	0,93	1,87	3,24	5,12	9,14	14,13	18,69
15	0,51	0,96	1,92	3,32	5,25	9,36	14,47	19,16
16	0,52	0,99	1,97	3,40	5,37	9,59	14,82	19,62
17	0,54	1,02	2,02	3,49	5,51	9,84	15,22	20,14
18	0,55	1,05	2,08	3,57	5,64	10,07	15,56	20,60
19	0,57	1,08	2,13	3,65	5,77	10,29	15,91	21,06
20	0,58	1,11	2,18	3,73	5,89	10,52	16,26	21,52
21	0,60	1,14	2,23	3,82	6,04	10,77	16,65	22,04
22	0,61	1,17	2,29	3,90	6,16	11,00	17,00	22,50
23	0,62	1,19	2,33	3,97	6,27	11,19	17,31	22,91
24	0,63	1,21	2,38	4,05	6,40	11,42	17,66	23,37
25	0,64	1,22	2,42	4,12	6,51	11,62	17,96	23,77
26	0,65	1,24	2,47	4,20	6,64	11,84	18,31	24,23
27	0,67	1,26	2,51	4,27	6,75	12,04	18,62	24,64
28	0,68	1,28	2,55	4,35	6,87	12,27	18,97	25,10
29	0,69	1,30	2,59	4,42	6,98	12,46	19,27	25,50
30	0,70	1,32	2,62	4,50	7,11	12,69	19,62	25,96
31	0,71	1,34	2,66	4,57	7,22	12,89	19,92	26,37
32	0,72	1,36	2,70	4,65	7,35	13,11	20,27	26,83
33	0,73	1,37	2,74	4,72	7,46	13,31	20,58	27,23
34	0,74	1,39	2,77	4,80	7,58	13,54	20,93	27,70
35	0,76	1,41	2,81	4,87	7,69	13,73	21,23	28,10

Tabla 5: Gasto en l/s adecuada a distintos diámetros y conexiones

Por lo tanto, se adopta una conexión domiciliaria de **0,025 m (1")** de diámetro.

A continuación, se determina el volumen del tanque de bombeo y de reserva. La Norma OSN establece que el tanque de bombeo debe ser como mínimo 1/5 del volumen total y el tanque de reserva debe ser como mínimo 1/3 del volumen total. Teniendo en cuenta estos valores y el espacio técnico disponible, se proyectan los siguientes valores:

Volumen tanque de bombeo: $2/5 \times 21.000 \text{ lts} = \mathbf{8.400 \text{ litros}}$.

Volumen tanque de reserva: $3/5 \times 21.000 \text{ lts} = \mathbf{12.600 \text{ litros}}$.

Debido a que se colocan dos tanques de reserva en la azotea, se divide dicho volumen en 2, quedando dos tanques de 6.300 litros cada uno.

2.3.2. Cálculo y Selección del Equipo de Bombeo

Conocido el volumen del tanque de reserva, se está en condiciones de seleccionar de forma adecuada un equipo de bombeo, teniendo en cuenta el caudal a suministrar y la altura de columna de agua a vencer.

Para determinar el caudal se considera el llenado del tanque en un tiempo de entre 2 y 4 horas.

Volumen del tanque de reserva: $12,6 \text{ m}^3$.

Para llenado en 2 horas:

$$Q = \frac{\text{Volumen de tanque reserva}}{\text{Horas de llenado} \times 3600 \text{ s/h}} = \frac{12600 \text{ l}}{3,5 \text{ h} \times 3600 \text{ s/h}} = 1,00 \text{ l/s}$$



Teniendo en cuenta que el diámetro mínimo debe ser el mismo que el obtenido para la conexión domiciliaria y que la velocidad no debe superar los 2 m/s para evitar ruidos y erosiones, se determina la sección de la cañería de impulsión. Se aplica la fórmula de Manning:

$$A = Q / V = 0,001 \text{ m}^3/\text{s} / 2 \text{ m/s} = 0,0005 \text{ m}^2 = 5,00 \text{ cm}^2$$

De tabla se obtiene el diámetro, ingresando con la sección:

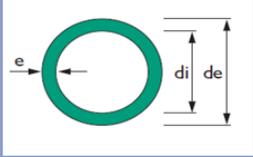
Presión nominal	Medida (mm)	de (mm)	di (mm.)	e (mm.)	sección (cm ²)
Acqua System PN25 	20	20	13.2	3.4	1.37
	25	25	16.6	4.2	2.16
	32	32	21.2	5.4	3.53
	40	40	26.6	6.7	<u>5.56</u>
	50	50	33.2	8.4	8.66
	63	63	42	10.5	13.85
	75	75	50	12.5	19.63
	90	90	60	15	28.27

Tabla 6: Secciones de la cañería PN 25

El diámetro que se adopta para la cañería de impulsión es 0,04 m= 40 mm = 1 ½".

Seguidamente, se procede a calcular la potencia de la bomba centrífuga a partir de la fórmula:

$$N_{HP} = \frac{Q \times Hm}{3600 \times 75 \times Nb \times Nm}$$

Donde N_{HP} es la potencia del equipo en HP; Q es el caudal en litros/hora; Hm es la altura a salvar sumado a las pérdidas; Nb es el rendimiento de la bomba que varía entre 0,5 y 0,9 y Nm es el rendimiento del motor, generalmente se toma valores superiores a 0,85.

Para poder aplicar la fórmula anterior es necesario determinar las pérdidas de cargas totales (PCT). Pueden ser por pérdidas localizadas en accesorios (PCA) y por perdidas de cargas lineales (PCL). Luego,

$$PCT = PCA + PCL$$

Pérdidas de carga localizadas en accesorios (PCA)

Estas pérdidas están dadas por la fórmula $PCA = \sum r \times v^2 \times Y / 2g$

Donde r es un número adimensional que representa el coeficiente de resistencia de cada accesorio; v es la velocidad que fijamos en 2 m/s para no producir ruidos ni erosiones en la tubería; Y es el peso específico en kg/m³ y g es la aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).

Antes de continuar, se escogen los tipos de cañería a utilizar a partir del catálogo de ACQUA SYSTEM para cada situación:

- Para alimentar el tanque de reserva por bombeo: PN 25 Magnum
- Para distribución de agua caliente desde columna de bajada a artefactos: PN 20 Magnum
- Para columnas de bajadas de agua y distribución a los artefactos: PN 12 Magnum



Teniendo en cuenta la posición de la bomba y la del tanque de reserva se estima que se van a utilizar los siguientes accesorios: 5 caños PN 25 Magnum, 4 codos a 90° y 4 uniones. Ahora se procede a determinar las pérdidas. De la siguiente tabla proveniente del catálogo, se determinan los números adimensionales de los accesorios:

N°	Tipo de Accesorio (resistencia simple)	Símbolo Gráfico	Coefficiente Resistencia (R)
1	Unión normal		0,25
2	Buje reducción de diámetros inmediatos		0,55
2a	Buje reducción de diámetros mediatos		0,85
3	Codo a 90°		2,00
4	Codo a 45°		0,60

Tabla 7: Coeficiente de resistencia de los accesorios.

Luego los coeficientes de resistencia de los accesorios para el tramo bomba-tanque de reserva

- 4 codos a 90° = 2 x 4 = 8
- 4 uniones = 0,25 x 4 = 1

El peso específico varía con la temperatura:

- A 10 °C = 999,73 kg/m³
- A 20 °C = 998,23 kg/m³
- A 60 °C = 983,20 kg/m³
- A 80 °C = 971,80 kg/m³

Adoptamos el valor para 20 °C de temperatura y se obtiene:

$$PCA = \sum r \times v^2 \times Y / 2g = 9 \times 2^2 \text{ m/s} \times 998,23 \text{ kg/m}^3 / 2 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$PCA = 1833 \text{ kg/m}^2 = 1,8 \text{ m.c.a}$$

Pérdida de carga lineal (PCL)

Conocido el valor del caudal (0,97 l/s), ingreso a la tabla proporcionada por el catálogo de la cañería elegida para determinar la pérdida de carga. Con la cañería PN 25 Magnum se tiene:



Acqua System® PN25 - 20°C										
Pérdida de carga por metro de cañería "j" en (m c.a./m), y Velocidad "v" en (m/s) en función del caudal "Q" en (l/s)										
Caudal Q (l/s)	j v	Diámetro Nominal								
		20	25	32	40	50	63	75	90	
0.05	j	0.020	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	v	0.37	0.23	0.14	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
0.10	j	0.066	0.022	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	v	0.73	0.46	0.28	0.18	0.12	0.07	0.05	0.04	0.04
0.15	j	0.136	0.045	0.014	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
	v	1.10	0.69	0.42	0.27	0.17	0.11	0.08	0.05	0.05
0.20	j	0.224	0.074	0.023	0.008	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000
	v	1.46	0.92	0.57	0.36	0.23	0.14	0.10	0.07	0.07
0.30	j	0.466	0.154	0.047	0.016	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000
	v	2.19	1.39	0.85	0.54	0.35	0.22	0.15	0.11	0.11
0.40	j	0.782	0.258	0.079	0.027	0.009	0.003	0.001	0.001	0.001
	v	2.92	1.85	1.13	0.72	0.46	0.29	0.20	0.14	0.14
0.50	j	1.176	0.384	0.118	0.040	0.014	0.004	0.002	0.001	0.001
	v	3.65	2.31	1.42	0.90	0.58	0.36	0.25	0.18	0.18
0.60	j	1.641	0.534	0.164	0.055	0.019	0.006	0.003	0.001	0.001
	v	4.38	2.77	1.70	1.08	0.69	0.43	0.31	0.21	0.21
0.70	j	2.192	0.707	0.215	0.072	0.025	0.008	0.004	0.001	0.001
	v	5.12	3.23	1.98	1.26	0.81	0.51	0.36	0.25	0.25
0.80	j		0.906	0.276	0.091	0.031	0.010	0.004	0.002	0.002
	v		3.70	2.27	1.44	0.92	0.58	0.41	0.28	0.28
0.90	j		1.124	0.340	0.113	0.039	0.013	0.005	0.002	0.002
	v		4.16	2.55	1.62	1.04	0.65	0.46	0.32	0.32
1.00	j		1.367	0.411	0.137	0.047	0.015	0.007	0.003	0.003
	v		4.62	2.83	1.80	1.16	0.72	0.51	0.35	0.35

Tabla 8: Pérdida de carga por metro de cañería.

Por lo tanto, para 20 m de cañería es igual a:

- PCL = 0,137 m.c.a/m x 20 m = 2,74 m.c.a

Pérdida de carga total

PCT = 1,8 m.c.a + 2,74 m.c.a = 4,54 m.c.a

Obtenidas las pérdidas, se encuentra Hm = 15 m + 4,54 m = 19,54 m. Se asumen los siguientes valores: Nb = 0,5 ; Nm = 0,90. Luego la potencia de la bomba a utilizar es:

$$N_{HP} = \frac{3492 \text{ l/h} \times 19,54}{3600 \times 75 \times 0,5 \times 0,9} = 0,58 \text{ Hp}$$

Se adoptan dos bombas de 0,75 hp cada una, con diámetro de entrada de 1" y de salida de 1"1/2.

Se instala un equipo elevador de dos bombas montadas en paralelo para no interrumpir el servicio cuando es necesario realizar mantenimiento o reparación.

Del tanque de bombeo al equipo elevador se disponen 4 válvulas esclusas (VE) y 2 válvulas de limpieza (VL). Del equipo elevador al tanque de reserva se debe instalar 1 conexión flexible, 1 válvula de retención a fin de impedir el retroceso del agua de la cañería de alimentación por gravitación cuando la instalación no funciona y una VE. en la cañería de impulsión.



2.3.3. Dimensionamiento de Bajadas, Colectores y Puentes de Empalme

La alimentación desde el tanque de reserva elevado a los distintos artefactos se realiza por tuberías de bajada conectadas a un puente de empalme, el cual es alimentado a través de los colectores que vinculan al tanque. Se disponen 5 bajadas para cada tanque (exactamente iguales) dando un total de 10 bajadas, para abastecer a todo el edificio, dispuestas en lugares convenientes a los fines de garantizar la mínima distancia horizontal de las derivaciones, la correcta presión y velocidad en cada uno de los artefactos, como así también, el fácil acceso para realizar reparaciones a futuro.

La cañería de bajada del tanque de reserva debe tener una sección suficiente como para asegurar el caudal normal a todos los artefactos que debe surtir. En correspondencia con la salida del tanque de reserva o del caño colector, tiene el mayor diámetro requerido, el que va disminuyendo a medida que se acerca a la planta baja. Sobre la cañería de bajadas se empalman los ramales de cada piso y la suma de caudales que requieren los mismos determinan la sección. El caudal de cada ramal depende del número y característica de los artefactos que sirve.

Para simplificar el cálculo, se establecen secciones de cañerías en cm² necesarias para la alimentación de diversos conjuntos de artefactos. Estos valores surgen de numerosas comprobaciones realizadas en edificios existentes, cuyo servicio de agua se realiza eficazmente.

Para calcular la bajada, se debe aplicar la siguiente tabla a partir de determinar las características de los baños principales o de servicio:

Bajada de tanque.	Seccion (cm ²)	Cañería de distribución de agua caliente.
_____	0,18	(*) Cada L ^o o P.L.M. (fuera de recinto de l) en edificios públicos
(*) Cada L ^o ó P.L.M.(fuera de recinto de l) Fie Beber ó salv. en edificios públicos	0,27	(*) Cada W.C. ó toil. en edificios públicos.
(*) Cada W.C. o toil o D.A.M. en edificios públicos. Una C S o un artefacto de uso probablemente poco frecuente	0,36	Un solo artefacto
Un solo artefacto	0,44	B ^o princ. ó de serv.o bien P.C.,P.L. y P.L.C.
Bo princ. o de serv. o bien P.C. P.L., P.L.C.	0,53.	B ^o princ.o de serv. y PC. PL. PLC. o bien B ^o princ. y B ^o de servicio.
B ^o princ. o de serv. y P.C., P.L. y P.L.C. o bien B ^o princ. y B ^o de servicio	0,62	Un departamento completo (B ^o princ.B ^o de serv.P.C.,P.L.,P.L.C.
Un departamento completo (B ^o princ. B ^o de serv. P.C., P.L. y P.L.C.)	0,71	_____
Los valores indicados en esta tabla sirven de base para el cálculo de las distintas combinaciones de servicios que pudieran presentarse.		

Tabla 9: Bajada de tanque a artefactos y cañerías de distribución de agua caliente.



Y para determinar los diámetros correspondientes de las tuberías y la cantidad de conjuntos a alimentar por dichas secciones, se utiliza la siguiente tabla.

Diám.	Cantid.	0.18	0.27	0.36	0.44	0.53	0.62	0.71	Diám.	
0.013	1	0.18	0.27	0.36	0.44	0.53	0.62	0.71	0.013	
	2	0.36	0.54	0.72	0.88	1.06	1.24	1.42		
	3	0.54	0.81	1.08	1.32	1.59	1.86	2.13		0.019
	4	0.72	1.08	1.44	1.76	2.12	2.48	2.84		
	5	0.90	1.35	1.80	2.20	2.65	3.10	3.55	0.025	
	6	1.08	1.62	2.16	2.64	3.18	3.72	4.26		
	7	1.26	1.89	2.52	3.08	3.71	4.34	4.97		
	0.019	8	1.44	2.16	2.88	3.52	4.24	4.96	5.68	0.032
		9	1.62	2.43	3.24	3.96	4.77	5.58	6.39	
		10	1.80	2.70	3.60	4.40	5.30	6.20	7.10	0.038
11		1.98	2.97	3.96	4.84	5.83	6.82	7.81		
12		2.16	3.24	4.32	5.28	6.36	7.44	8.52		
13		2.34	3.51	4.68	5.72	6.89	8.06	9.23	0.038	
14		2.52	3.78	5.04	6.16	7.42	8.68	9.94		
15		2.70	4.05	5.40	6.60	7.95	9.30	10.65		
16		2.88	4.32	5.76	7.04	8.48	9.92	11.36		
17		3.06	4.59	6.12	7.48	9.01	10.54	12.07		
18	3.24	4.86	6.48	7.92	9.54	11.16	12.78			
19	3.42	5.13	6.84	8.36	10.07	11.78	13.49			
20	3.60	5.40	7.20	8.80	10.60	12.40	14.20			
0.025				0.032			0.038			

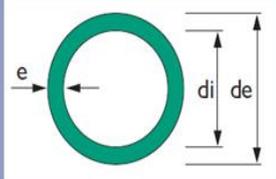
Tabla 10: Diámetros de las tuberías.

A continuación, se muestra en detalle las secciones necesarias para los distintos conjuntos de cada una de las bajadas:

Bajadas	PB	1ºPiso	2ºPiso	3ºPiso	Azotea	Sección (cm ²)
1	1,15	1,15	1,15	1,15	-	4,60
2	0,62	0,62	0,62	0,62	-	2,48
3	0,62	0,62	0,62	0,62	-	2,48
4	0,71	0,71	0,71	0,71	-	2,84
5	-	-	-	-	0,62	0,62



Como se menciona anteriormente, para las bajadas se utiliza cañería PN 12 Magnum, luego de la siguiente tabla del catálogo se determina la sección a utilizar:

Presión nominal	Medida (mm)	de (mm)	di (mm.)	e (mm.)	sección (cm ²)
Acqua System PN12 	20	20	16.2	1.9	2.06
	25	25	20.4	2.3	<u>3.27</u>
	32	32	26	3	5.31
	40	40	32.6	3.7	8.35
	50	50	40.8	4.6	13.07
	63	63	51.4	5.8	20.75
	75	75	61.2	6.9	29.42
	90	90	73.6	8.2	42.54

Por lo tanto, las bajadas quedan con las siguientes dimensiones:

BAJADA	SECCIÓN (cm ²)			DIÁMETRO (m)	DIÁMETRO (Pulgadas)
	TEÓRICA	ADOPTADA			
1	4,60	5,31		0,025	1"
2	2,48	3,27		0,019	3/4"
3	2,48	3,27		0,019	3/4"
4	2,84	3,27		0,019	3/4"
5	0,62	2,06		0,013	1/2"

Luego se calcula el colector. Como su nombre lo indica, está destinado a recolectar el agua instalándose a la salida de los tanques, como objeto de derivar desde el mismo las distintas cañerías de bajada. Para determinar la sección del colector se procede a comparar las secciones teóricas calculadas y las realmente adoptadas en obra. En este caso, para 3 o más bajadas, es la suma de la sección de cañería de bajada mayor, más el 50% de la suma de las secciones de bajada de las restantes cañerías.

Para determinar la sección del puente de empalme y colector se procede a comparar las secciones teóricas calculadas y las realmente adoptadas en obra.

$$P.E y C = 4,60 + \frac{2,48 + 2,48 + 2,84 + 0,62}{2} = 8,81 \text{ cm}^2$$

Finalmente, el diámetro adoptado es de 0,04 m (1 1/2").



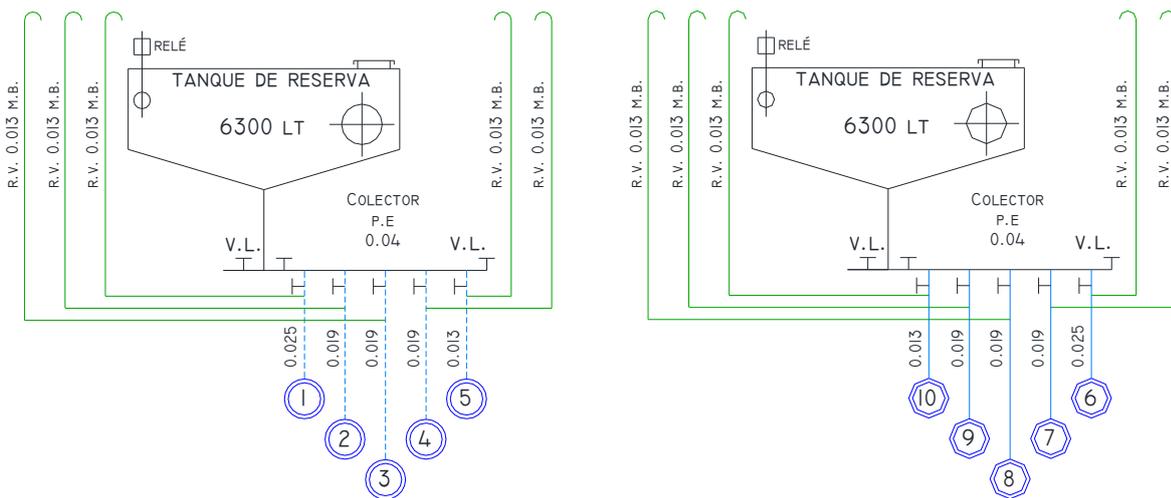
En cuanto a los ruptores de vacío, se establece que deben tener un diámetro 3 veces menor que el de la bajada con el mínimo de 0,013 m, por lo tanto se van a tener:

BAJADA	RUPTOR DE VACÍO			
	Diám. Bajada (m)	Diám. Bajada (Pulgadas)	Diám. Ruptor (m)	Diám. Ruptor (Pulgadas)
1	0,025	1"	0,013	1/2"
2	0,019	3/4"	0,013	1/2"
3	0,019	3/4"	0,013	1/2"
4	0,019	3/4"	0,013	1/2"
5	0,013	1/2"	0,013	1/2"

En lo que respecta a las cañerías de distribución, se colocan los siguientes:

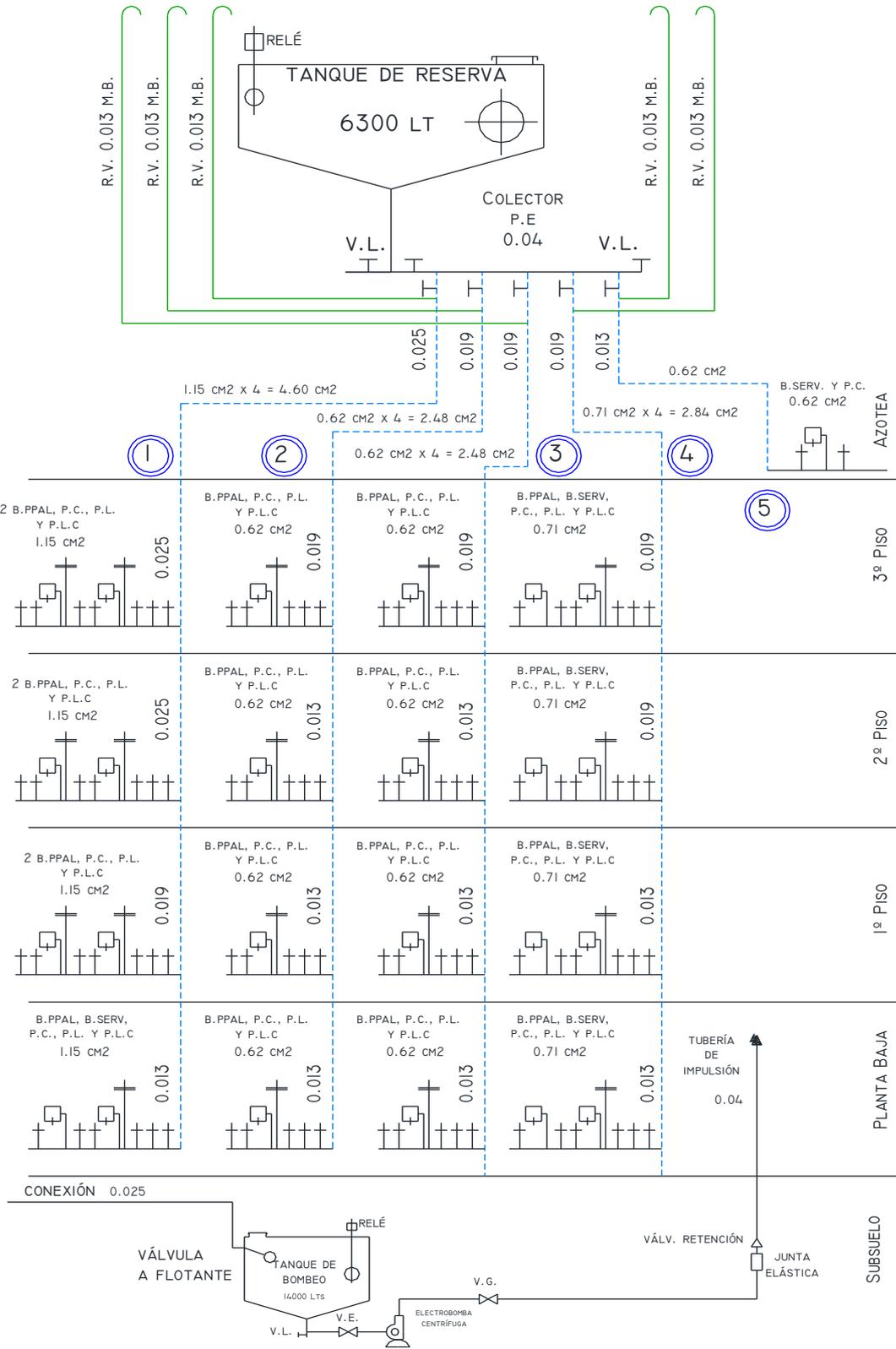
- La alimentación de la caldera es de ϕ 3/4".
- La distribución de agua fría es de ϕ 1/2".
- La distribución de agua caliente es de ϕ 1/2".
- Para cada baño completo y toilette se colocan 2 LL.P. ϕ 1/2" para agua fría y caliente.
- Para bacha de cocina 2 LL.P. ϕ 1/2" para agua fría y caliente.
- Para pileta de lavar 2 LL.P. ϕ 1/2" para agua fría y caliente.
- Para lava ropa 1 LL.P. ϕ 1/2".
- Para lava vajilla 1 LL.P. ϕ 1/2".
- Para caldera 2 LL.P. ϕ 3/4".

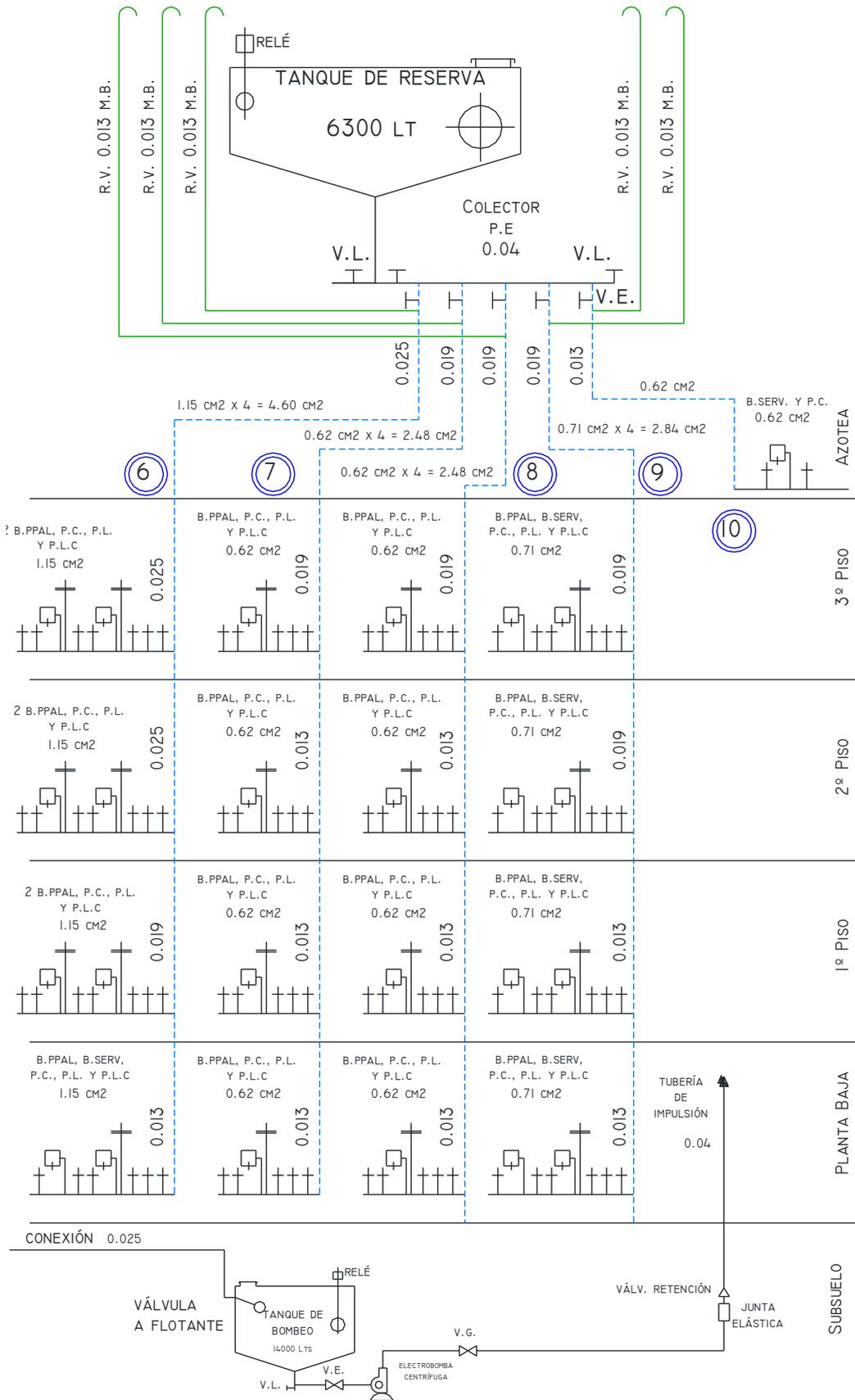
En la siguiente figura, se muestra en detalle el proyecto del puente de empalme y colector, con sus accesorios.





2.3.4. Esquema General de Instalación de Agua







2.3.4. Cálculo de Conexión Domiciliaria – Torre V

De igual manera que en la Torre IV, el tanque se encuentra a una cota de -2,10 m debajo del nivel del terreno, por lo tanto la presión disponible es de 12,10 m. La altura desde el tanque de bombeo al orificio del tanque de reserva es de aproximadamente 17,10 m. Se utiliza un equipo de bombeo compuesto por 2 bombas centrifugas, cuyo uso se alterna para evitar fallas por falta de funcionamiento.

El suministro a viviendas se determina a partir de tablas aportadas por la norma, cuyo volumen varía en función de la forma de alimentación. Para casas de familia o viviendas compuestas de un baño principal, baño de servicio, pileta de cocina (P.C.), pileta de lavar (P.L.) y pileta lava copas (P.L.C.), el volumen de reserva en litros por cada unidad de vivienda se obtiene de la tabla ya mencionada:

Capacidad de tanques de reserva:
Unidad de vivienda completa
(Baño principal, baño de servicio, pileta de cocina, pileta de lavar y pileta lavacopas)

Provisión	Volumen de reserva
Directa	850
Bombeo	600

Tabla 3: Volumen de reserva – extraída de la Norma OSN.

Dado que hay departamentos que cuentan con más artefactos que los de una vivienda completa, se aumenta el volumen de estos en función de la siguiente tabla. Se toma el 50% de los valores indicados:

En casas de escritorios, negocios, depósitos, etc.:

Provisión	Baño o water closet	Mingitorio	Lavatorio, pileta de cocina o pileta de lavar
Directa	350	250	150
Bombeo	250	150	100

Pueden tolerarse capacidades de hasta un 50% en más de las indicadas en general.

Tabla 4: Capacidad en litros para cada artefacto.

En cuánto al volumen para el suministro para los quinchos de la azotea, se obtiene teniendo en cuenta la tabla anterior, sabiendo que la misma cuenta con 2 toilette, 2 lavatorios y 1 pileta de cocina.

A continuación se detalla el cálculo establecido por la Norma OSN:

Volumen Total = n°pisos x cantidad de departamentos x volumen.

$$VT_{\text{departamentos}} = 3 \text{ departamentos} \times 950 \text{ lts} + 9 \text{ departamentos} \times 725 \text{ lts.}$$

$$= 9375 \text{ litros.}$$

$$VT_{\text{azotea}} = 800 \text{ litros.}$$

$$VT = 10175 \text{ litros} = 10.200 \text{ litros para facilitar construcción.}$$

A continuación, fijamos que el tanque se debe llenar en 3 horas:



$$Q = \frac{\text{Volumen de reserva}}{\text{Horas de llenado} \times 3600 \text{ s/h}} = \frac{10.200 \text{ l}}{3 \text{ h} \times 3600 \text{ s/h}} = 0,94 \text{ l/s}$$

Una vez encontrado este valor, se ingresa a la tabla de caudales otorgada por la Norma OSN. Ingresamos con la presión disponible de 12,10 m para obtener el diámetro de la conexión de agua:

Gasto l/seg. correspondiente a las distintas conexiones y cañerías:

Presión en m. disponible	0,013 m.	0,019 m.	0,025 m.	0,032 m.	0,038 m.	0,050 m.	0,060 m.	0,075 m.
4	0,24	0,52	1,06	1,80	2,84	5,08	7,85	10,39
5	0,28	0,60	1,18	2,02	3,19	5,70	8,81	11,65
6	0,33	0,66	1,30	2,22	3,51	6,26	9,68	12,81
7	0,35	0,72	1,41	2,40	3,79	6,77	10,46	13,85
8	0,37	0,75	1,48	2,53	4,00	7,13	11,03	14,60
9	0,40	0,78	1,56	2,67	4,22	7,46	11,64	15,41
10	0,42	0,81	1,63	2,79	4,41	7,87	12,15	16,10
11	0,44	0,84	1,69	2,91	4,60	8,21	12,69	16,79
12	0,46	0,87	1,75	3,03	4,79	8,54	13,21	17,48
13	0,48	0,90	1,81	3,15	4,98	8,88	13,73	18,17
14	0,49	0,93	1,87	3,24	5,12	9,14	14,13	18,69
15	0,51	0,96	1,92	3,32	5,25	9,36	14,47	19,16
16	0,52	0,99	1,97	3,40	5,37	9,59	14,82	19,62
17	0,54	1,02	2,02	3,49	5,51	9,84	15,22	20,14
18	0,55	1,05	2,08	3,57	5,64	10,07	15,56	20,60
19	0,57	1,08	2,13	3,65	5,77	10,29	15,91	21,06
20	0,58	1,11	2,18	3,73	5,89	10,52	16,26	21,52
21	0,60	1,14	2,23	3,82	6,04	10,77	16,65	22,04
22	0,61	1,17	2,29	3,90	6,16	11,00	17,00	22,50
23	0,62	1,19	2,33	3,97	6,27	11,19	17,31	22,91
24	0,63	1,21	2,38	4,05	6,40	11,42	17,66	23,37
25	0,64	1,22	2,42	4,12	6,51	11,62	17,96	23,77
26	0,65	1,24	2,47	4,20	6,64	11,84	18,31	24,23
27	0,67	1,26	2,51	4,27	6,75	12,04	18,62	24,64
28	0,68	1,28	2,55	4,35	6,87	12,27	18,97	25,10
29	0,69	1,30	2,59	4,42	6,98	12,46	19,27	25,50
30	0,70	1,32	2,62	4,50	7,11	12,69	19,62	25,96
31	0,71	1,34	2,66	4,57	7,22	12,89	19,92	26,37
32	0,72	1,36	2,70	4,65	7,35	13,11	20,27	26,83
33	0,73	1,37	2,74	4,72	7,46	13,31	20,58	27,23
34	0,74	1,39	2,77	4,80	7,58	13,54	20,93	27,70
35	0,76	1,41	2,81	4,87	7,69	13,73	21,23	28,10

Tabla 5: Gasto en l/s adecuada a distintos diámetros y conexiones

Por lo tanto, se adopta una conexión domiciliar de **0,025 m (1")** de diámetro.

A continuación, se determina el volumen del tanque de bombeo y de reserva. La Norma OSN establece que el tanque de bombeo debe ser como mínimo 1/5 del volumen total y el tanque de reserva debe ser como mínimo 1/3 del volumen total. Teniendo en cuenta estos valores y el espacio técnico disponible, se proyectan los siguientes valores:

Volumen tanque de bombeo: $1/2 \times 10.200 \text{ lts} = 5.100 \text{ litros}$.

Volumen tanque de reserva: $1/2 \times 10.200 \text{ lts} = 5.100 \text{ litros}$.

2.3.5. Cálculo y Selección del Equipo de Bombeo

Conocido el volumen del tanque de reserva, se está en condiciones de seleccionar de forma adecuada un equipo de bombeo, teniendo en cuenta el caudal a suministrar y la altura de columna de agua a vencer.

Para determinar el caudal se considera el llenado del tanque en un tiempo de entre 2 y 4 horas.

Volumen del tanque de reserva: $5,1 \text{ m}^3$.

Para llenado en 3 horas:



$$Q = \frac{\text{Volumen de tanque reserva}}{\text{Horas de llenado} \times 3600 \text{ s/h}} = \frac{5100 \text{ l}}{3 \text{ h} \times 3600 \text{ s/h}} = 0,47 \text{ l/s}$$

Teniendo en cuenta que el diámetro mínimo debe ser el mismo que el obtenido para la conexión domiciliaria y que la velocidad no debe superar los 2 m/s para evitar ruidos y erosiones, se determina la sección de la cañería de impulsión. Se aplica la fórmula de Manning:

$$A = Q / V = 0,00047 \text{ m}^3/\text{s} / 2 \text{ m/s} = 0,00023 \text{ m}^2 = 2,30 \text{ cm}^2.$$

De tabla se obtiene el diámetro, ingresando con la sección:

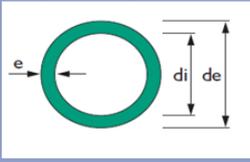
Presión nominal	Medida (mm)	de (mm)	di (mm.)	e (mm.)	sección (cm ² .)
Acqua System PN25 	20	20	13.2	3.4	1.37
	25	25	16.6	4.2	2.16
	32	32	21.2	5.4	<u>3.53</u>
	40	40	26.6	6.7	5.56
	50	50	33.2	8.4	8.66
	63	63	42	10.5	13.85
	75	75	50	12.5	19.63
	90	90	60	15	28.27

Tabla 6: Secciones de la cañería PN 25

Luego, el diámetro que se adopta para la cañería de impulsión es 0,025 m = 1”.

Seguidamente, se procede a calcular la potencia de la bomba centrífuga a partir de la fórmula:

$$N_{HP} = \frac{Q \times Hm}{3600 \times 75 \times Nb \times Nm}$$

Donde N_{HP} es la potencia del equipo en HP; Q es el caudal en litros/hora; Hm es la altura a salvar sumado a las pérdidas; Nb es el rendimiento de la bomba que varía entre 0,5 y 0,9 y Nm es el rendimiento del motor, generalmente se toma valores superiores a 0,85.

Para poder aplicar la fórmula anterior es necesario determinar las pérdidas de cargas totales (PCT). Pueden ser por pérdidas localizadas en accesorios (PCA) y por pérdidas de cargas lineales (PCL). Luego,

$$PCT = PCA + PCL$$

Pérdidas de carga localizadas en accesorios (PCA)

Estas pérdidas están dadas por la fórmula $PCA = \sum r \times v^2 \times Y / 2g$

Donde r es un número adimensional que representa el coeficiente de resistencia de cada accesorio; v es la velocidad que fijamos en 2 m/s para no producir ruidos ni erosiones en la tubería; Y es el peso específico en kg/m^3 y g es la aceleración de la gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$).

Antes de continuar, se escogen los tipos de cañería a utilizar a partir del catálogo de ACQUA SYSTEM para cada situación, que son los mismos que los utilizados en la Torre IV:



- Para alimentar el tanque de reserva por bombeo: PN 25 Magnum
- Para distribución de agua caliente desde columna de bajada a artefactos: PN 20 Magnum
- Para columnas de bajadas de agua y distribución a los artefactos: PN 12 Magnum

Teniendo en cuenta la posición de la bomba y la del tanque de reserva se estima que se van a utilizar los siguientes accesorios: 5 caños PN 25 Magnum, 4 codos a 90° y 4 uniones. Ahora se procede a determinar las pérdidas. De la siguiente tabla proveniente del catálogo, se determinan los números adimensionales de los accesorios:

N°	Tipo de Accesorio (resistencia simple)	Símbolo Gráfico	Coefficiente Resistencia (R)
1	Unión normal		0,25
2	Buje reducción de diámetros inmediatos		0,55
2a	Buje reducción de diámetros mediatos		0,85
3	Codo a 90°		2,00
4	Codo a 45°		0,60

Tabla 7: Coeficiente de resistencia de los accesorios.

Luego los coeficientes de resistencia de los accesorios para el tramo bomba-tanque de reserva

- 4 codos a 90° = 2 x 4 = 8
- 4 uniones = 0,25 x 4 = 1

El peso específico varía con la temperatura:

- A 10 °C = 999,73 kg/m³
- A 20 °C = 998,23 kg/m³
- A 60 °C = 983,20 kg/m³
- A 80 °C = 971,80 kg/m³

Adoptamos el valor para 20 °C de temperatura y se obtiene:

$$PCA = \sum r \times v^2 \times Y / 2g = 9 \times 2^2 \text{ m/s} \times 998,23 \text{ kg/m}^3 / 2 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$PCA = 1833 \text{ kg/m}^2 = 1,8 \text{ m.c.a}$$

Pérdida de carga lineal (PCL)



Conocido el valor del caudal (0,46 l/s), ingreso a la tabla proporcionada por el catálogo de la cañería elegida para determinar la pérdida de carga. Con la cañería PN 25 Magnum se tiene:

Acqua System® PN25 - 20°C									
Pérdida de carga por metro de cañería "j" en (m c.a./m), y Velocidad "v" en (m/s) en función del caudal "Q" en (l/s)									
Caudal Q (l/s)	j v	Diámetro Nominal							
		20	25	32	40	50	63	75	90
0.05	j	0.020	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	v	0.37	0.23	0.14	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02
0.10	j	0.066	0.022	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
	v	0.73	0.46	0.28	0.18	0.12	0.07	0.05	0.04
0.15	j	0.136	0.045	0.014	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000
	v	1.10	0.69	0.42	0.27	0.17	0.11	0.08	0.05
0.20	j	0.224	0.074	0.023	0.008	0.003	0.001	0.000	0.000
	v	1.46	0.92	0.57	0.36	0.23	0.14	0.10	0.07
0.30	j	0.466	0.154	0.047	0.016	0.006	0.002	0.001	0.000
	v	2.19	1.39	0.85	0.54	0.35	0.22	0.15	0.11
0.40	j	0.782	0.258	0.079	0.027	0.009	0.003	0.001	0.001
	v	2.92	1.85	1.13	0.72	0.46	0.29	0.20	0.14
0.50	j	1.176	0.384	0.118	0.040	0.014	0.004	0.002	0.001
	v	3.65	2.31	1.42	0.90	0.58	0.36	0.25	0.18
0.60	j	1.641	0.534	0.164	0.055	0.019	0.006	0.003	0.001
	v	4.38	2.77	1.70	1.08	0.69	0.43	0.31	0.21
0.70	j	2.192	0.707	0.215	0.072	0.025	0.008	0.004	0.001
	v	5.12	3.23	1.98	1.26	0.81	0.51	0.36	0.25
0.80	j		0.906	0.276	0.091	0.031	0.010	0.004	0.002
	v		3.70	2.27	1.44	0.92	0.58	0.41	0.28
0.90	j		1.124	0.340	0.113	0.039	0.013	0.005	0.002
	v		4.16	2.55	1.62	1.04	0.65	0.46	0.32
1.00	j		1.367	0.411	0.137	0.047	0.015	0.007	0.003
	v		4.62	2.83	1.80	1.16	0.72	0.51	0.35

Tabla 8: Pérdida de carga por metro de cañería.

Por lo tanto, para 20 m de cañería es igual a:

$$- PCL = 0,384 \text{ m.c.a/m} \times 20 \text{ m} = 7,68 \text{ m.c.a}$$

Pérdida de carga total

$$PCT = 1,8 \text{ m.c.a} + 7,68 \text{ m.c.a} = 9,48 \text{ m.c.a}$$

Obtenidas las pérdidas, se encuentra $H_m = 17,10 \text{ m} + 9,48 \text{ m} = 26,58 \text{ m}$. Se asumen los siguientes valores: $N_b = 0,5$; $N_m = 0,90$. Luego la potencia de la bomba a utilizar es:

$$N_{HP} = \frac{1700 \text{ l/h} \times 26,58}{3600 \times 75 \times 0,5 \times 0,9} = 0,37 \text{ Hp}$$

Se instala un equipo elevador de dos bombas de 0,50 hp cada una, con diámetro de entrada de 1" y de salida de 1"1/2, montadas en paralelo para no interrumpir el servicio cuando es necesario realizar mantenimiento o reparación.

Del tanque de bombeo al equipo elevador se disponen 4 válvulas esclusas (VE) y 2 válvulas de limpieza (VL). Del equipo elevador al tanque de reserva se debe instalar 1 conexión flexible, 1 válvula de retención a fin de impedir el retroceso del agua de la cañería de alimentación por gravitación cuando la instalación no funciona y una VE. en la cañería de impulsión.

2.3.6. Dimensionamiento de Bajadas, Colectores y Puentes de Empalme

La alimentación desde el tanque de reserva elevado a los distintos artefactos se realiza por tuberías de bajada conectadas a un puente de empalme, el cual es alimentado a través de los colectores que vinculan al tanque. Se disponen 4 bajadas



para abastecer a todo el edificio, dispuestas en lugares convenientes a los fines de garantizar la mínima distancia horizontal de las derivaciones, la correcta presión y velocidad en cada uno de los artefactos, como así también, el fácil acceso para realizar reparaciones a futuro.

Como se realiza en la sección anterior para la Torre IV, para calcular la bajada, se debe aplicar la siguiente tabla a partir de determinar las características de los baños principales o de servicio:

Bajada de tanque.	Seccion (cm ²)	Cañería de distribución de agua caliente.
_____	0,18	(*) Cada L ^o o P.L.M. (fuera de recinto de l) en edificios públicos
(*) Cada L ^o ó P.L.M.(fuera de recinto de l) F ^o Beber ó salv. en edificios públicos	0,27	(*) Cada W.C. ó toil. en edificios públicos.
(*) Cada W.C. o toil o D.A.M. en edificios públicos. Una C S o un artefacto de uso probablemente poco frecuente	0,36	Un solo artefacto
Un solo artefacto	0,44	B ^o princ. ó de serv.o bien P.C.,P.L. y P.L.C.
Bo princ. o de serv. o bien P.C. P.L., P.L.C.	0,53.	B ^o princ.o de serv. y PC. PL. PLC. o bien B ^o princ. y B ^o de servicio.
B ^o princ. o de serv. y P.C., P.L. y P.L.C. o bien B ^o princ. y B ^o de servicio	0,62	Un departamento completo (B ^o princ.B ^o de serv.P.C.,P.L.,P.L.C.
Un departamento completo (B ^o princ. B ^o de serv. P.C., P.L. y P.L.C.)	0,71	_____
Los valores indicados en esta tabla sirven de base para el cálculo de las distintas combinaciones de servicios que pudieran presentarse.		

Tabla 8: Bajada de tanque a artefactos y cañerías de distribución de agua caliente.

Y para determinar los diámetros correspondientes de las tuberías y la cantidad de conjuntos a alimentar por dichas secciones, se utiliza la siguiente tabla.

Diám.	Cantid.	0.18	0.27	0.36	0.44	0.53	0.62	0.71	Diám.
0.013	1	0.18	0.27	0.36	0.44	0.53	0.62	0.71	0.013
	2	0.36	0.54	0.72	0.88	1.06	1.24	1.42	
	3	0.54	0.81	1.08	1.32	1.59	1.86	2.13	
	4	0.72	1.08	1.44	1.76	2.12	2.48	2.84	0.019
	5	0.90	1.35	1.80	2.20	2.66	3.10	3.55	
	6	1.08	1.62	2.16	2.64	3.18	3.72	4.26	0.025
	7	1.26	1.89	2.52	3.08	3.71	4.34	4.97	
	8	1.44	2.16	2.88	3.52	4.24	4.96	5.68	
	9	1.62	2.43	3.24	3.96	4.77	5.58	6.39	0.032
	10	1.80	2.70	3.60	4.40	5.30	6.20	7.10	
0.019	11	1.98	2.97	3.96	4.84	5.83	6.82	7.81	0.032
	12	2.16	3.24	4.32	5.28	6.36	7.44	8.52	
	13	2.34	3.51	4.68	5.72	6.89	8.06	9.23	
	14	2.52	3.78	5.04	6.16	7.42	8.68	9.94	0.038
	15	2.70	4.05	5.40	6.60	7.95	9.30	10.65	
	16	2.88	4.32	5.76	7.04	8.48	9.92	11.36	
	17	3.06	4.59	6.12	7.48	9.01	10.54	12.07	
	18	3.24	4.86	6.48	7.92	9.54	11.16	12.78	
	19	3.42	5.13	6.84	8.36	10.07	11.78	13.49	
	20	3.60	5.40	7.20	8.80	10.60	12.40	14.20	
0.025		0.032			0.038				

Tabla 9: Diámetros de las tuberías.

A continuación, se muestra en detalle las secciones necesarias para los distintos conjuntos de cada una de las bajadas de la Torre V:



Bajadas	PB	1ºPiso	2ºPiso	3ºPiso	Azotea	Sección (cm ²)
1	1,24	1,24	1,24	1,24	-	4,96
2	1,15	1,15	1,15	1,15	-	4,60
3	1,77	1,77	1,77	1,77	-	7,08
4	-	-	-	-	1,15	1,15

Como se menciona anteriormente, para las bajadas se utiliza cañería PN 12 Magnum, luego de la siguiente tabla del catálogo se determina la sección a utilizar:

Presión nominal	Medida (mm)	de (mm)	di (mm.)	e (mm.)	sección (cm ²)
<p>Acqua System PN12</p>	20	20	16.2	1.9	2.06
	25	25	20.4	2.3	3.27
	32	32	26	3	5.31
	40	40	32.6	3.7	8.35
	50	50	40.8	4.6	13.07
	63	63	51.4	5.8	20.75
	75	75	61.2	6.9	29.42
	90	90	73.6	8.2	42.54

Por lo tanto, las bajadas quedan con las siguientes dimensiones:

BAJADA	SECCIÓN (cm ²)		DIÁMETRO (m)	DIÁMETRO (Pulgadas)
	TEÓRICA	ADOPTADA		
1	4,96	5,31	0,025	1"
2	4,60	5,31	0,025	1"
3	7,08	8,35	0,032	1 1/4"
4	1,15	2,06	0,013	1/2"

Luego se calcula el colector. Para determinar la sección del colector se procede a comparar las secciones teóricas calculadas y las realmente adoptadas en obra. En este caso, para 3 o más bajadas, es la suma de la sección de cañería de bajada mayor, más el 50% de la suma de las secciones de bajada de las restantes cañerías.

Para determinar la sección del puente de empalme y colector se precede a comparar las secciones teóricas calculadas y las realmente adoptadas en obra.

$$P. E y C = 7,08 + \frac{4,96 + 4,60 + 1,15}{2} = 12,44 \text{ cm}^2$$

Finalmente, el diámetro adoptado es de **0,04 m (1 1/2")**.

En cuanto a los ruptores de vacío, se establece que deben tener un diámetro menor que el de la bajada, por lo tanto se van a tener:

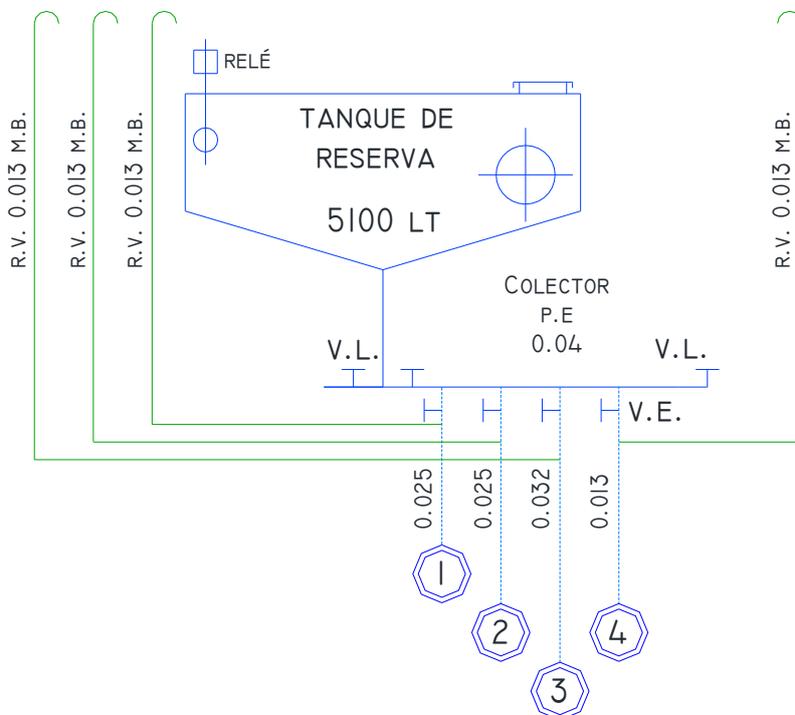


BAJADA A	RUPTOR DE VACÍO			
	Diám. Bajada (m)	Diám. Bajada (Pulgadas)	Diám. Ruptor (m)	Diám. Ruptor (Pulgadas)
1	0,025	1"	0,013	1/2"
2	0,025	1"	0,013	1/2"
3	0,032	1 1/4"	0,013	1/2"
4	0,013	1/2"	0,013	1/2"

En lo que respecta a las cañerías de distribución, se colocan los siguientes:

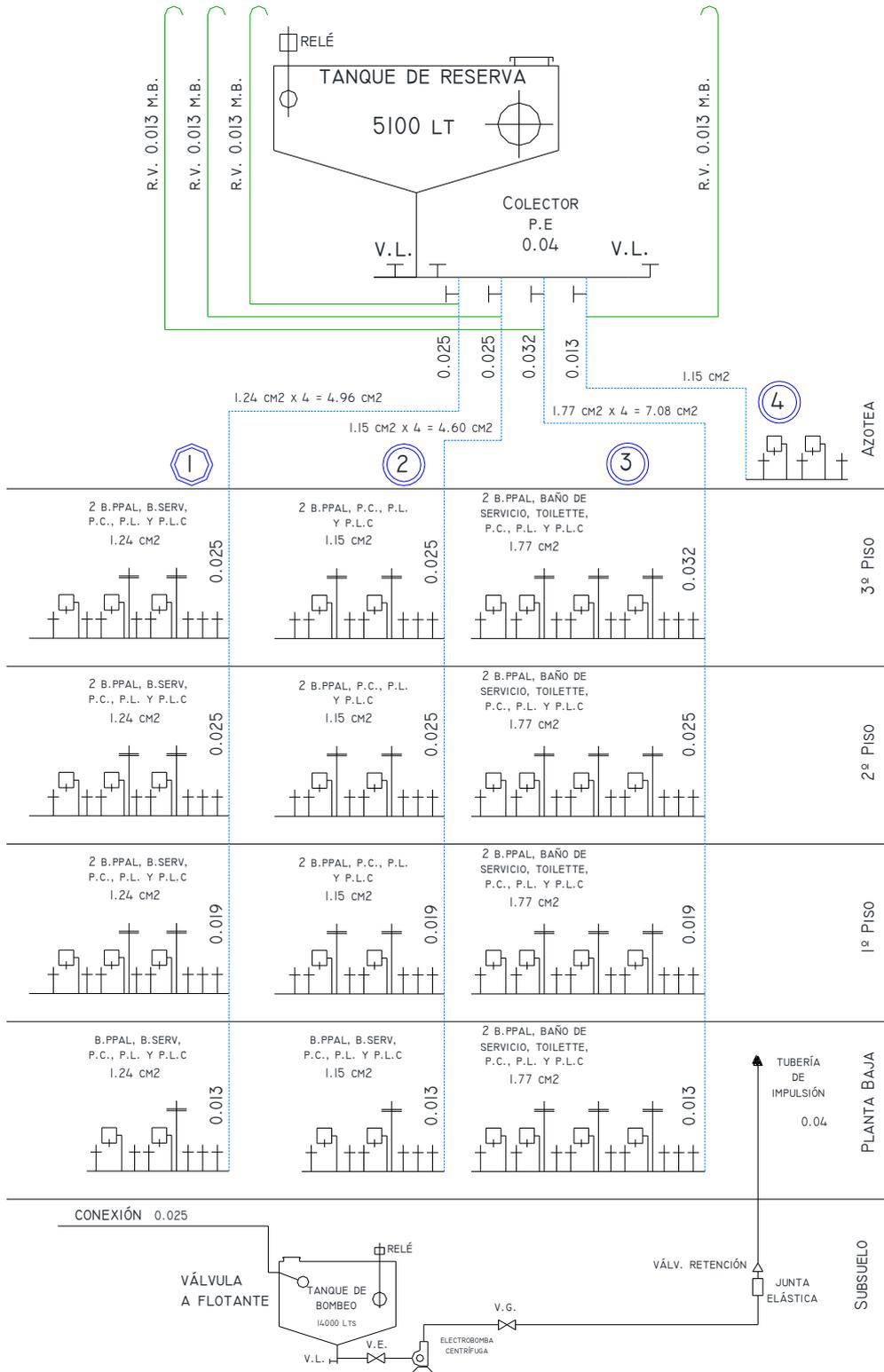
- La alimentación de la caldera es de ϕ 3/4".
- La distribución de agua fría es de ϕ 1/2".
- La distribución de agua caliente es de ϕ 1/2".
- Para cada baño completo y toilette se colocan 2 LL.P. ϕ 1/2" para agua fría y caliente.
- Para bacha de cocina 2 LL.P. ϕ 1/2" para agua fría y caliente.
- Para pileta de lavar 2 LL.P. ϕ 1/2" para agua fría y caliente.
- Para lava ropa 1 LL.P. ϕ 1/2".
- Para lava vajilla 1 LL.P. ϕ 1/2".
- Para caldera 2 LL.P. ϕ 3/4".

En la siguiente figura, se muestra en detalle el proyecto del puente de empalme y colector, con sus accesorios.





2.3.4. Esquema General de Instalación de Agua





3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En esta sección se proyecta todo lo relacionado con la protección del edificio frente al fuego. Para su realización se tiene en cuenta el Código de Edificación (Ordenanza 9387/95), con sus modificaciones y decretos; la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley 19587) y su Decreto Reglamentario 351/79; las condiciones a cumplir por Bomberos; y las Normas IRAM relacionadas con carga y resistencia al fuego.

3.1 GENERALIDADES

Cuando se habla de incendio, se refiere a un fuego de cierta magnitud que abraza lo que no está destinado a arder. La protección contra incendios consiste en que los ocupantes del edificio no sufran ningún daño, permitiendo evacuar rápidamente por sus propios medios y llegar hasta un lugar seguro. Como segunda instancia se evalúa la posibilidad de proteger el propio edificio y las instalaciones.

Para ello, deben cumplimentarse un conjunto de condiciones constructivas, instalaciones y equipamientos que tiendan a lograr los siguientes objetivos:

- Dificultar la gestación de incendios.
- Evitar la propagación del fuego y los efectos de gases tóxicos.
- Permitir la permanencia de los ocupantes del edificio hasta su evacuación.
- Facilitar el acceso y las tareas de evacuación por parte del personal de Bomberos.
- Proveer las instalaciones de detección y extinción.

La protección contra incendios comprende tres aspectos básicos que son:

Protección preventiva

Su objetivo es evitar el origen del incendio y se ocupa del análisis de las instalaciones eléctricas, gas, calefacción, hornos, chimeneas, uso de inflamables y de cualquier otro elemento o equipo susceptible de originar directa e indirectamente un incendio.

Protección pasiva o estructural

Su objetivo es impedir la propagación de los incendios y comprende dos condiciones que se deben cumplir en los edificios:

- Situación de los edificios en cuanto a su emplazamiento.
- Construcción de los edificios e instalaciones en general, resistencia al fuego de los materiales y elementos, subdivisiones, muros cortafuego, puertas contra incendio, medios de escape, etc.

Protección activa o extinción

Su objetivo es la extinción de los incendios y trata lo relacionado a:

- Equipos manuales de extinción o matafuegos.
- Equipos de mediana envergadura.
- Instalaciones fijas contra incendio (agua, anhídrido carbónico, polvo químico y otras).
- Instalaciones de alarma, avisadores, detectores.
- Iluminación de emergencia.

Así, en función de los usos de los edificios y de los riesgos de incendio implícitos, se establece en el Código de Edificación y en la Ley de Higiene y Seguridad, el cumplimiento de determinadas condiciones generales y específicas:

- **Condiciones de Situación:** en relación a la ubicación.



- **Condiciones de Construcción:** se refiere a la disposición de locales, características de muros, dimensiones de puertas y vías de escape.
- **Condiciones de Extinción:** se refiere a los equipos que debe contar el edificio una vez producido el incendio.

Antes de continuar, es necesario definir ciertos términos que van a ser utilizados a lo largo de esta sección.

Sector de incendio: es el local o conjunto de locales, delimitados por muros y entrepisos de resistencia al fuego acorde al riesgo y la carga de fuego que contienen, comunicado con un medio de escape seguro.

Riesgo de Incendio: es un número adimensional que permite considerar diversas categorías en función de los materiales empleados con relación a su comportamiento frente al fuego. Se establecen siete tipos de riesgos:

Riesgo 1 - Materiales explosivos: sustancias susceptibles de producir en forma súbita una reacción exotérmica con generación de grandes cantidades de gases. Ejemplo: diversos nitroderivados orgánicos, pólvoras, determinados ésteres nítricos y otros similares.

Riesgo 2 – Materiales inflamables: líquidos que pueden emitir vapores que mezclados con proporciones adecuadas de aire originan mezclas combustibles. Ejemplo: alcohol, éter, nafta, kerosene, acetona, aguarrás.

Riesgo 3 – Materiales muy combustibles: materiales que expuestos al aire puede estar encendidos, y si se quita la fuente de ignición continúan ardiendo. Ejemplo: hidrocarburos pesados, madera, papel, tejidos de algodón.

Riesgo 4 – Materiales combustibles: materiales que pueden mantener la combustión aún después de suprimida la fuente externa de calor, requiriendo en general un abundante flujo de aire. Ejemplo: plásticos, cueros, lanas, maderas.

Riesgo 5 – Materiales poco combustibles: materiales que se encienden al ser sometidos a altas temperaturas pero cuya combustión invariablemente cesa al ser apartada de la fuente de calor. Ejemplo: celulosa artificial.

Riesgo 6 – Materiales incombustibles: aquellos que al ser sometidos a llama o calor pueden sufrir cambios en su estado físico, acompañado o no de reacciones químicas endotérmicas, sin formación de materia combustible alguna. Ejemplo: hierro, plomo.

Riesgo 7 – Materiales refractarios: aquellos que al ser sometidos a altas temperaturas, hasta 1500 °C, aún durante períodos muy prolongados, no alteran ninguna de sus características físicas o químicas. Ejemplo: amianto, ladrillo refractario, etc.

La peligrosidad y magnitud del incendio no solo está relacionada con los materiales empleados, sino también, con la actividad residencial del edificio. Para el proyecto del edificio en cuestión, se asume un **Riesgo 3** que corresponde a materiales muy combustibles.

Resistencia al Fuego: es el tiempo durante el cual, los materiales sometidos a la acción del fuego, conservan sus cualidades funcionales. Interesa la reducción de resistencia mecánica, pérdida de sección y gradientes térmicos. Se indica con la letra **F** seguida de un número que indica el tiempo asignado en minutos, en que un elemento estructural o constructivo pierde su capacidad resistente o funcional, en un ensayo de incendio. En el cuadro siguiente, se observa la resistencia al fuego de cerramientos o estructuras empleados en la construcción:



TIPO	ESPESOR (cm)	RESISTENCIA AL FUEGO (min)
Techos de chapa aluminio, acero, plástico sin revestir	-	≤ F 30
Placas o chapas de fibrocemento	-	≤ F 30
Maderas	-	-
Estructuras metálicas no protegidas con revestimiento	-	≤ F 30
Tabiques de ladrillos comunes	7	F 30
Tabiques de ladrillos huecos	10	F 30
Tabiques o placas de hormigón	5	F 30
Bloques huecos de hormigón	10	F 30
Cielorrasos de yeso o cal armados con metal desplegado	-	F 30
Mampostería de ladrillos comunes	10	F 60
Mampostería de ladrillos huecos	14	F 60
Tabique de hormigón armado	7	F 60
Losa de hormigón armado	8	F 60
Bloques huecos de hormigón	15	F 60
Mampostería de ladrillos comunes	15	F 120
Mampostería de ladrillos huecos	24	F 120
Tabique, viga o losa de hormigón armado	10	F 120
Bloques huecos de hormigón	30	F 120
Losa de ladrillos cerámicos	15	F 120
Mampostería de ladrillos comunes	30	F 240
Pared, columna, viga o losa de hormigón armado	18	F 240
Bloques huecos de hormigón	45	F 240
Losas de ladrillos cerámicos	22	F 240

RESISTENCIA AL FUEGO NORMALIZADA

RESISTENCIA AL FUEGO	DURACIÓN ENSAYO	DENOMINACIÓN
F 30	30 minutos	Retardador
F 60	60 minutos	Resistente al Fuego
F 90	90 minutos	Resistente al Fuego
F 120	120 minutos	Resistente al Fuego
F 180	180 minutos	Altamente Resistente al Fuego

En el caso de materiales empleados en la construcción del edificio, la resistencia al fuego de muros de mampostería de ladrillos huecos es de **F60** y para vigas, columnas y losas de hormigón armado de espesor 18 cm es de **F240**. Esos son los valores que se van a utilizar a la hora de realizar los cálculos.

Carga de Fuego: es el peso de la madera por unidad de superficie (kg/m^2), capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente al peso de los materiales contenidos en el mismo. El patrón de referencia es la madera cuyo poder calorífico se considera 4400 Kcal/kg. La carga de fuego permite seleccionar el matafuego según su potencia extintora para cada local y a su vez, permite determinar cuáles deben ser las resistencias al fuego mínimas de los materiales de construcción de los locales.

Se establece la siguiente relación:

$$C = \frac{P \cdot pc}{4400 \cdot A}$$



Donde C es la carga de fuego en kg/m^2 , P es la cantidad de material contenido en el sector de incendio en kg, pc es el poder calorífico del material en Kcal/kg, A es el área del sector de incendio en m^2 y 4400 es el poder calorífico de la madera (Kcal/kg). A continuación se puede observar una tabla de poderes caloríficos para ciertos materiales:

Material	P calorífico (kcal/kg)
Maderas	3.900 a 5.000
Textiles	4.400 a 5.000
Gomas	8.300 a 10.500
Papel, celulosa	3.900 a 4.200
Materias grasas	7.500 a 9.500
Combustibles líquidos	10.000 a 11.000
Combustibles sólidos	5.500 a 7.800
Plásticos	4.000 a 10.000

3.2 CONDICIONES DE SITUACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y EXTINCIÓN

A continuación, se van desarrollar las condiciones que debe cumplir la Torre IV y V del Condominio Fontanas del Sur.

3.2.1 Condiciones de Situación

Las condiciones de situación constituyen requerimientos específicos de emplazamiento y accesos a edificios, conforme a su característica de riesgo de incendio.

Condiciones generales de situación

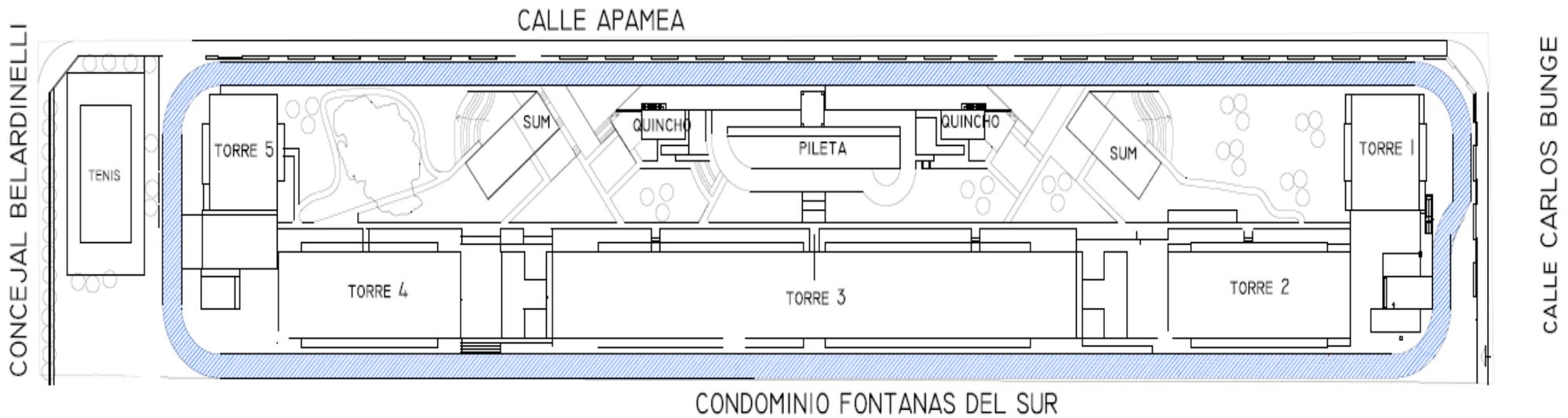
En todo edificio o conjunto edilicio que se desarrolle en un predio de más de 8000 m^2 se deben disponer facilidades para el acceso y circulación de los vehículos del servicio contra incendio de los bomberos.

Teniendo en cuenta que se trata de un condominio de viviendas compuesto por 5 torres ubicadas dentro de un predio de 16.464 m^2 , se concibió en el diseño del complejo, la facilidad para la circulación en todo el perímetro de los vehículos de emergencia, contemplando diámetros de giro acorde para vehículos de gran porte. Asimismo, se definieron sectores para el emplazamiento y maniobra de los servicios de emergencia, en sectores próximos a los accesos de cada torre para una eficiente intervención si fuera necesario.

En el croquis siguiente se observa la facilidad para el ingreso de los servicios de emergencia y las dimensiones de dicha circulación:



FACILIDADES INGRESO DE SERVICIO DE EMERGENCIA	
Cantidad de ingresos / egresos vehiculares:	2, situados sobre frente y contrafrente de la edificación.
Anchos libres de paso:	5 y 6 m respectivamente.
Ancho libre paso interno:	4 m libres en todo su recorrido.
Radio de giro mínimo:	8,5 m mínimo.





Condiciones específicas de situación

Las condiciones específicas de situación están caracterizadas con la letra S, seguida del número de orden. Se indican en el siguiente cuadro:

USOS		Riesgo	Condiciones Específicas de Situación	
			S 1	S 2
Vivienda residencia colectiva		3		
	Banco, Hotel	3		•
Comercio	Actividades administrativas	3		•
	Locales comerciales	2		•
		3		•
		4		•
	Galería comercial	3		•
Sanidad y salubridad	4		•	
Industria		2		•
		3		•
		4		•
Depósito de garrafas		1	•	•
Depósitos		2	•	•
		3		•
		4		•
Educación		4		
Espectáculos y Diversiones	Cine Teatro (200 localidades)	3		
	Televisión	3		•
	Estadio	4		•
	Otros rubros	4		•
Actividades religiosas		4		
Actividades culturales		4		
Automotores	Estación de servicio - Garaje	3		•
	Industria - T. Mecánico - Pintura	3		•
	Comercio - Depósito	4		•
	Guarda mecanizada	3		•
Aire libre inclusive playas de estacionamiento	Depósitos e industrias	2		•
		3		•
		4		•

Como se puede observar en el cuadro, para vivienda residencia colectiva no se requieren condiciones específicas de situación.

3.2.2 Condiciones de Construcción

Las condiciones de construcción constituyen requerimientos constructivos que se relacionan con las características del riesgo de los sectores de incendio.

Condiciones generales de construcción

A continuación, se nombran las condiciones generales extraídas de la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, correspondiente a los artículos 160 a 187 de la reglamentación aprobada por Decreto 351/79, que se tuvieron en cuenta para cumplir con los requerimientos constructivos, aplicados al proyecto.

“6.1.1. Todo elemento constructivo que constituya el límite físico de un sector de incendio, deberá tener una resistencia al fuego, conforme a lo indicado en el respectivo cuadro de «Resistencia al Fuego», (F), que corresponda de acuerdo a la naturaleza de la ventilación del local, natural o mecánica.”



En este caso, como se menciona, del siguiente cuadro se obtiene el riesgo de incendio en función de las actividades predominantes del edificio. Es importante mencionar que se va a separar el análisis en dos, considerando primeramente las unidades departamentales y luego el sector de cocheras ubicado en el subsuelo.

Actividad predominante	Clasificación de los materiales según su combustión						
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5	Riesgo 6	Riesgo 7
	Explosivo	Inflamable	Muy combust.	Combust.	Poco combust.	Incomb.	Refrac.
Residencial Administrativo	NP	NP	R3	R4	--	--	--
Comercial Industrial Depósito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos Cultura	NP	NP	R3	R4	--	--	--

NP = No Permitido

Para el caso residencial se observa un **Riesgo 3 – Muy Combustible**. Determinado el riesgo, ahora se determina la carga de fuego. Dado que los materiales que se encuentran dentro de cada sector no son de poderes caloríficos extraordinarios o excepcionales y que las actividades desarrolladas en esos sectores son de características estándares, se adopta una **carga de fuego de entre 15-30 kg/m²**.

Conocida la carga de fuego, determinamos la resistencia al fuego de los elementos estructurales y constructivos a partir del siguiente cuadro, teniendo en cuenta que los sectores de incendio analizados se encuentran ventilados naturalmente:

CARGA DE FUEGO	RIESGO				
	Riesgo 1 Explosivo	Riesgo 2 Inflamable	Riesgo 3 Muy combust.	Riesgo 4 Combustible	Riesgo 5 Poco combust.
Menor ó igual a 15 Kg/m ²	NP	F 60	F 30	F 30	--
15 a 30 Kg/m ²	NP	F 90	F 60	F 30	F 30
30 a 60 Kg/m ²	NP	F 120	F 90	F 60	F 30
60 a 100 Kg/m ²	NP	F 180	F 120	F 90	F 60
Mayor a 100 Kg/m ²	NP	F 180	F 180	F 120	F 90

Se obtiene que la Resistencia al Fuego de los materiales de construcción empleados en muros en los palieres y departamentos debe ser como mínimo de **F60**. Teniendo en cuenta que se utiliza mampostería de ladrillo hueco (F60) y losas, vigas y columnas de hormigón armado de espesor 18 cm (F240), se cumple con dicho requerimiento.

En cuanto al subsuelo, dada la presencia de instalaciones o servicios propios y los espacios de guarda vehículos del edificio, se establece un **Riesgo 3 – Muy combustible**. Debido a la presencia de tantos autos junto a las instalaciones y demás, se establece un valor de **carga de fuego de entre 70-90 kg/m²**. De tabla, se obtiene que la resistencia al fuego de los materiales de construcción empleados en el subsuelo



deba ser como mínimo **F180**. Teniendo en cuenta que en el subsuelo se utiliza mampostería de ladrillo de 30 cm de espesor (F240) y losas, vigas y columnas de hormigón armado de espesor 18 cm (F240), se cumple con dicho requerimiento.

Las restantes condiciones que se tuvieron en cuenta a la hora del diseño del proyecto son:

“**6.1.2.** Las puertas que separen sectores de incendio de un edificio, deberán ofrecer igual resistencia al fuego que el sector donde se encuentran, su cierre será automático. El mismo criterio de resistencia al fuego se empleará para las ventanas.”

“**6.1.3.** En los riesgos 3 a 7, los ambientes destinados a salas de máquinas, deberán ofrecer resistencia al fuego mínima de F 60, al igual que las puertas que abrirán hacia el exterior, con cierre automático de doble contacto.”

“**6.1.4.** Los sótanos con superficies de planta igual o mayor que 65 m² deberán tener en su techo aberturas de ataque, del tamaño de un círculo de 0,25 m. de diámetro, fácilmente identificable en el piso inmediato superior y cerradas con baldosas, vidrio de piso o chapa metálica sobre marco o bastidor. Estas aberturas se instalarán a razón de una cada 65 m². Cuando existan dos o más sótanos superpuestos, cada uno deberá cumplir el requerimiento prescripto. La distancia de cualquier punto de un sótano, medida a través de la línea de libre trayectoria hasta una caja de escalera, no deberá superar los 20 m. Cuando existan 2 o más salidas, las ubicaciones de las mismas serán tales que permitan alcanzarlas desde cualquier punto, ante un frente de fuego, sin atravesarlo.”

“**6.1.5.** En subsuelos, cuando el inmueble tenga pisos altos, el acceso al ascensor no podrá ser directo, sino a través de una antecámara con puerta de doble contacto y cierre automático y resistencia al fuego que corresponda.”

“**6.1.6.** A una distancia inferior a 5,00 m. de la Línea Municipal en el nivel de acceso, existirán elementos que permitan cortar el suministro de gas, la electricidad u otro fluido inflamable que abastezca el edificio. Se asegurará mediante línea y/o equipos especiales, el funcionamiento del equipo hidroneumático de incendio, de las bombas elevadoras de agua, de los ascensores contra incendio, de la iluminación y señalización de los medios de escape y de todo otro sistema directamente afectado a la extinción y evacuación, cuando el edificio sea dejado sin corriente eléctrica en caso de un siniestro.”

Condiciones específicas de construcción

Las condiciones específicas de construcción son caracterizadas por la letra C seguida de un número de orden. Se indican en el siguiente cuadro, en el que se establecen los requisitos que deben cumplir los edificios según sus usos.



USOS		Riesgo	Condiciones Específicas de Construcción											
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	
Vivienda residencia colectiva		3	•											
	Banco, Hotel	3	•											•
Comercio	Actividades administrativas	3	•											
	Locales comerciales	2	•							•				
		3	•		•					•				
		4	•			•				•				
	Galería comercial	3		•										•
	Sanidad y salubridad	4	•									•		
Industria	2	•						•		•				
	3	•		•										
	4	•			•									
Depósito de garrafas		1												
Depósitos	2													
	3	•		•					•					
	4	•			•				•					
	4	•												
Educación		4	•											
Espectáculos y Diversiones	Cine Teatro (200 localid.)	3	•				•					•	•	
	Televisión	3	•		•								•	
	Estadio	4	•										•	
	Otros rubros	4	•										•	
Actividades religiosas		4	•											
Actividades culturales		4	•											•
Automotores	Estación servicio - Garaje	3	•							○				
	Indust.-T. Mecán.-Pintura	3	•		•									
	Comercio - Depósito	4	•			•								
	Guarda mecanizada	3	•											
Aire libre inclusive playas de estacionamiento	Depósitos e industrias	2												
		3								•				
		4								•				

○ Garaje: No cumple la condición C8 cuando tiene expendio de combustible.

Como se observa en el cuadro anterior, para vivienda residencia colectiva, debe cumplirse la condición C1, que se tuvo en cuenta a la hora del diseño:

“Las cajas de ascensores y montacargas deben estar limitadas por muros de resistencia al fuego correspondientes al sector de incendio. Las puertas deben tener una resistencia al fuego no menor al exigido para los muros y estar provisto de cierre de doble contacto y cierrapuertas.”

Para cumplir este requerimiento, se construye la caja de ascensores con hormigón armado (F240) y se colocan puertas ignífugas rellenas con lana mineral 5 cm de doble contacto y cierrapuertas.

3.2.3 Condiciones de Extinción

Las condiciones de extinción constituyen el conjunto de exigencias destinadas a suministrar los medios que faciliten la extinción de un incendio en sus distintas etapas. En la sección 6.1 del anexo se estudian ciertos conceptos que hacen a la mejor interpretación de la presente sección.



Establecidos esos conceptos, se procede a proyectar los siguientes componentes para la protección frente al fuego para el caso que compete:

- Sistema de extintores
- Sistema de hidrantes
- Sistema de iluminación de emergencia
- Sistema de detección y alarma de incendio
- Sistema de presurización de caja de escaleras
- Señalización de seguridad y evacuación
- Medios de escape
- Aislamiento del riesgo – sectorización horizontal y vertical

Para ello, se tienen en cuenta las siguientes condiciones generales de extinción extraídas de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, correspondiente a los artículos 160 a 187 de la reglamentación aprobada por Decreto 351/79, que se tienen en cuenta para cumplir con los requerimientos aplicados al proyecto.

“7.1.1. Todo edificio deberá poseer matafuegos con un potencial mínimo de extinción equivalente a 1 A y 5 BC, en cada piso, en lugares accesibles y prácticos, distribuidos a razón de 1 cada 200 m² de superficie cubierta o fracción. La clase de estos elementos se corresponderá con la clase de fuego probable.”

“7.1.2. La autoridad competente podrá exigir, cuando a su juicio la naturaleza del riesgo lo justifique, una mayor cantidad de matafuegos, así como también la ejecución de instalaciones fijas automáticas de extinción.”

“7.1.3. Salvo para los riesgos 5 a 7, desde el segundo subsuelo inclusive hacia abajo, se deberá colocar un sistema de rociadores automáticos conforme a las normas aprobadas.”

“7.1.4. Toda pileta de natación o estanque con agua, excepto el de incendio, cuyo fondo se encuentre sobre el nivel del predio, de capacidad no menor a 20 m³, deberá equiparse con una cañería de 76 mm de diámetro, que permita tomar su caudal desde el frente del inmueble, mediante una llave doble de incendio de 63,5 mm de diámetro.”

3.2.3.1 Sistema de extintores

Previsiones asociadas al ítem

En los edificios, además de los riesgos vinculados al uso de vivienda, cuya magnitud depende exclusivamente del control que mantengan sus ocupantes, se deben considerar otros que tienen su origen en las instalaciones o servicios propios del edificio, y particularmente en este caso, en los espacios de guarda de vehículos. Por ello la especificidad de los sistemas de extinción va a depender y variar en función de la protección considerada. En general, los extintores, van a servir en la primera línea de defensa contra los efectos y riesgos de un incendio y su ventaja fundamental radica en su portabilidad y facilidad de localización pudiendo ser activado y utilizado por cualquier persona dispuesta a usarlo.

Criterios de diseño

El criterio de diseño está caracterizado por los siguientes factores:

- La funcionalidad y accesibilidad a cada sector del edificio.
- La compartimentación de los distintos espacios proyectados, que es relevante para el caso estudiado.
- Los factores de riesgo crítico como son las salas técnicas, cocheras y depósitos.



- El tipo material combustible, que es básicamente clase AC.
- La densidad del contenido, que en general es baja.
- La posibilidad de intervención, que en cualquier edificio se ven reducidas.
- Las limitaciones o incompatibilidades, que surgen sólo en espacios cerrados, o con energía de potencia.
- Las características de los ocupantes, que en el caso de edificio es muy variada.
- Los elementos de valor que pueden ser dañados, como es el caso de servicios esenciales (ascensores, bombas).

Consideraciones para su emplazamiento

El diseño respeta las siguientes consideraciones en cuanto a su emplazamiento:

- Se instalará como mínimo uno en cada nivel o sector de palier. El proyecto va a alcanzar todas las zonas que pueden resultar siniestradas.
- Junto a los accesos a los distintos recintos, pero fuera de él o bien cercanos a la escalera de circulación principal. Se asegura así la disponibilidad del equipo en lugares que resulten siniestrados.
- Cerca de los puntos de riesgo crítico, como lo son las salas de tableros y medición, ascensores y depósitos que no vayan a ser controlados.
- Se respetan distancias o áreas máximas en espacios abiertos como cocheras. Se disponen uniformemente cubriendo un área entre 140 y 280 m², sin superar la distancia de alcance (entre 15 y 22 m). Su emplazamiento permite un rápido y fácil acceso sin obstrucciones.

Consideraciones para su funcionamiento

El proyecto está condicionado a las siguientes premisas:

- Que los equipos estén ubicados adecuadamente y listos para funcionar.
- Que sean para el tipo de fuego que se pueda producir.
- Que se descubra el fuego mientras aún éste no sea de envergadura.
- Que el fuego sea descubierto por una persona que este dispuesta a utilizar adecuadamente los extintores.

Consideraciones sobre sus limitaciones

El proyecto se limita en función de las siguientes consideraciones:

- Peso del matafuego (capacidad física del usuario): se utilizan preferentemente equipos de no más de 5 kg.
- Corrosión (condiciones ambientales): este aspecto no limita el proyecto.
- Reacción del agente extintor (posibilidad de reacciones adversas): no se esperan.
- Incompatibilidad con el área (desplazamiento de oxígeno o visibilidad): para el caso de espacios cerrados cuando se intervenga con CO₂ o polvo químico seco.
- Unidades grandes o sobre ruedas (movilidad en el área instalada): no influye en el proyecto.
- Viento y corrientes de aire (equipos capaces de sobrellevar esas condiciones): solo para siniestro originados o propagados en o desde el exterior del edificio.
- Disponibilidad del personal (número de personas, entrenamiento y capacidad): este aspecto es limitante atentando a la idiosincrasia y variabilidad de los ocupantes del edificio.

Tipos de agentes

POLVO QUÍMICO SECO – USOS Y LIMITACIONES

Son estables, sin embargo algunos de sus aditivos pueden fundirse al exponerse a altas temperaturas. Sus componentes no son tóxicos, sin embargo, la descarga de



grandes cantidades puede causar algunas dificultades temporales de la respiración e interferir con la visibilidad. Debido a la rapidez de actuación, se los utiliza fundamentalmente sobre fuegos de superficie de materiales sólidos, sin embargo, debido a que no producen atmósferas inertes duraderas por encima de la superficie, favorecen la reignición. No son normalmente utilizados sobre instalaciones con componentes eléctricos, ya que los compuestos aseguran sus propiedades aislantes tiene la leve corrosividad del polvo puede dañar las partes no afectadas.

AGENTES GASEOSOS – ANHÍDRIDO CARBÓNICO

Extinguen por sofocación, acompañando con una pequeña acción enfriadora no relevante. Al tratarse de un gas, posee una excelente capacidad de penetración. Refrigerera por acción directa. Es un agente dieléctrico, no se considera conductor de la electricidad. A temperatura ambiente es inerte, licuable y solidificable. No es tóxico ni corrosivo. Puede provocar daños (asfixia), por ello requiere el desalojo previo de las instalaciones. Su utilización habitual es en el interior y no en exteriores, ya que se anula el efecto de sofocación.

Criterios de distribución – selección y emplazamiento por sector

Cada piso en paliers: un extintor cada no más de 15 m de recorrido horizontal, en cualquier dirección de acceso libre. En plantas de piso con superficie mayor a los 200 m² se ubican dos extintores ABC de 5 kg.

Cocheras: un extintor hasta 200 m² y un extintor más cada 200 m² adicionales o fracción. En general se ubican extintores ABC de 5 kg. Se disponen adicionalmente idéntico número de baldes cóncavos con asa de 10 lts cada uno pintados color rojo normalizado llenos de arena. Cada 4 baldes se coloca un tacho de 200 lts lleno de arena a modo de abastecimiento.

Depósitos generales: dos extintores hasta 200 m² y un extintor más cada 200 m² adicionales o fracción. Se colocan 50% extintores de ABC por 5 kg y 50% extintores de CO₂ por 5 kg.

Sectores de riesgo eléctrico y salas de máquinas: un extintor en el acceso a cada local. Extintores de CO₂ de 5 kg.

Reguladores de gas: un extintor en el acceso a cada local extintores ABC de 5 kg.

A continuación, una tabla resumen de tipo y cantidad de extintores manuales:

AGENTE EXTINTOR	CAPACIDAD	Extintores Manuales - Torre IV						Total
		Subsuelo	PB	1º Piso	2º Piso	3º Piso	Azotea	
Baldes de arena	10 Lts	3	-	-	-	-	-	3
Gas Carbónico	3,5 Kg	1	-	-	-	-	2	3
Polvo Químico Seco	5 Kg	5	3	2	2	2	4	18
Espuma Mecánica	-	-	-	-	-	-	-	-
Halón	-	-	-	-	-	-	-	-
Extintores totales	-	9	3	2	2	2	6	24



AGENTE EXTINTOR	CAPACIDAD	Extintores Manuales - Torre V						Total
		Subsuelo	PB	1º Piso	2º Piso	3º Piso	Azotea	
Baldes de arena	10 Lts	2	-	-	-	-	-	2
Gas Carbónico	3,5 Kg	1	-	-	-	-	1	2
Polvo Químico								
Seco	5 Kg	3	1	1	1	1	2	9
Espuma Mecánica	-	-	-	-	-	-	-	-
Halón	-	-	-	-	-	-	-	-
Extintores totales	-	6	1	1	1	1	3	13



Fig.7 : Extintor Tipo ABC – 5 Kg.



Fig.8 : Extintor Tipo BC – 3,5 Kg.

Recomendaciones generales

Los extintores apropiados para más de una clase, deben ser identificados por símbolos múltiples colocados en una secuencia horizontal.

El extintor debe estar accesible y funcionar correctamente a plena carga y aunque no haya sido utilizado se le debe realizar mantenimiento anual al equipo, y después de cada uso deben ser recargados. Cada extintor se instala en un lugar visible, a una altura no mayor a 1,50 m del piso ni menor de 10 cm del piso, cerca de una vía de escape y lejos de posibles riesgos de fuego. Sobre el cuerpo del extintor se encuentra la información relativa a las características de fabricación del cilindro, como ser marca, año de fabricación, presión normal de trabajo y presión de ensayo.

La información relativa al mantenimiento del extintor debe ser proporcionada por la empresa dedicada a la recarga, mediante una etiqueta. La etiqueta indica: nombre o razón social y dirección de la empresa (de recarga), fecha de última intervención de mantenimiento y fecha del último ensayo de presión hidrostática a que ha sido sometido el extintor.

3.2.3.3 Sistema de hidrantes

Se coloca un sistema presurizado cubriendo íntegramente el nivel de cocheras con una interconexión para alimentación de hidrantes ubicados a nivel de PB, que sirven de cobertura adicional al predio de ingreso a cada torre.

Debajo de cada uno de los dos quinchos, se emplazan cisternas que se conectan entre sí y alimentan en forma conjunta al cuadro de bombas de incendio, el cual se ubica de forma equidistante, dentro de un cuarto acondicionado; también, de carácter subterráneo. Dicha reserva de agua, usada exclusivamente para incendio, dispone de 100.000 lts efectivos (50.000 lts por cisterna).



Previsiones asociadas al ítem

El sistema que se propone cuenta con llaves de incendio en cantidad suficiente a nivel de subsuelo y en cercanías de ingreso de cada torre, que se adaptan a la distribución interior. Se alimenta desde un cuerpo de impulsión que asegura prestaciones acordes en presión a caudal constante, en cada uno de los elementos del sistema. La alimentación se logra desde un cuadro de impulsión capaz de generar un caudal de 400 lts/min ($24 \text{ m}^3/\text{h}$). La distribución de dichas llaves obedece a un análisis de cobertura proyectado en base al alcance de las mangueras instaladas. En los planos II – I y II – II se puede observar la distribución de los hidrantes exteriores en la cercanía de ingreso de cada torre. A continuación se presenta un croquis de dicha distribución.

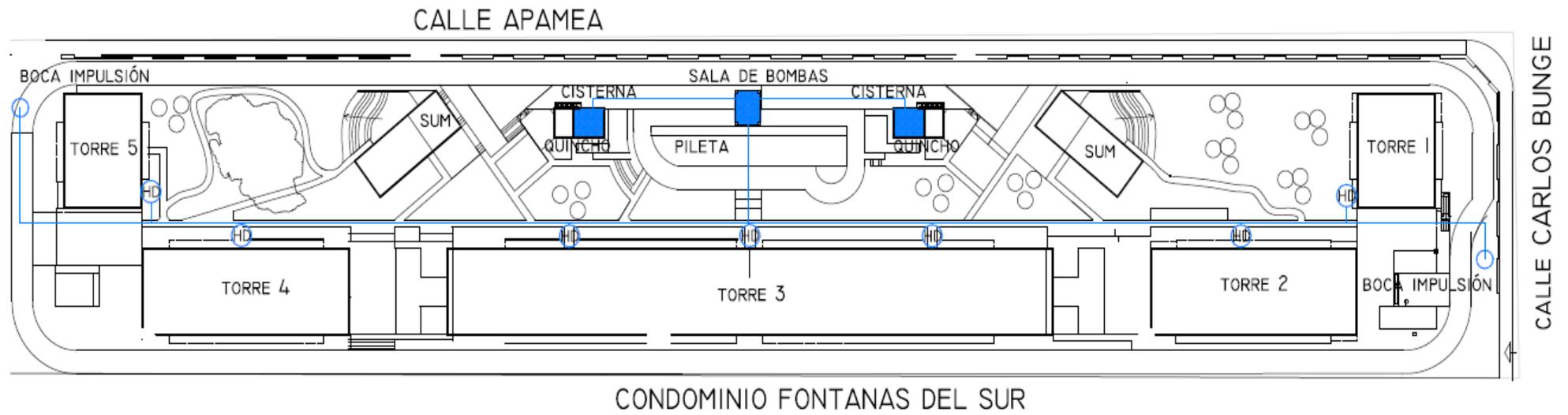


Fig.9 : Hidrantes y bocas de impulsión exteriores



Se instalan llaves de incendio de 2 ½” conectadas a mangueras de mismo diámetro. Esta consideración facilita la operación por parte de personal no calificado, como son los ocupantes del edificio. Las llaves de incendio cuentan con llaves de ajuste y mangas normalizadas por IRAM de 25 m, rematadas con lanzas capaces de generar chorro pleno y niebla. Se colocan dentro de gabinetes de chapa de frente vidriado o material similar, permitiendo una fácil y rápida intervención. En la siguiente figura se puede observar el detalle de los hidrantes exteriores.

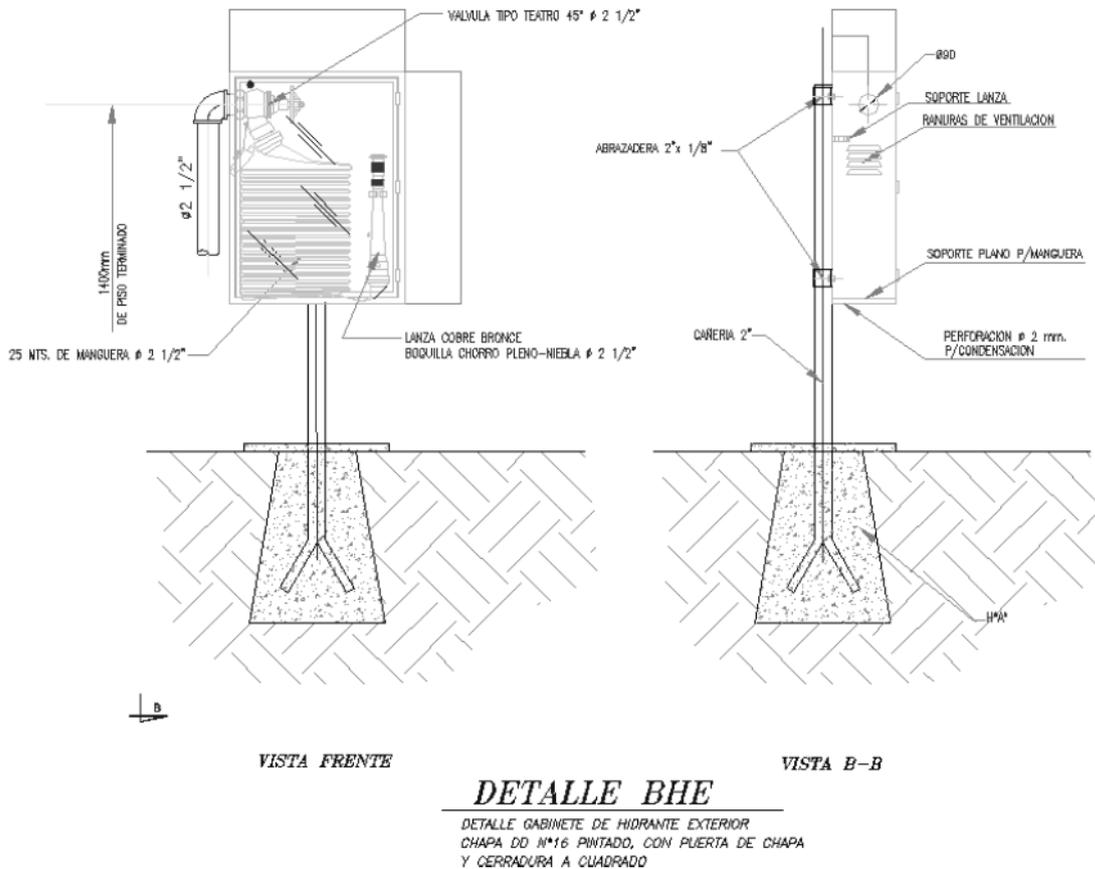


Fig.11 : Detalle de montaje de hidrantes exteriores en predio

En cuanto a los hidrantes interiores de cocheras, se instalan llaves de incendio de 1 ¾” conectadas a mangueras de mismo diámetro. Las llaves de incendio cuentan con llaves de ajuste y mangas normalizadas por IRAM de 25 m, rematadas con lanzas capaces de generar chorro pleno y niebla. Se colocan dentro de gabinetes de chapa de frente vidriado o material similar, permitiendo una fácil y rápida intervención. En la siguiente figura se puede observar el detalle de los hidrantes interiores.

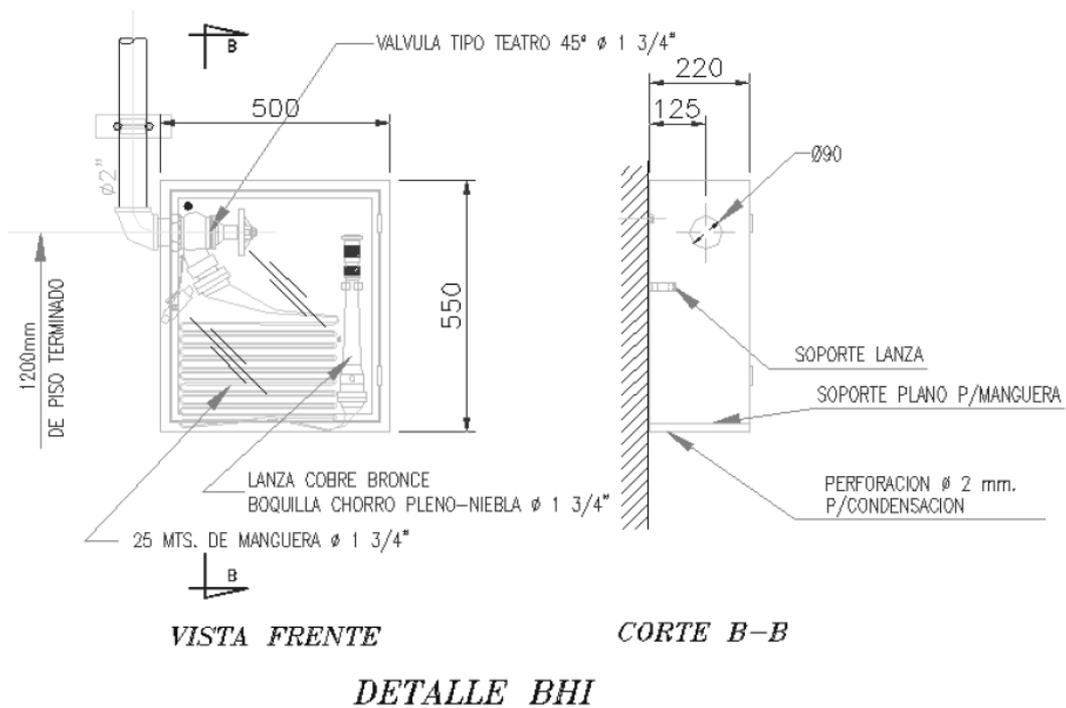
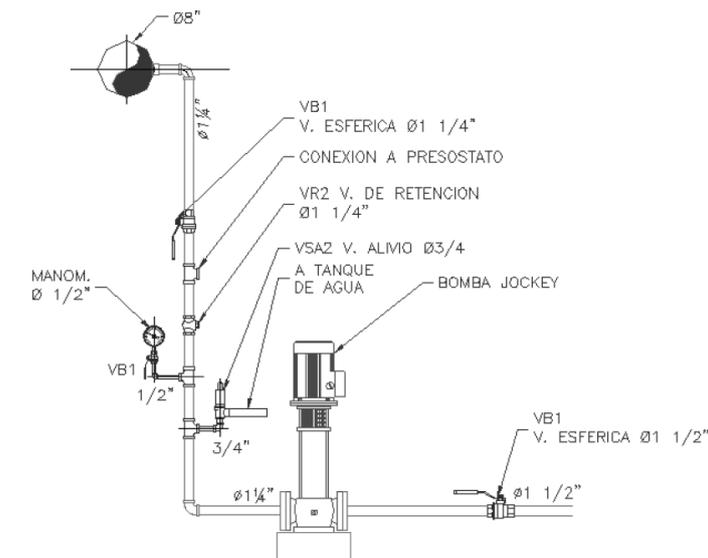


Fig.12 : Detalle de montaje de hidrantes interiores de cocheras

El sistema de impulsión, prevé el funcionamiento de 2 bombas principales y una de presurización tipo jockey. El sistema permite que cuando suceda una pequeña depresión en el sistema, arranque la bomba jockey para compensarla. Si esto no pasa, y la presión continua cayendo, se accionará la primera electrobomba, enclavando la anterior. Si esta fallara, será compensada por la segunda bomba, supliendo la presión y el caudal necesario, o sea que esta última actua de modo de backup por fallas o imprevistos del sistema. La bomba jockey aporta entre el 3% y 5% del caudal de las bombas principales. En la figura siguiente, se observa la conexión de la bomba presurizadora de jockey.





La alimentación eléctrica es independiente de la acometida general de servicios, y su arranque es automático por despresurización de la cañería y parada manual desde el tablero. El sistema es alimentado mediante conductores de sección adecuada a la potencia instalada. Su instalación, dentro de una sala acondicionada, mantiene buena accesibilidad para maniobra y está aislado de riesgo. Se dispone de un cerramiento que lo independiza de humos y llamas y lo protege de las inclemencias del tiempo. Se asegura una presión de aspiración positiva permanente, lo que significa contemplar una diferencia de nivel equivalente entre la unión de succión de las bombas y el centro de gravedad de la reserva de agua. En la siguiente figura, se observa un diagrama unifilar del sistema de bombeo:

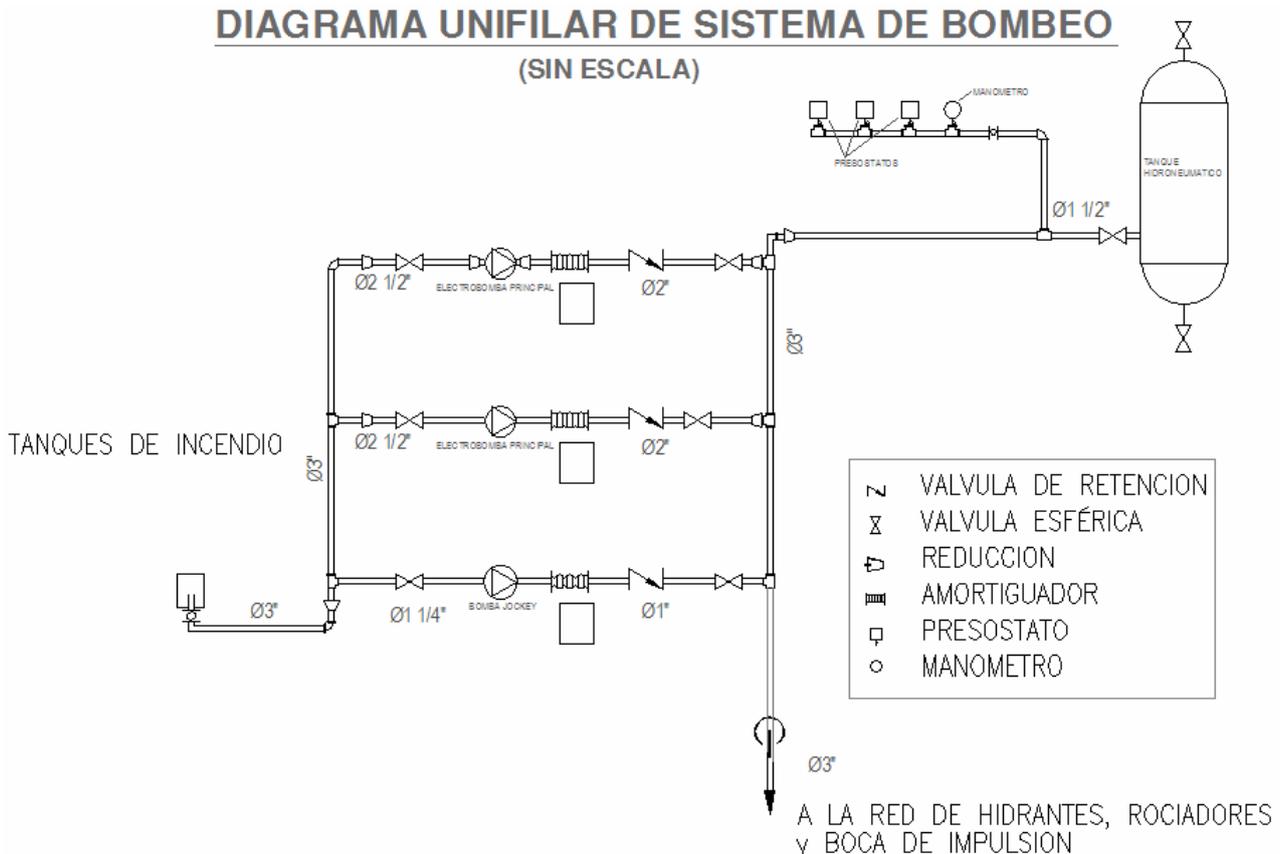


Fig.14 : Diagrama unifilar del sistema de bombeo

Las bombas principales son del tipo “back pull out” que permiten una intervención de mantenimiento sobre las mismas sin necesidad de desarmar todo el conjunto. Los colectores comunes son de diámetro superior al de salida de cada bomba, que cuentan con válvulas exclusas en la aspiración y mariposa y de retención a la salida.

El cuadro de bombas cuenta con un conjunto de válvulas de prueba para el funcionamiento del sistema, y permite el agregado de un instrumento de medición. El retorno de las válvulas permite la recirculación del agua de prueba a las cisternas.

A la salida del colector de impulsión se coloca una válvula de alivio que permite disipar la presión generada durante los transitorios de arranque o bien durante la propia operación del sistema.

La presión de impulsión dinámica asegura un valor de 4,5 kg/cm² (criterio tomado de los requerimientos que en la práctica resultan de las exigencias de Bomberos de la Provincia de Córdoba) en la llave más alejada bajo la condición más desfavorable.



En la figura anterior se observa la presencia de un tanque hidroneumático. Cuando la presión de la red es insuficiente se emplea dicho tanque. Consiste en un recipiente herméticamente cerrado, en el que se mantiene un cierto volumen de aire que actúa como colchón al ser comprimido por el agua que llena el tanque a una presión determinada. El aire actúa como fuelle para permitir mantener la presión constante en las cañerías del servicio contra incendio. Cuando una boca de incendio es abierta, el aire se expande para reemplazar el agua, produciendo una variación de presión y poniendo en funcionamiento la bomba que suministra la cantidad de agua necesaria. Se exige que el sistema hidroneumático asegure una presión mínima de 1 kg/cm². El tanque cuenta con un manómetro para medir la presión de aire con indicación de nivel. En la figura siguiente, se observa el conexionado del tanque hidroneumático.

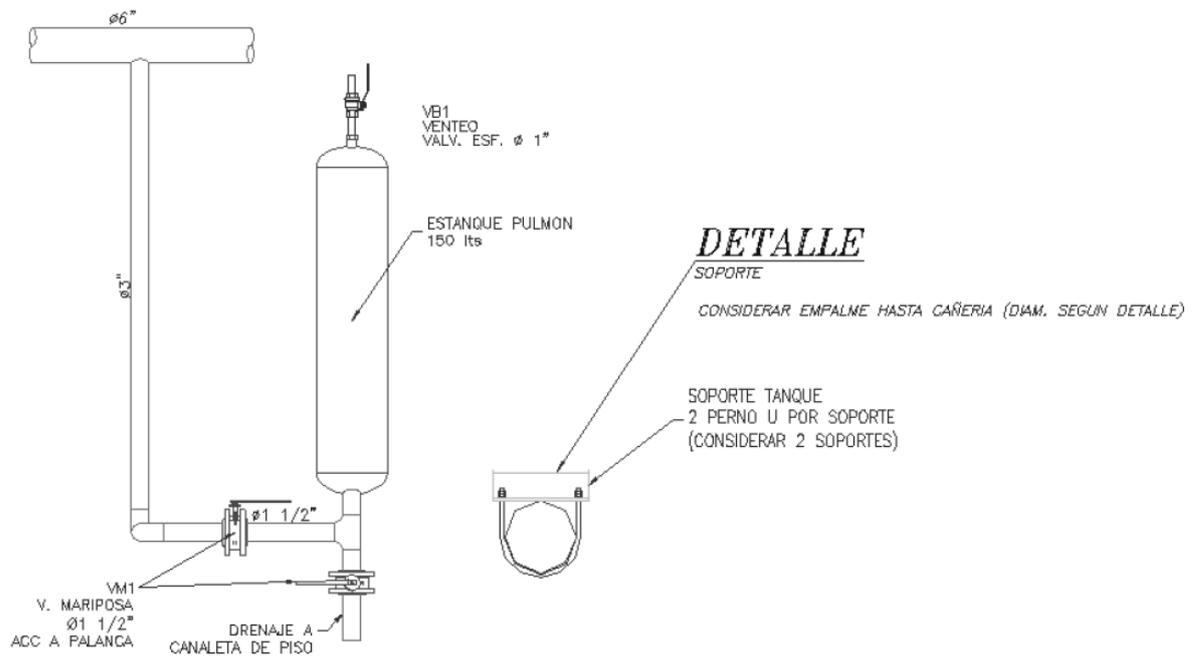


Fig.15: Detalle conexionado de tanque hidroneumático



El emplazamiento de las bombas en su conjunto se coloca en un espacio físico de 4,50 m x 4,00 m (ubicado entre los dos quinchos que contienen las cisternas), sobreelevado del nivel de piso 0,15 m y realizado en hormigón liviano. Las puertas de acceso al recinto subterráneo se realizan en chapa, con ancho de 1,70 m para permitir el ingreso y egreso de equipamiento, como así también, intervenciones de mantenimiento. A continuación, se muestra un croquis de la sala de bombas.

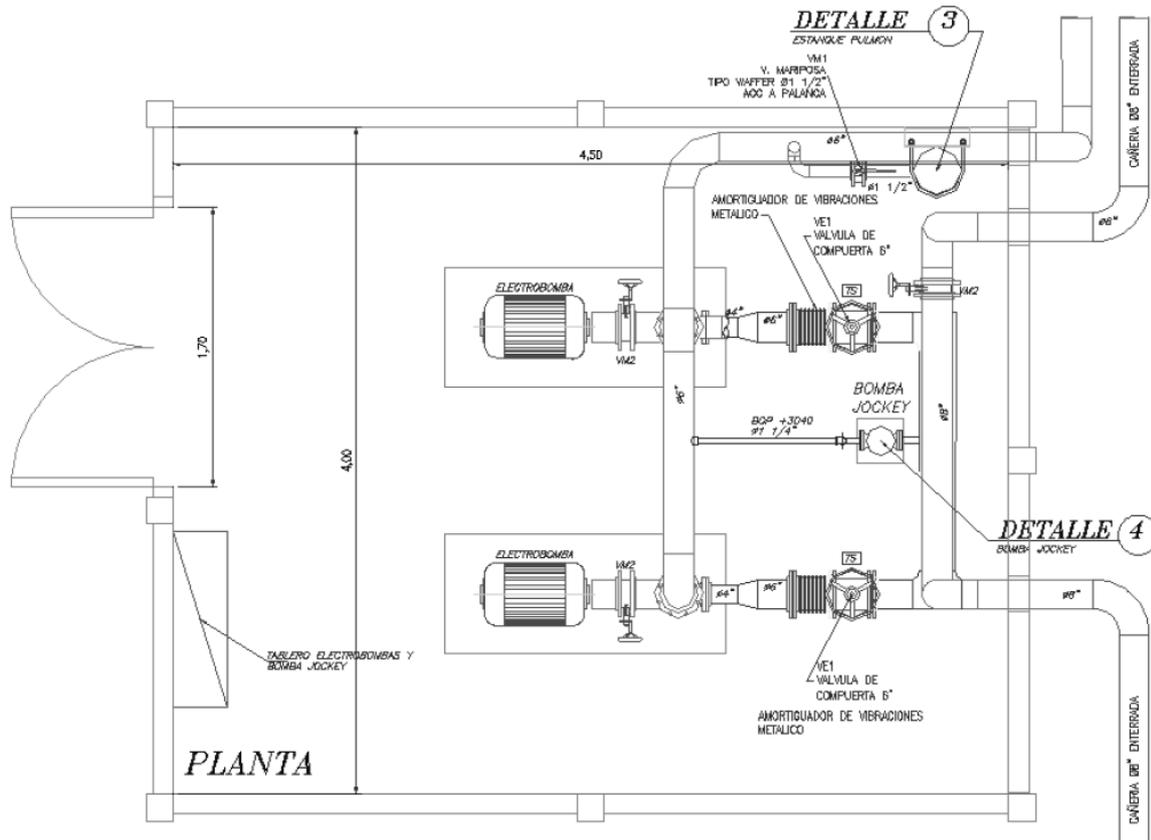


Fig.16 : Detalle conformación de sala de bombas de incendio

El pasaje entre losas, para emplazamiento tanto de la montante como de cañerías principales de incendio se resuelve previendo la colocación de un pasa caño de PVC de diámetro acorde al caño.

En cocheras, a nivel de subsuelo, el trazado se resuelve mediante cañería vista, pendiente de losa, y retoman en una boca de impulsión en cada extremo. Estas se ubican con acceso desde el exterior y coincide con las vías de ingreso vehicular del edificio. Se colocan en gabinetes con tapa en muro o sobre piso, pintados color rojo bermellón normalizado y con la inscripción "BOMBEROS" en su frente. Esta válvula permite el acople directo de la motobomba y sirve para alimentar la red de incendio en forma externa, independizando la reserva propia de agua y el cuadro de bombas proyectado. El conjunto está compuesto de una válvula tipo teatro dobles (tipo siamesas) con roscas hembras de 2 1/2" orientadas 45° hacia arriba y una válvula de retención de idéntico diámetro.

A continuación, se incluye el detalle constructivo.

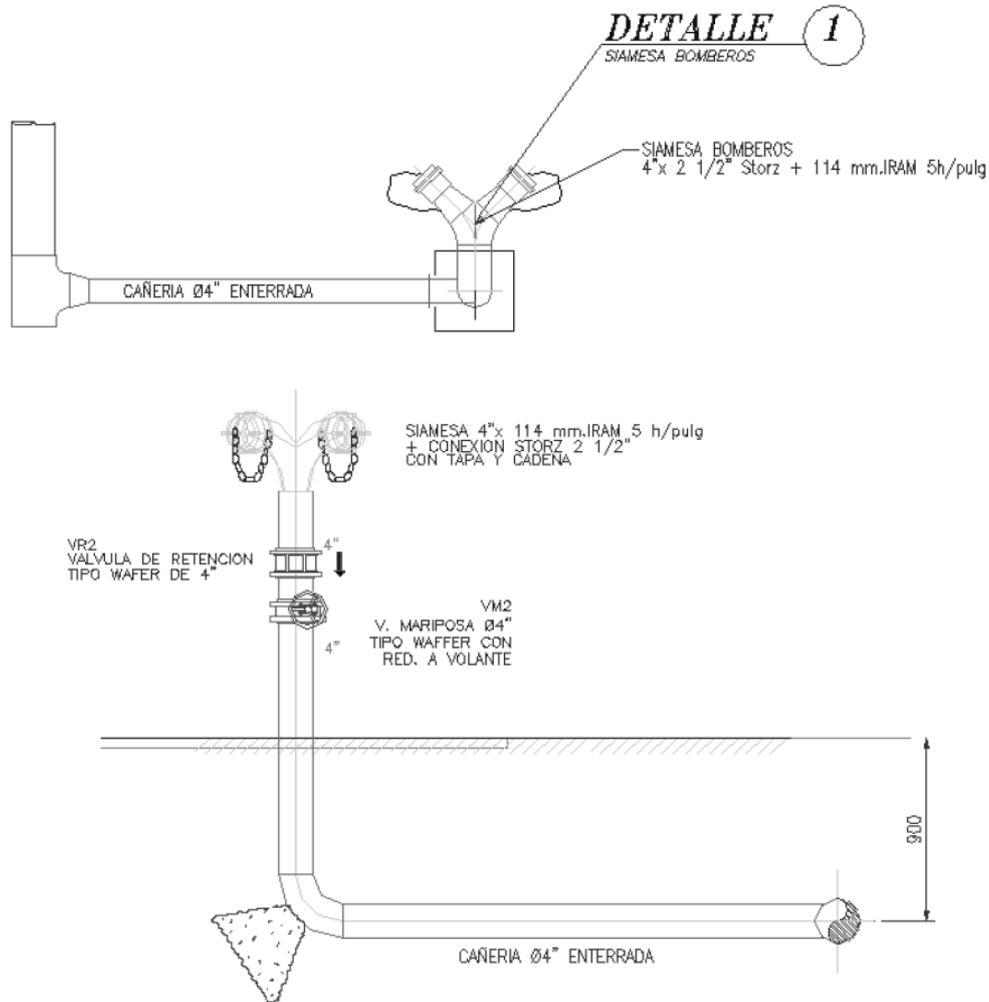


Fig.17 : Detalle constructivo de boca de impulsión sobreelevada

3.2.3.4 Sistema de iluminación de emergencia

La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo establece que en todo establecimiento industrial y/o comercial, donde se realicen tareas en horario nocturno o que cuenten con lugares de trabajo que no reciban luz natural en horarios diurnos, debe contar en forma obligatoria con un sistema de luz de emergencia. En este caso, se trata de un establecimiento de vivienda, pero se espera que las vías de escape estén correctamente señalizadas. Dicha luz de emergencia está destinada a:

- Iluminación de los medios de escape: facilitando la evacuación del personal en forma rápida y segura, en caso de incendio.
- Iluminación de seguridad, iluminando los lugares de riesgo, en caso de corte de la energía eléctrica.

Tipos de alumbrados de emergencia

El equipo de iluminación de emergencia se compone básicamente de los siguientes elementos:

- Cargador
- Bateria



- Sistema de conmutación
- Luminarias

De acuerdo a las características de instalación pueden ser:

- Centrales
- Individuales

Los sistemas de tipo central constan de varias luminarias conectadas a un equipo centralizado, constituido por batería, cargador y conmutador. Los sistemas individuales, constan de una luminaria con su batería, cargador y conmutador. En la figura se muestra el esquema de un circuito para luces de emergencia del tipo centralizada.

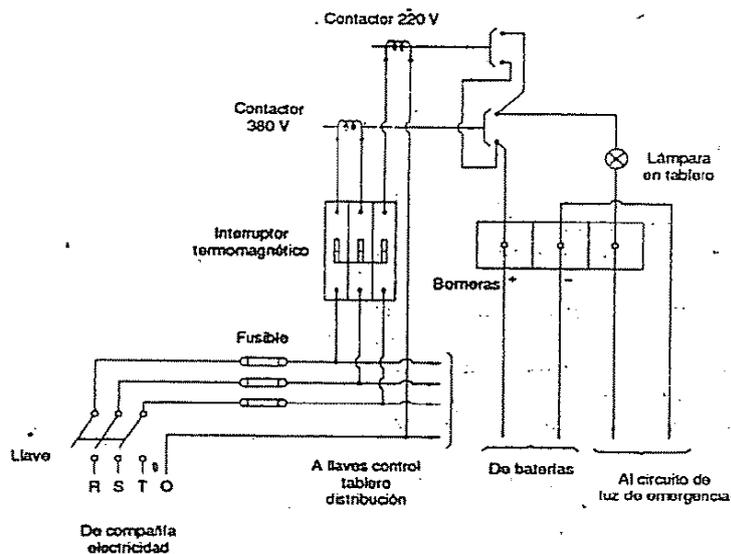


Fig.18 : Circuito de luz de emergencia

En caso de falla de alguna fase, actúa el contactor, cerrando el relé de los mismos, el circuito de las luces de emergencia. De esa manera, las luminarias se encienden automáticamente y permanecen en esa posición durante todo el período de emergencia o falta de energía eléctrica. Al retornar la tensión de la red de suministro, el contactor abre el circuito de luz de emergencia apagándose las mismas. Al mismo tiempo la red de suministro alimenta automáticamente a la batería por medio de un cargador, a fin de reponer la energía consumida durante la emergencia. Se establece que los circuitos de luz de emergencia deben ser alimentados por una fuente o fuentes independientes de la red de suministro de la energía eléctrica, con una tensión no mayor de 48 Volts. En todos los casos la iluminación proporcionada por las luces de emergencia debe prolongarse por un período adecuado para la total evacuación de los lugares en que se hallan instaladas, no debiendo ser dicho período inferior a una hora y media, manteniendo durante ese tiempo un nivel de iluminación adecuado. Las fuentes de energía para la iluminación de emergencia deben estar constituidas por baterías de acumuladores recargables automáticamente, con el restablecimiento de la energía eléctrica principal. Los acumuladores deben ser del tipo sin mantenimiento, pudiendo también utilizarse baterías de tipo estacionario con electrolito líquido.

Iluminación de emergencia de los medios de escape

Se exige la iluminación de emergencia de las rutas de escape de incendio, en todos los medios de acceso como corredores, escaleras y rampas, así como los medios de circulación y estadía pública. Las luminarias se ubican cerca de cada puerta de salida



o de salida de emergencia, intersección de pasillos, cajas de escaleras, bifurcaciones, etc. En general se exige una iluminación sobre el nivel de piso no inferior a 1 lux. En los lugares tales como escaleras, escalones sueltos, accesos de ascensores, cambios bruscos de dirección, codos y puertas el *nivel de iluminación mínimo debe ser de 20 lux medidos a 0,80 m del solado*. Las luces para la iluminación de emergencia pueden ser del tipo fluorescente o incandescente, no admitiéndose el uso de luces puntuales en forma de faros que produzcan deslumbramiento. Normalmente suele disponerse tubos fluorescentes de 15 Watts cada 5 a 6 metros aproximadamente. En general se colocan señalizadores luminosos a fin de que se identifiquen los medios de salida y la dirección de las rutas de escape. Se establece que toda salida y señales direccionales permanezcan encendidas con el alumbrado normal, así cuando funcione el sistema de emergencia. Sin embargo en las salidas de emergencia las luces direccionales solo deben encenderse cuando deba evacuarse el establecimiento en caso de riesgo de incendio. Las señalizaciones se ubican a una altura de 2 a 2,50 m sobre el nivel del piso.

Previsiones asociadas al ítem

Por definición un sistema de iluminación de emergencia es aquel que debe entrar en funcionamiento automáticamente, en un tiempo no menor a los 0,5 segundos, cuando falla la alimentación eléctrica principal o bien cuando la tensión de alimentación de red descienda por debajo del 70% de su valor nominal. Dicha iluminación, tiene por objetivo permitir la evacuación segura y fácil de los ocupantes del edificio hacia el exterior, como así también brindar facilidades para la circulación. Como se menciona con anterioridad, las opciones contemplan artefactos alimentados por fuentes propias de energía, o bien sistemas centralizados vinculados a un banco de baterías, que conmuten ante la falta de energía. Se opta por los equipos autónomos de LEDs por su rendimiento y autonomía a la misma potencia.

El sistema planteado asegura el completo reconocimiento y utilización de los medios y vías de evacuación, especialmente paliers y escaleras hasta la puerta de salida al exterior, como así también sobre el emplazamiento de elementos de seguridad o de maniobra. Para ello, funcionan con autonomía por un período no menor a 2 horas, y proporcionará un nivel de iluminancia uniforme de 40 lux a 0,80 m del piso.

Se prefiere que los artefactos autónomos estén vinculados a circuitos independientes derivados del circuito general. Los grupos centralizados están conectados a la fase que alimente la línea general de cada zona que sirva.

El alumbrado de zonas de cocheras garantiza la seguridad de las personas que la ocupen, aunque sea temporalmente, hasta las salidas proyectadas por rampa y escalera en sentido ascendente. En este caso la autonomía es la necesaria para abandonar la zona, proporcionando una iluminancia mínima del 10% del alumbrado normal.

El sistema de emergencia se ubica prioritariamente en: recorridos generales de evacuación que componen los paliers; en los locales que alberguen equipos o instalaciones de funcionamiento esencial como tableros y salas de máquinas; sobre las salidas proyectadas en el edificio incluyendo las cocheras; en todo cambio importante de dirección o intersección con la ruta normal de evacuación; en toda desviación que ocurra en palier; en el exterior del edificio, sirviendo al medio de salida; en el ingreso a las escaleras y en cada descanso intermedio y en toda zona anexa que se defina con riesgo especial.



La iluminación de emergencia está provista de un dispositivo de verificación para simular el fallo de la alimentación normal. Es decir que, con tensión de red, el aparato autónomo pase el estado de emergencia, simulando la falta de tensión para comprobar su funcionamiento correcto. Este sistema da garantía de su mantenimiento.

Las baterías están protegidas contra sobre intensidades de descarga que pudieran provocar un sobrecalentamiento del cableado interno o de los circuitos electrónicos. Se deben descargar completamente una vez cada seis meses en beneficio de su vida útil. El número máximo de luminarias de emergencia que se alimentan por una línea exclusiva no excede de 20, considerando la posibilidad de que sean repartidos entre dos líneas diferentes con objeto de garantizar, en caso de falla, al menos el funcionamiento del 50% de las luminarias instaladas. Cada una de estas líneas esta protegida en su origen contra sobrecargas y cortocircuitos. Las canalizaciones se realizan según indican las normas vigentes y los cables utilizados son antillama y con baja emisión de humos.

La revisión de la instalación se hace inicialmente (antes de la puesta en servicio) y periódicamente cada 1 año.

A continuación, se observa una tabla resumen del sistema de iluminación de emergencia:

ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA - TORRE IV			
Tipo de sistema	Equipos autónomos y convertidores autónomos permanentes		
Sector protegido:	Sistema empleado:	Potencia de Lámparas	Cantidad
Palieres y vías de salida de cada nivel en torres de viviendas.	Equipos autónomos a baterías de tecnología LED.	36 LED	30
Circulaciones y salidas de amenities y sectores de uso común.			
Circulaciones y acceso a salidas en nivel de cocheras	Equipos convertidores autónomos permanentes adosados sobre tubos fluorescentes convencionales.	1 x 65 W	8
Autonomía lograda (hs)	> 1 hora		
Tensión de alimentación	12/24 Volt		
Descripción funcional del sistema:			
Ambos sistemas ante un corte de energía detectan tal situación encendiendo los equipos utilizando las baterías dispuestas. Normalizada la alimentación eléctrica, el mismo equipo realiza la recarga de las baterías.			

Tabla 11: Sistema de iluminación de emergencia Torre IV.



ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA - TORRE V			
Tipo de sistema	Equipos autónomos y convertidores autónomos permanentes		
Sector protegido:	Sistema empleado:	Potencia de Lámparas	Cantidad
Palieres y vías de salida de cada nivel en torres de viviendas.	Equipos autónomos a baterías de tecnología LED.	36 LED	15
Circulaciones y salidas de amenities y sectores de uso común.			
Circulaciones y acceso a salidas en nivel de cocheras	Equipos convertidores autónomos permanentes adosados sobre tubos fluorescentes convencionales.	1 x 65 W	3
Autonomía lograda (hs)	> 1 hora		
Tensión de alimentación	12/24 Volt		
Descripción funcional del sistema:			
Ambos sistemas ante un corte de energía detectan tal situación encendiendo los equipos utilizando las baterías dispuestas. Normalizada la alimentación eléctrica, el mismo equipo realiza la recarga de las baterías.			

Tabla 12: Sistema de iluminación de emergencia Torre V.

3.2.3.5 Sistema de detección y alarma de incendio

Generalidades

Se define una instalación automática de detección de incendio a aquella capaz de identificar y avisar inmediatamente la aparición de un incendio en su fase inicial, constatando magnitudes medibles como aumento de temperatura, humo y radiación. De esta manera, estos sistemas proveen una advertencia del peligro del fuego, permitiendo que se adopten las medidas de extinción que sean necesarias. La detección de un incendio desde el primer momento es de suma importancia, por cuanto se puede actuar sobre él con mayor porcentaje de seguridad, reduciendo al mínimo las consecuencias que se pueden originar. Si bien la detección del fuego puede hacerse en forma personal en el lugar del hecho, es conveniente siempre un sistema automático. Este sistema consiste en la detección y transmisión de la información correspondiente a una central de control que provoca la alarma en forma automática y efectúa todas las funciones necesarias para la extinción. En la siguiente figura se indica esquemáticamente los componentes de un sistema básico de detección de incendios.

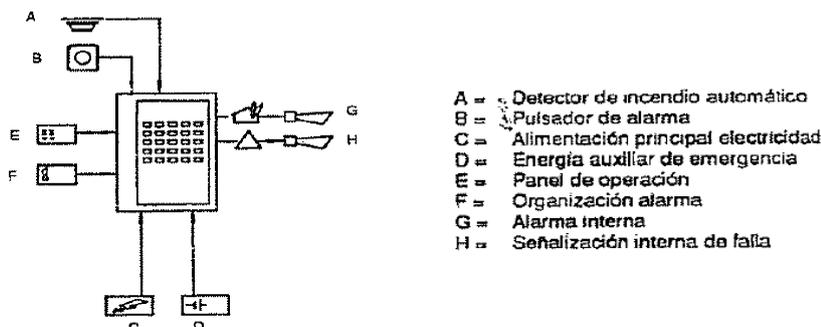


Fig.19 : Elementos componentes de un sistema de detección



Basicamente se compone de tres partes fundamentales, las que deben estar adaptadas entre sí para un funcionamiento conjunto:

- Sistema de detección.
- Central de control y aviso de incendio.
- Dispositivos de alarma.

Sistema de detección de incendios

Constituye la parte de la instalación que controla una magnitud física y/o química, destinada a la detección de un foco de incendio. Deben ser diseñados e instalados en forma tal que su tipo, número y distribución permitan identificar precozmente el incendio manteniendo un margen de seguridad como para prevenir falsas alarmas.

La combustión da origen a una serie de fenómenos físicos que pueden ser detectables. Así, la energía liberada en el proceso se transmite al ambiente por:

- Radiación: en forma de ondas electromagnéticas se extiende a todo el espectro visible y comprende también bandas del infrarrojo y del ultravioleta.
- Convección: influye sobre el aire ambiente, provocando un aumento de temperatura y al hacerse mas liviano origina una circulación o corriente de aire ascendente.
- Conducción: a través de los materiales sólidos. No es importante en estos casos porque el aire es mal conductor del calor.

A su vez, por efecto de la transformación química se producen sustancias sólidas, líquidas y volátiles. Entre las sustancias volátiles figuran los gases de combustión que se dispersan en el aire bajo partículas muy pequeñas en forma de *humos* que son residuos gaseosos desprendidos de la combustión incompleta, en la que están dispersas partículas sólidas o líquidos finamente divididas.

El desarrollo de un incendio está caracterizado por 4 etapas:

- Iniciación.
- Combustión lenta.
- Formación de llama.
- Desprendimiento de calor.

En la *iniciación* del incendio, los productos de la combustión no son visibles, ni existe desarrollo significativo del calor. Luego de cierto período de tiempo, se produce la *combustión lenta*, con un aumento de densidad de los productos de la combustión, los que son visibles como humo. En esta etapa existe muy poco calor y las llamas no se aprecian. Cuando el combustible y el comburente oxígeno, alcanzan la temperatura de ignición se produce la *formación de llama*. No existe calor apreciable aún, pero su desarrollo es decisivo. El *desprendimiento de calor* se produce en el período final del proceso, originándose un fuerte aumento de temperatura. El calor llega a ser incontrolable en lapsos de minutos o segundos.

Estos fenómenos son utilizados para la detección automática de incendio mediante dispositivos ubicados en la zona a proteger. Su principio consiste en comparar o detectar la presencia o cambios del fenómeno de la combustión, como el humo, el calor o la radiación y transmiten la información a una central de control para su evaluación.

Tipos de detectores

A continuación, se van a describir los detectores a utilizar en el proyecto, que son detectores térmicos y detectores de humo fotoeléctricos.



Detectores térmicos

Son aquellos que reaccionan frente a un aumento de temperatura. Pueden ser:

- Detectores de temperatura fija: están diseñados para dar aviso de incendio cuando la temperatura ambiente alcanza un valor fijo predeterminado, que se considera crítico. Consta de un elemento *bimetálico* que como su nombre lo indica son dos metales con distinto coeficiente de dilatación. De esta manera, cuando recibe una fuente de calor el bimetálico se deforma, aprovechándose ese movimiento para cerrar un contacto eléctrico. Generalmente se los regula para que actúen con temperaturas de ambiente de 68° o 79° C según los casos.

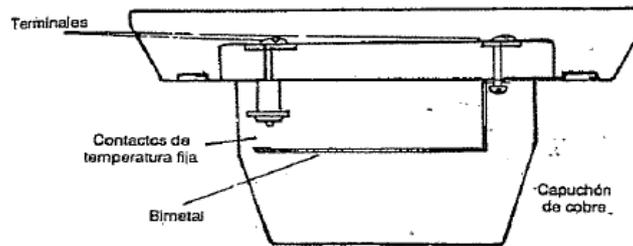


Fig.20 : Detalle de detector de temperatura fijo

- Detectores de temperatura fija y/o diferencial: este consta de dos sistemas de detección: temperatura fija, mediante un bimetálico, como valor límite y con aumento anormal de temperatura en un determinado tiempo. De esa forma un elemento bimetálico opera un contacto eléctrico cuando se alcanza la temperatura prefijada para el detector. Además, otro sistema acciona un contacto eléctrico cuando el incremento de temperatura supera una determinada velocidad que puede ser por ejemplo de 8°C por minuto, independientemente de la temperatura inicial del aire. En la siguiente figura se muestra las características de este detector. Se observa que si la temperatura asciende rápidamente como consecuencia de un incendio, la expansión del aire produce la flexión del diafragma, que conecta el contacto eléctrico. Si el aumento de temperatura no es brusco, existe una válvula de compensación calibrada por lo que este elemento no funciona, de modo que si la temperatura llega a valores elevados, actúa el elemento bimetálico.

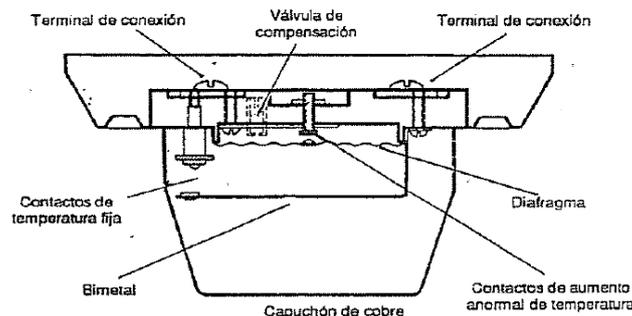


Fig. 21: Detalle de detector de temperatura fija y/o diferencial

Detectores de humo fotoeléctricos

Son aquellos que reaccionan frente a los productos de la combustión que pueden ejercer influencia en la atenuación a la dispersión de la luz, dentro del margen infrarrojo visible y/o ultravioleta del espectro electromagnético. Estos detectores son también llamados detectores ópticos de humo, constan de una fuente de luz y un



elemento receptor fotosensible que se encuentran alojados en un recinto o cámara oscura. El diseño del cerramiento de esta cámara es tal que permite el acceso del humo a su interior, pero impide el ingreso de luz exterior. La fuente luminosa que opera intermitentemente cada 5 segundos, emite un haz de luz que es absorbido por la superficie oscura de la cámara, para evitar falsas alarmas por centelleos de corta duración. Cuando se introduce humo, los rayos del haz se dispersan por reflexión iluminando de esa forma el elemento fotosensible, que provoca la alteración de corriente eléctrica del circuito. En la siguiente figura se muestra el funcionamiento de este tipo de detector.

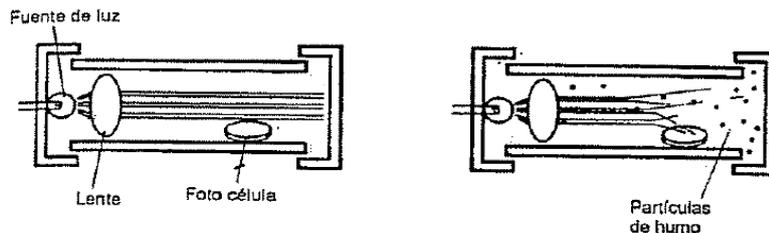


Fig.22 : Esquema de funcionamiento de detector fotoeléctrico

La variación de corriente es amplificada en el detector y cuando se produce dos veces simultáneamente, se transmite la señal a la central de control. En la figura se muestra el detalle de las características constructivas de este detector.

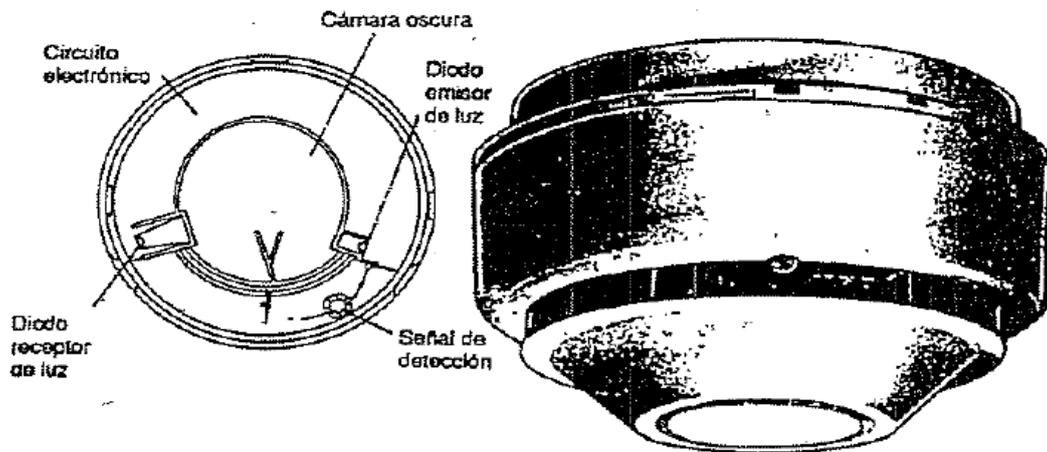


Fig.23: Características constructivas del detector fotoeléctrico

Central de control y aviso de incendio

Constituye la parte de la instalación destinada a cumplir las siguientes funciones:

- Recibir los avisos de los detectores conectados, indicarlos e forma óptica u acústica, identificar el lugar de peligro y registrar el aviso.
- Supervisar el funcionamiento de la instalación indicando los defectos en forma óptica y acústica, como por ejemplo el caso de cortocircuitos, rotura de conductores u otros desperfectos.



- Retransmitir al grado que sea necesario el aviso de incendio a través del dispositivo de transmisión respectivo. Puede ser por ejemplo al sistema de extinción automática o al equipo de bomberos.

Están contruidos con criterio modular, con indicaciones luminosas para señalar la ocurrencia de un evento en el sistema. Esas condiciones son la alarma propiamente dicha así como también una falla en la central. Así, suministran información como:

- Incendio.
- Fallas de energía eléctrica.
- Defectos en la línea de detección.
- Fallas en los módulos de la unidad de control.
- Derivación a tierra.
- Fallas en la línea a la alarma.

Las unidades de control vienen provistas de baterías para caso de corte de energía y poseen un circuito cargador que las mantiene a plena carga. Debe ser instalada en un local que sea fácilmente accesible, no afectado por la intemperie y con suficiente iluminación. Debe estar protegido con detectores de incendio.

Alarma

Es la encargada de dar el aviso del incendio, que puede ser mediante una señal acústica y óptica y no están incluidas en la central de control y aviso de incendio. Puede poner en funcionamiento los sistemas de evacuación y alarma compuestos por tableros repetidores, campanas, sirenas, convenientemente distribuidos.

También, pueden accionar el mando de instalaciones fijas de extinción, corte del suministro de fluidos y todo accionamiento necesario para lograr la más segura prevención del riesgo de incendio. La alarma debe ser dada de tal forma que permita identificar inmediatamente el lugar del incendio. Es necesario que la información pueda ser evaluada separadamente permitiendo así una intervención automática y/o humana rápida, adecuada a la situación.

Cuando el incendio es descubierto por una persona cercana, antes que el detector dé la alarma en forma automática, se utilizan pulsadores de accionamiento manual, denominados avisadores de incendio. Hay dos tipos básicos de avisadores manuales:

- De pulsador o botón.
- De palanca.

En los pulsadores de botón, el pulsador está protegido por un vidrio delgado, el cual debe ser roto para ser accionado, según se indica en la siguiente figura:



Fig.24: Avisador manual de incendio de pulsador y de palanca



Vienen contruidos para su colocación semiebutida en la pared con marco de chapa de hierro, con inscripción. También para intemperie en caja de aluminio fundido. La necesidad de la rotura del vidrio hace que no se realicen señales falsas y se detecte de donde provino la señal.

Los pulsadores de alarma deben ser instalados en todas las salidas y cerca de las vías de escape y escaleras en cada piso. Pueden ser ubicados en puntos donde las instalaciones y equipos son peligrosos. Se lo debe colocar a una altura accesible, menor de 1,50 m del piso.

Descripción del sistema

El sistema se compone de detectores térmicos cubriendo la totalidad de los sectores de alojamiento de vehículos. Detectores de humo en salas de uso técnico y salas de tableros eléctricos de cada torre. El conjunto se monitorea desde una central ubicada en puesto de guardia principal, disponiendo de un papel repetidor en el restante puesto de guardia. Las sirenas están ubicadas en sectores de cocheras y en cada puesto de guardia. La señal audible es identificada y reconocida por el personal de guardia y los eventuales ocupantes del nivel de cocheras, por definirse éste como un sector de alto riesgo.

Previsiones asociadas al ítem

Los sistemas de alarma y detección de incendios consisten en un conjunto de circuitos destinados a detectar tempranamente las perturbaciones accidentales, intencionales, o producidas por un siniestro (manual o automáticamente) de manera tal que las señales provenientes de los dispositivos de iniciación activen indicadores de alarma en un panel destinado a tal efecto. Las condiciones a cumplir por estos sistemas son rigurosas ya que deben funcionar aún bajo condiciones de falla.

Criterios de cobertura y distribución

Estaciones manuales de aviso de incendio (Avisadores manuales)

Los avisadores manuales son dispositivos encargados de disparar la secuencia de notificación al pulsarlos. Su accionamiento manual requiere la intervención voluntaria de un operador. Se prefieren las del tipo doble acción a palanca, con freno o traba mecánica que impida su normalización por personas no autorizadas. Cada estación manual de alarma se monta de manera segura. La parte de funcionamiento está por encima del nivel de piso a una altura de entre 1,1 m y 1,37 m en el nivel de cocheras, cercano al acceso de escalera, sobre la vía normal de salida. Permanece dentro del área protegida, libre de obstrucciones y accesibles. Se instala una estación manual de alarma adicional por cada 61 m lineales en el mismo piso.

Detectores de humo fotoeléctricos

Los detectores de humo son dispositivos medidores y anunciadores de densidad de humo del recinto en que se encuentren. Su funcionamiento está ligado a la central de detección, la cual recibe la señal de su activación. Se instalan detectores a nivel ambiente, en cada sala de uso técnico y sala de tableros y medición, centrado preferentemente sobre su superficie. Para su distribución se toma como área de cobertura la listada por las normas específicas.

Detectores térmicos

En sectores donde sea probable la formación de humos o vapores ajenos al desarrollo de un siniestro, prevalece el criterio de reemplazar los detectores de humo por otros que censen la temperatura. Estos dispositivos se colocan en cocheras, sala de



máquinas y de equipos especiales. Son del tipo térmico velocimétrico, es decir actúan de acuerdo a las variaciones o gradientes de temperatura.

Sirenas estroboscópicas

Las sirenas recomendadas son del tipo estrobo permitiendo su identificación complementariamente, mediante una señal lumínica y una señal sonora. Su accionamiento es por medio de módulos de control, estando vinculadas a grupos de detectores, en función de las áreas donde se hallen. Las señales audibles para operación en modo público tienen un nivel de sonido no menor a 75 dbA a 3 m. Su ubicación prevé cubrir los puestos de guardia y cocheras de acuerdo a: aquellas montadas sobre muros se ubican a una altura de entre 2 y 2,4 metros desde el nivel de piso. Se permite el montaje de unidades en techo, pero con unidades adicionales. La separación máxima entre unidades no puede exceder de 30 metros. Las unidades disponen de una potencia lumínica de por lo menos 15 cd. Se localizan a no más de 4,57 metros del final de los pasillos. Las áreas interrumpidas por puertas y ascensores son tratadas como áreas separadas. La instalación del sistema prevé cajas hexagonales de 7x7 cm sobre losa de cada sector a proteger. Para el caso de los avisadores manuales se disponen cajas de 5x10 cm de sentido vertical. Las sirenas por su parte se colocan sobre cajas de 5x5 cm. Todas las cajas se unen mediante cañería metálica liviana embutida o bien corrugado.

La central de incendio prevista en puesto de guardia principal, requiere una derivación de la alimentación eléctrica, independiente de los servicios de emergencia.

A continuación, se observa una tabla resumen de los sistemas de detección y alarma de incendio:

SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO - TORRE IV			
Tipo de tecnología:		Inteligente	
Sector Protegido:		Tipo de detectores empleados:	
Cocheras		Térmicos	
Salas técnicas		Ópticos	
Tipo de sirenas empleadas:	Piezoeléctricas con luces estrobos.	Tipo de avisadores manuales:	A palanca de doble acción con reposición.
Dispositivo:	Cant.	Ubicación	
Central	1	Ubicada en puesto guardia principal.	
Baterías	2	Dentro de central inteligente.	
Avisadores manuales:	2	Acceso a escaleras de emergencia en cocheras, hall de ingreso de cada torre y puestos de guardia.	
Sirenas:	2	Circulaciones en nivel de cocheras y puestos de guardia.	
Detectores ópticos:	14	Salas de tableros de nivel de subsuelo y frente a ascensores.	
Detectores térmicos:	14	Espacio destinado a estacionamiento de vehículos.	

Tabla 13: Sistema de detección y alarmas – Torre IV



SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO - TORRE V			
Tipo de tecnología:		Inteligente	
Sector Protegido:		Tipo de detectores empleados:	
Cocheras		Térmicos	
Salas técnicas		Ópticos	
Tipo de sirenas empleadas:	Piezoeléctricas con luces estrobos.	Tipo de avisadores manuales:	A palanca de doble acción con reposición.
Dispositivo:	Cant.	Ubicación	
Central	1	Ubicada en puesto guardia principal.	
Baterías	2	Dentro de central inteligente.	
Avisadores manuales:	2	Acceso a escaleras de emergencia en cocheras, hall de ingreso de cada torre y puestos de guardia.	
Sirenas:	1	Circulaciones en nivel de cocheras y puestos de guardia.	
Detectores ópticos:	9	Salas de tableros de nivel de subsuelo y frente a ascensores.	
Detectores térmicos:	6	Espacio destinado a estacionamiento de vehículos.	

Tabla 14: Sistema de detección y alarmas – Torre V

3.2.3.6 Señalización de seguridad y evacuación

Previsiones asociadas al ítem

La señalización de seguridad tiene como objeto informar a los ocupantes del Edificio sobre las condiciones de accesibilidad, circulación y salida. Se utilizan para indicar puertas de entrada y salida, vías y pasillos recomendados de evacuación y salidas de emergencia designadas. En ningún caso se debe proveer un exceso de información.

Hay que tener en cuenta que los factores que intervienen en la percepción no dependen únicamente de la propia señal, sino también de las características del receptor, de las circunstancias en que es divisada y del medio en que ésta se encuentra emplazada. Aunque no se espera en general una alta variabilidad visual para el personal y visitantes que ocupa este tipo de establecimiento, se pone énfasis en la capacidad de visualización y claridad del mensaje proyectado. Con relación a ello, hay que tener en cuenta en la percepción, que la altura de visión del receptor en función de una estatura promedio, en posición de pie, y de la distancia de reconocimiento varía entre 16 cm para visión cercana y 22 cm para visión lejana, mientras que el ángulo de percepción visual oscila entre los 27° y 30°. Este es el criterio que se adopta para su emplazamiento. Además, se colocan señales informativas complementarias en lugares cercanos a los ingresos o fácilmente localizables desde los accesos teniendo en cuenta las limitaciones visuales que son producto de la propia arquitectura del edificio.

Los carteles que se instalan, están situados perpendicularmente al desplazamiento de forma tal que no queden ocultos por obstáculos que introduzcan las personas o que formen parte del mismo mobiliario. Para una mejor y más fácil comprensión del



mensaje emitido, se prefiere el uso de símbolos acompañado de caracteres gráficos al cartel de texto convencional. Las señales a colocarse se diferencian del entorno, usando dentro de los colores reglamentarios aquellos que ofrezcan el mayor contraste entre figura y fondo. Se utiliza preferentemente cartelería con pigmentos fotoluminiscentes incorporados a la masa del elemento terminado que cumpla con las normas IRAM 3957-58-59 y 60. Para evitar efectos de deslumbramiento se prefieren los colores mate a los reflectantes.

Aunque el tamaño de los símbolos depende de la distancia de percepción, se proyecta que la información se lea desde una distancia menor a los 5 m. se utilizan carteles de 10 x 30 cm, 15 x 40 cm y 20 x 30 cm. En espacios con poca excitación lumínica, se colocan señales autoexcitadas, con pictograma doble faz.

Criterios particulares para su emplazamiento

Se utilizan señales de salida, de uso habitual de emergencia, conforme a lo siguiente: las salidas tienen una señal con el rótulo "SALIDA", cuando se tratan de salidas normales que ayudan a la circulación general de los ocupantes. A su vez, se indican como "salidas" los espacios o accesos que sirvan a otros sectores de incendio. Son fácilmente visibles desde cualquier punto de todo recinto ocupado. La señal con rótulo "Salida de Emergencia" se utiliza en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia y sobre aquellas dispuestas que conducen a la vía pública o bien a un espacio abierto con suficiente capacidad de albergue o una escalera protegida.

Su instalación se prefiere sobre las puertas o en espacios cercanos a ellas. Se disponen además señales indicativas especificando la dirección de los recorridos hacia las salidas o salidas de emergencia. Son visibles desde cualquier punto de origen de evacuación, y particularmente frente a cualquier espacio donde se prevee mayor ocupación. El recorrido de evacuación se extiende desde todo origen hasta una posible salida y se refiere sobre el eje sin considerar ascensores, o tramos en los que existan obstáculos que impidan el paso.

Se ubican también en todos los puntos del recorrido de evacuación en los que existan alternativa que puedan inducir a error, indicando claramente la alternativa recomendada. Con respecto a ello se prioriza siempre aquella que suponga un menor recorrido y una condición de seguridad mas favorable. Es el caso de determinados cruces, bifurcaciones o encuentros en pasillos o palieres, o bien escaleras con continuidad a espacios sin salida o subsuelos. En estos casos, junto a las puertas que no conduzcan a una salida y que puedan inducir a error en la evacuación se colocan señales con rótulo "sin salida" en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las mismas hojas de las puertas.

Las señales en general se disponen en forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretende hacer a cada salida, intentando distribuir equitativamente los flujos de evacuación. Sobre puerta de acceso a la antecámara de ascensores, en nivel de cocheras, se indica la prohibición de su uso.



SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y EVACUACIÓN - Torre IV				
Tipo de sistema:		Fotoluminiscente		
Tipo de cartel	Cant.	Descripción	Ubicación	
Riesgo Eléctrico 	1	Cartel normalizado de alto impacto fotoluminiscente.	Sobre puerta de ingreso a cada sala de medición.	
Salida 	8		Cambios de dirección en recorridos definidos y sobre puertas de salida.	
Salida emergencia 	2		Sobre puertas conducentes directamente al exterior.	
Elementos de combate de incendio 	21	Chapa baliza plástica normalizada con indicación de características y limitaciones de agente exterior.	Detrás de cada extintor, balde de arena y llave de incendio.	
				3
				2
Indicación de nivel (caja de escaleras) 	4	Cartel normalizado de alto impacto fotoluminiscente.	Dentro de caja de escaleras en cada nivel.	
Observaciones:				
Carteles ubicados en el plano de visualización normal del flujo de evacuación, preferentemente en cambios de dirección y sobre puertas definidas como salidas. Sobre puerta de acceso a antecámara de ascensores en nivel de cocheras, se indica la prohibición de su uso bajo siniestro.				



SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y EVACUACIÓN - Torre V			
Tipo de sistema:		Fotoluminiscente	
Tipo de cartel	Cant.	Descripción	Ubicación
Riesgo Eléctrico 	1	Cartel normalizado de alto impacto fotoluminiscente.	Sobre puerta de ingreso a cada sala de medición.
Salida 	9		Cambios de dirección en recorridos definidos y sobre puertas de salida.
Salida emergencia 	2		Sobre puertas conducentes directamente al exterior.
Elementos de combate de incendio 	11	Chapa baliza plástica normalizada con indicación de características y limitaciones de agente exterior.	Detrás de cada extintor, balde de arena y llave de incendio.
	2		
	2		
Indicación de nivel (caja de escaleras) 	4	Cartel normalizado de alto impacto fotoluminiscente.	Dentro de caja de escaleras en cada nivel.
Observaciones:			
Carteles ubicados en el plano de visualización normal del flujo de evacuación, preferentemente en cambios de dirección y sobre puertas definidas como salidas. Sobre puerta de acceso a antecámara de ascensores en nivel de cocheras, se indica la prohibición de su uso bajo siniestro.			



3.2.3.7 Medios de escape

El principio básico para lograr la evacuación de las personas de un edificio en un tiempo prudencial, consiste en que cada uno de los sectores de incendio comuniquen con lugares de desplazamiento protegidos, que los vincule con una salida, es decir con medios de escape. Éstos deben proveer espacios de circulación adecuados y seguros, frente a la acción del fuego, humo y gases de la combustión, identificándose perfectamente el recorrido y las salidas y contando además con iluminación de emergencia, en caso de corte de energía eléctrica. Los medios de escape deben proyectarse de modo que constituyen una línea natural de modo que cuando un edificio se desarrolla en uno o más niveles, está constituido por los siguientes trayectos:

- Horizontal: desde cualquier punto de un nivel, hasta la salida o escalera.
- Vertical: desde la escalera hacia abajo, hasta el pie de la misma.
- Horizontal: desde el pie de la escalera, hasta el exterior del edificio.

El desplazamiento a través de los mismos debe realizarse por pasos comunes, libres de obstrucciones. Las puertas que los comunican con los sectores de incendio deben abrir de modo que no afecten el ancho del medio de escape y las que se instalen en el mismo deben abrir en el sentido de circulación, no admitiéndose el uso de puertas giratorias. Los medios de escape deben reunir características constructivas de resistencia al fuego de acuerdo al riesgo de incendio de mayor importancia de los sectores que en cada plano sirven o limiten y sus accesos deben estar normalmente cerrados mediante puertas resistentes al fuego de doble contacto y cierre automático.

El recorrido de la ruta de escape no debe ser entorpecido por otros lugares o lugares de uso diferenciado, vestíbulos, corredores, pasajes u otros medios de escape. Además no debe ser nunca ascendente excepto en caso de subsuelos, ni debe achicarse en el sentido de avance. Cuando un edificio o parte de él incluya usos diferentes o incompatibles, cada uno debe tener medios independientes de escape. No se consideran incompatibles el uso de viviendas con el de oficinas o escritorios, por lo que en estos casos el medio de escape puede ser común y calculados en forma acumulativa. Nunca debe preverse la evacuación de un sector de incendio a través de otro sector de incendio.

Previsiones asociadas al ítem

La escalera en todo su recorrido, está conformada por muros y cerramientos resistentes al fuego conformando caja. No se permiten usos distintos integrados dentro de la caja de escaleras, como ser cuartos de residuos, depósitos, acceso a montantes eléctricas. La escalera principal del edificio no tiene continuidad en su recorrido hacia el subsuelo. La puerta de ingreso principal al edificio mantiene su sentido de apertura hacia el exterior (coincidente con el sentido de evacuación) y dispone de un ancho libre de paso de al menos 1,00 m.

Dimensionamiento de los medios de escape

El cálculo de las dimensiones de los medios de escape, que comprenden pasillos, corredores y escaleras, se efectúa en función de la cantidad de personas a evacuar simultáneamente provenientes de los distintos locales que desembocan en él. Para determinar el ancho mínimo, número de medios de escape y escaleras independientes se establece un valor denominado *unidad de ancho de salida*, que es un número que representa el espacio mínimo requerido para que las personas a evacuar, pueden pasar en determinado tiempo por el medio de escape, en una sola fila.



El número de unidades de ancho de salida se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{cs \cdot te}$$

Donde n son unidades de ancho de salida (número); N es el número total de personas a ser evacuadas; cs es coeficiente de salida (personas/min por unidad de ancho de salida); te es tiempo de escape (minutos).

El *coeficiente de salida* (cs) representa el número de personas que pueden pasar por una salida o bajar por una escalera, por minuto, por cada unidad de ancho de salida. Se considera dicho valor como promedio aproximadamente igual a 40 personas por minuto por unidad de ancho de salida. El *tiempo de escape* (te), es el tiempo máximo de evacuación de las personas al exterior. Se adopta en general de acuerdo a la experiencia en 2,5 minutos. De modo que la ecuación anterior reemplazando los valores, queda de la siguiente manera.

$$n = \frac{N}{100}$$

El *número total de personas a ser evacuadas* (N), puede determinarse a partir de un factor de ocupación (fo), que es la superficie aproximada que cada persona ocupa por piso. De esa manera:

$$N = \frac{A}{fo}$$

En la que N es el número total de personas a ser evacuadas; A es el área del piso a evacuar (m^2) y fo es el factor de ocupación (m^2 /personas).

Se considera la superficie del piso la comprendida dentro de las paredes exteriores, menos la superficie ocupada por los medios de escape, locales sanitarios y otros que sean de uso común en el edificio. Dicho factor de ocupación depende del uso a que están destinados los locales y se han consignado en la tabla a continuación. De esa manera, reemplazando las ecuaciones anteriores, se puede calcular el número de unidades de ancho de salida con la siguiente expresión:

$$n = \frac{A}{100 \cdot fo}$$

Donde n es unidad de ancho de salida; A es la superficie del piso (m^2); fo es el factor de ocupación (m^2 /persona) y 100 es una constante (personas / unidad de ancho de salida).

El valor n debe ser número entero, por lo que las fracciones superiores a 0,5 se redondean en exceso.



Uso	f _o
• Sitios de asambleas, auditorios, salas de concierto, salas de baile	1
• Edificios educacionales, templos	2
• Lugares de trabajo, locales, patios y terrazas destinados a comercio, mercados, ferias, exposiciones, restaurantes	3
• Salones de billares, canchas de bolos y bochas, gimnasios, pistas de patinaje, refugios nocturnos de caridad	5
• Edificios de escritorios y oficinas, bancos, bibliotecas, clínicas, asilos, internados	8
• Viviendas privadas y colectivas	12
• Edificios industriales; el número de ocupantes depende de la característica del edificio. Puede adoptarse:	16
• Salas de juego	2
• Grandes tiendas, supermercados, planta baja y primer subsuelo	3
• Grandes tiendas, supermercados, pisos superiores	8
• Hoteles, planta baja y restaurantes	3
• Hoteles, pisos superiores	20
• Depósitos	30

Nota: En subsuelos, excepto para el primero a partir del piso bajo, se supone un factor de ocupación de la mitad.

Tabla 14: Factor de ocupación (m²/persona).

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a calcular las unidades de ancho de salida:

Torre IV

A: el área por piso de los sectores de incendio es de 522 m² aproximadamente. Teniendo en cuenta que el edificio tiene 3 pisos más la planta baja:

$$A = 522 \text{ m}^2 \times 4 \text{ pisos} = 2088 \text{ m}^2$$

Luego,

$$n = \frac{A}{100 \cdot f_o} = \frac{2088 \text{ m}^2}{100 \cdot 12} = 1,74 = 2$$

Torre V

A: el área por piso de los sectores de incendio es de 257 m² aproximadamente. Teniendo en cuenta que el edificio tiene 3 pisos más la planta baja:

$$A = 257 \text{ m}^2 \times 4 \text{ pisos} = 1028 \text{ m}^2$$

Luego,

$$n = \frac{A}{100 \cdot f_o} = \frac{1028 \text{ m}^2}{100 \cdot 12} = 0,86 = 1$$

Ancho mínimo total de los medios de escape

Una vez calculada la unidad de ancho de salida (n), puede determinarse el *ancho total mínimo permitido* del medio de escape, ya sea pasillos o escaleras.

En la siguiente tabla se resumen los valores correspondientes:



(n) unidades de anchos de salida (N°)	Edificios nuevos	Edificios existentes
2	1,10 m	0,96 m
3	1,55 m	1,45 m
4	2,00 m	1,85 m
5	2,45 m	2,30 m
6	2,90 m	2,80 m

El ancho mínimo permitido es de dos unidades de ancho de salida.
El ancho mínimo se mide entre zócalos.

Tabla 15: Ancho mínimo de salida de los medios de escape

De modo que corresponde:

Torre IV = 2 u.a.s = 1,10 m.

Torre V = 1 u.a.s = se adopta el ancho mínimo permitido de 2 u.a.s, igual a 1,10 m.

Caja de escalera

Se denomina caja de escalera a un recinto que contiene una escalera incombustible, utilizada como medio de escape, compuesto por muros cuya resistencia al fuego debe estar de acuerdo al riesgo de incendio de mayor importancia de la zona del edificio que sirve. Los acabados o revestimientos interiores también deben ser incombustibles y resistentes al fuego.

Su acceso debe efectuarse a través de puerta de doble contacto resistentes al fuego, con dispositivo automático para mantenerlas permanentemente cerradas, *debiendo salir hacia adentro de la caja*, sin invadir en su apertura el ancho de paso. Las cajas de escaleras deben estar separadas de los medios de circulación comunes y no se permite el acceso a través de ellas a ningún tipo de servicios, como ser: armarios para útiles de limpieza, aberturas para conductos de compactadores o incineradores, puertas de ascensores o montacargas, hidrantes, debiendo estar siempre libre de obstáculos.

Se exige que todo edificio de dos pisos altos o más o a partir de los 12 m en viviendas residenciales colectivas, deben contar con caja de escalera.

El acceso no debe efectuarse en forma directa, sino por medio de una antecámara con puertas resistentes al fuego de doble contacto y cierre automático en todos los niveles.

Las escaleras de escape se proyectan dentro de la caja de escalera mediante la superposición de tramos preferentemente iguales o semejantes para cada piso, de modo que sean extendidas regularmente en el sentido vertical del edificio. No se admiten las compensadas. La misma debe tener continuidad mediante una comunicación directa a través de los pisos a los cuales sirve, quedando interrumpida en el piso bajo cuyo nivel debe comunicar con la vía pública. De esa manera, ninguna escalera de escape puede seguir hacia niveles inferiores a la de la planta principal de salida. Por ello, el acceso a sótanos debe realizarse en forma de caja independiente, sin continuidad con el resto del edificio.

El diseño de la escalera debe obedecer al logro de la mayor comodidad y seguridad en el tránsito por ellas y su acceso debe ser fácil y franco. Por ello, se establece que las escaleras de escape se deben construir en tramos rectos de no más de 21 alzadas cada uno. Las medidas de todos los escalones de un mismo tramo deben ser iguales entre sí, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$2a + p = 0,60 \text{ a } 0,63 \text{ m}$$



Donde a es la alzada, no debe ser mayor de 0,18 m y p la pedada, no debe ser mayor de 0,26 m. En ambas torres se encuentra que $a = 0,1793$ m y $p = 0,27$ m. De modo que:

$$2 \cdot 0,1793 \text{ m} + 0,27 \text{ m} = \mathbf{0,6286 \text{ m}}$$

Se establece que las cajas de escaleras deben estar claramente señaladas y permanentemente iluminadas. Un aspecto básico en el diseño es que en caso de incendio este medio de escape tienda a mantenerse libre de humo.

Ascensores

Los ascensores no se consideran como un medio de escape, debido al peligro que involucra su uso en el caso de declararse un incendio. En las normas de prevención se instruye a los usuarios que en caso de emergencia no deben utilizarse los ascensores, dado que puede quedar atrapado en el mismo, sin posibilidad alguna de escape.

La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo exige sin embargo que en edificios de más de 25 metros de altura, se debe contar con un ascensor de características particulares contra incendio. Dado que el edificio en cuestión no supera dicha altura, no va a contar con un ascensor de tales características.

3.2.3.8 Sectorización horizontal y vertical

SECTORIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	
Sectorización Horizontal	
Sectores aplicados:	Salas de tableros y antecámaras de ascensores en nivel de cocheras.
Tipo implementado:	Muros de material y puertas resistentes.
Características de los cerramientos:	Puerta de chapa rellena con vermiculita del tipo doble contacto. Cierre mediante cerradura en salas técnicas, y de accionamiento libre y brazo de cierre automático en antecámara de ascensores.
Resistencia al fuego prevista:	Del orden de los 60 min (F60).
Sectorización Vertical	
Sectores aplicados:	Totalidad de niveles en torres de vivienda.
Tipo implementado:	Muros de material y puertas resistentes en cajas de escaleras.
Características de los cerramientos:	Puerta de chapa relleno con vermiculita del tipo doble contacto con brazo de cierre automático. Sentido de apertura siempre concordante con el flujo de evacuación.
Resistencia al fuego prevista:	Del orden de los 60 min (F60).

El nivel de cocheras conformando un único sector de incendio, el cual se encuentra separado de cada torre de viviendas mediante cerramientos resistentes al fuego en acceso a escaleras y ascensores. En cada torre a su vez se efectúan cerramientos de modo de independizar el riesgo de cada nivel.



Las puertas de caja de escalera poseen cierre automático accionado mediante brazo hidráulico, y están construidas con chapa calibre #24 como mínimo, relleno de vermiculita y doble contacto. Su característica de resistencia al fuego da garantía al retraso del paso del fuego, humos y temperatura por un lapso aproximado de 60 minutos. Las salas de máquinas y subsuelo técnico, cuentan con puertas de idénticas características, sin cierre automático y con cerradura de seguridad. Los ascensores dispuestos a nivel de subsuelo no abren directamente al nivel de cocheras, sino que lo hacen a través de una antecámara realizada mediante muros de materiales resistentes al fuego y puertas de idénticas características que las proyectadas para la caja de escalera.

A continuación se observa un detalle de las puertas mencionadas:

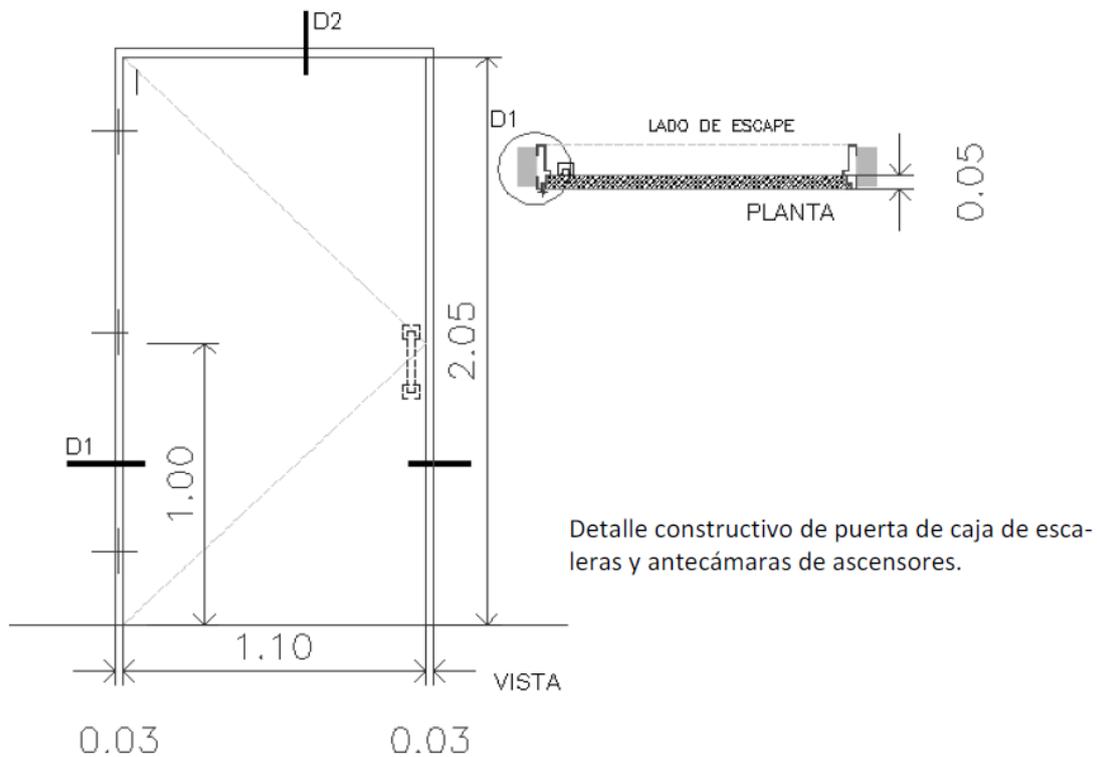


Fig. 24: Detalle constructivo de puerta de caja de escaleras y antecámaras de ascensores.

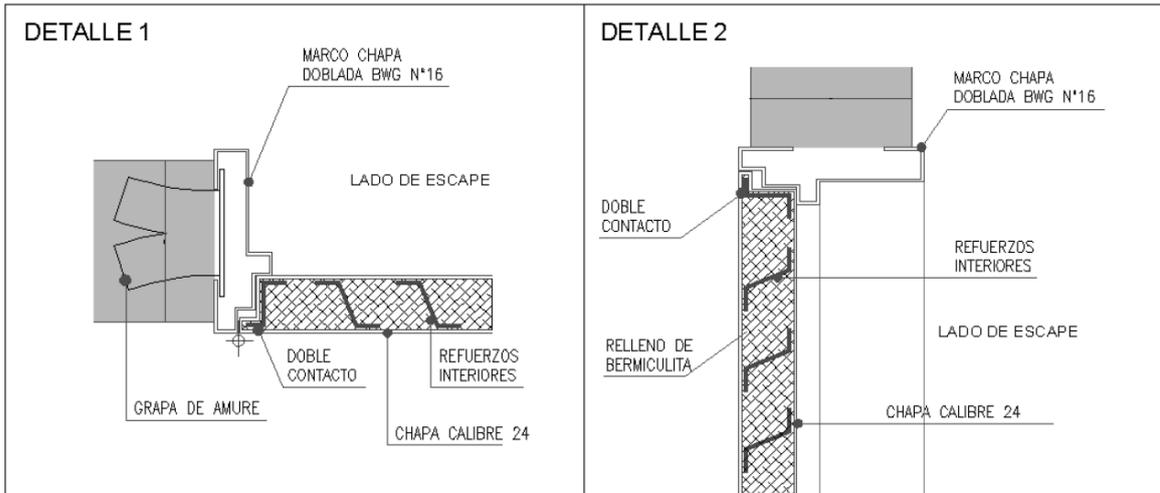


Fig. 25: Detalle constructivo de puerta de caja de escalera.



4. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN

Todo sistema de calefacción tiende en invierno a proporcionar una condición climática interior uniforme, destinada a lograr confort para las personas o establecer condiciones adecuadas para procesos industriales.

La calefacción comprende: la *generación de calor*, mediante calderas, estufas y todo artefacto que convierta combustible en calor útil; la *distribución* por cañerías o conductos, y la *disipación* del calor mediante unidades terminales en los ambientes, como radiadores, convectores, paneles radiantes.

El sistema de tipo centralizado, consiste en una caldera generadora del calor que se ubica en un lugar del edificio que normalmente se designa como sala de máquinas, o semicentralizado, cuando en una casa de departamentos se utiliza una caldera por cada unidad de vivienda. Desde esas calderas se distribuye el calor mediante cañerías que lo transportan a las unidades terminales ubicadas en los locales por calefaccionar, mediante la utilización de agua caliente, generalmente circulada por bombas circulatorias o mediante vapor a baja presión.

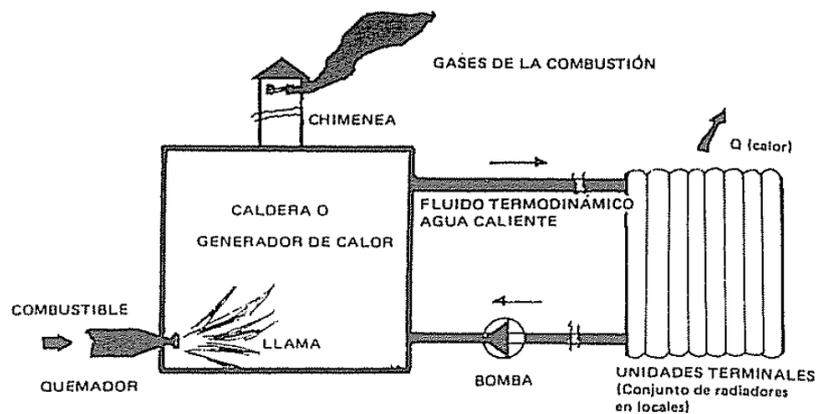


Fig. 26: Esquema de funcionamiento de instalación de calefacción.

El generador de calor puede ser un equipo de aire caliente el que se distribuye mediante conductos a los distintos ambientes. Sin embargo, todos los componentes pueden estar unificados en equipos calefactores y distribuidores completos, denominado *autocontenidos*. O sea, la generación y distribución del calor se produce en el mismo artefacto que se ubica en el ambiente. Los sistemas que utilizan estos equipos se denominan *individuales*, en contraposición a los centralizados o semicentralizados descriptos anteriormente. Como ejemplo de estos sistemas individuales se encuentran las estufas a gas, las chimeneas a leña, etc.

Desde el punto de vista del fluido termodinámico utilizado para la distribución del calor se puede mencionar: agua caliente, vapor a baja presión, aire caliente y refrigerantes, cuando se los utiliza como bomba de calor, aceites.

En cuanto a la energía que se utiliza para la producción del calor se puede citar combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, electricidad o fuentes no convencionales, como la energía solar o geotérmica.

Forma de disponer los equipos

- **Sistemas centrales:** es el sistema de calefacción que se basa en una fuente de calor común. En estos sistemas, todos los componentes están agrupados en una sala de máquinas, donde se ubican calderas, bombas, tanques. Allí se efectúa el



calentamiento total del agua de la instalación y se la distribuye por los distintos locales del edificio mediante cañerías.

- *Sistemas individuales o semicentralizados:* en estos sistemas, los elementos de calefacción están distribuidos individualmente para cada local o para cada unidad de vivienda. Es decir, por ejemplo, en una casa de departamentos, cada uno de ellos posee una caldera para su servicio. Esencialmente, estos sistemas brindan la posibilidad de que cada usuario regule el grado de temperatura deseado, permitiéndole así controlar el consumo y el gasto. Este es el tipo de sistema que se utiliza para calefaccionar las torres IV y V del Condominio Fontanas del Sur.

Para determinar la cantidad de calor a suministrar se utiliza el balance térmico de invierno explicado a continuación.

Balance térmico de invierno

El balance térmico de invierno tiende a determinar la cantidad de calor que se debe suministrar a los locales para compensar las pérdidas, manteniendo la temperatura confortable adecuada.

Las pérdidas de calor dependen de una serie de factores que se indican seguidamente: pérdidas por paredes, vidrios, puertas, techos, pisos, que componen el contorno del local, así como para compensar las pérdidas por infiltración de aire frío en invierno.

La determinación de esa cantidad de calor es muy importante, porque servirá de base para el diseño de los dispositivos de calentamiento, y para el dimensionamiento completo de la instalación. En el análisis térmico de invierno no se tiene en cuenta la incidencia favorable de la cantidad de calor aportada por personas, iluminación y demás porque se considera el local en la condición mas comprometida.

Temperaturas interiores

Se toma el valor de calefacción por radiadores para locales habitados u oficinas: 20°C.

Temperaturas exteriores

Se adopta un valor que no coincide con la mínima absoluta de la localidad, pero que sea lo suficientemente baja como para obtener resultados satisfactorios sin requerir equipos exageradamente costosos. Se adopta los valores que se indican en el siguiente cuadro, que dependen de la latitud geográfica, altitud y exposición al viento de las distintas localidades:



Localidad	Verano		Invierno	
	Temperatura (°C)	HR (%)	Temperatura (°C)	HR (%)
Buenos Aires	35	40	0	80
Mar del Plata	32	45	-1,4	85
Carmen de Patagones	34	40	-2	70
Catamarca	37	35	0,9	65
Córdoba	36	40	-0,4	75
Corrientes	38	45	4	75
Goya	38	45	3	75
Resistencia	38	45	3	70
Pres. Roque Sáenz Peña	37	45	2	70
Comodoro Rivadavia	31	40	-4,4	55
Esquel	30	35	-7,6	70
Trelew	30	35	-3	60
Paraná	36	45	2,4	75
Formosa	38	45	5	75
San Salvador de Jujuy	32	40	-1,1	75
Santa Rosa	36	40	-2,8	65
La Rioja	40	35	-1,5	60
Mendoza	35	40	-1,1	60
Posadas	38	45	4	75
Bariloche	32	40	-5,6	65
Salta	34	40	-3	65
San Juan	40	35	-3,1	55
San Luis	37	30	-1,8	60
Cipolletti	35	40	-4,2	60
San Antonio Oeste	34	40	-3,2	60
Santa Fe	35	40	1	80
Rosario	36	40	0,4	80
Vera	38	40	3,2	75
Santiago del Estero	39	40	0,5	65
Tucumán	37	45	1,1	70
Río Gallegos			-7,2	70
Puerto Desierto			-5	70
Puerto San Julián			-7	65
Puerto Santa Cruz			-6,3	70
Ushuaia			-12	70
Río Grande			-11	75

Cuadro: Condiciones de diseño exterior en invierno y verano.

El cálculo de la cantidad de calor de pérdida de los locales se realiza de la siguiente manera:

$$Q_T = Q_t + Q_e$$

Siendo Q_T la cantidad de calor de pérdida total del local (kcal/h); Q_t es la cantidad de calor de pérdida por transmisión (kcal/h) y Q_e es la cantidad de calor para compensar la infiltración del aire exterior (kcal/h).

La cantidad de calor necesaria por transmisión (Q_t) vale:

$$Q_t = \sum q_o = K \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo K coeficiente total de transmisión de calor (kcal/h.m² °C); A es el área (m²), T_i es la temperatura del aire interior (°C) y T_e la temperatura del aire exterior (°C).

La suma de todas las pérdidas individuales de cada uno de los elementos del local representa la pérdida de calor de todo el local Q_t .

La cantidad de calor de pérdida por infiltración de aire (Q_e) es la cantidad de aire que penetra en un local a través de puertas y ventanas. Dependen de su hermeticidad y de la diferencia de presión entre el interior y exterior del edificio debido a la acción del viento. La cantidad de calor necesaria para compensar las pérdidas debido al aire exterior que penetra en un local viene dada por la fórmula:

$$Q_e = 17 \cdot C \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo Q_e cantidad de calor por infiltración (kcal/h); 17 valor que se adopta como constante que tiene en cuenta el calor específico y peso específico del aire; C es el caudal de aire que penetra en m³/min; $(T_i - T_e)$ es el salto térmico entre la temperatura interior y exterior en °C.



El caudal de aire que penetra a través de las aberturas se establece por ensayos y depende de las características constructivas, del grado de hermeticidad y de la velocidad del viento que incide sobre esas aberturas. Como en general no se dispone de esa información, se realiza una estimación del caudal de infiltración en función de establecer un número de renovaciones horarias del volumen del local. Así puede suponerse:

<i>Clase de local</i>	<i>Nº (renovación por hora)</i>
Sin paredes exteriores	0,5
Una pared exterior con ventana normal	1
Dos paredes exteriores con ventana normal o una ventana grande	1,5
Con más paredes exteriores	2

En locales de circulación o ventilados como hall, baños, cocinas, etc., se adoptan 2 renovaciones horarias. En general no debe sobrepasarse en ningún local ese valor de 2 renovaciones horarias.

Tabla 15: Renovaciones en función del tipo de local.

Por tal motivo la cantidad de aire que fluye por ese concepto se calcula con la fórmula:

$$\text{Caudal (m}^3\text{/min)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ renov/hora} \times \text{Volumen del local (m}^3\text{)}}{60 \text{ (min/hora)}}$$

La fórmula de la cantidad de calor por infiltración queda entonces:

$$Q_e = 0,3 \cdot \text{n}^\circ \text{ (r/h)} \cdot V \cdot (T_i - T_e)$$

Establecidos estos conceptos, se procede a calcular el balance térmico invernal para las Torres IV y V del Condominio Fontanas del Sur. Como se menciona al principio del informe, la Torre IV cuenta con 8 departamentos por piso, de los cuales se tiene 6 plantas tipo diferentes:

- Departamentos A y D en planta baja y planta tipo.
- Departamentos B y C en planta baja y planta tipo.
- Departamentos E y H en planta tipo para todos los pisos igual.
- Departamentos F y G en planta tipo para todos los pisos igual.

En la Torre V, que cuenta con 3 departamentos por piso, las 3 plantas son diferentes entre ellas.

Antes de comenzar con los cálculos, se determina el coeficiente total de transmisión de calor de las muros, pisos y cielorrasos.

Para ello, se utiliza la siguiente ecuación:

$$R_t = \frac{1}{K} = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + R_c + R_{se}$$



Donde K es el coeficiente de transmitancia térmica total ($\text{kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$), λ es el coeficiente de conductibilidad térmica ($\text{kcal}/\text{mh}^\circ\text{C}$) de tablas Norma IRAM 11.601, R_t es la transmitancia térmica total ($\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$), e es el espesor de los materiales en m, R_{si} la resistencia superficial interior, R_{se} la resistencia superficial exterior y R_c es la resistencia de cámaras de aire en caso que haya.

Rsi	Material 1		Material 2		Material 3		Rse	Kpared
	Revoque		Ladrillo Hueco		Revoque			
	e1	λ 1	e2	λ 2	e3	λ 3		($\text{kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)
0,14	0,025	0,75	0,08	0,42	0,025	0,75	0,05	2,236

Rsi	Material 1		Material 2		Rse	Ktecho
	Hormigón Armado		Panel de Yeso			
	e1	λ 1	e2	λ 2		($\text{kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)
0,12	0,25	1,75	0,075	2,10	0,19	2,047

Rsi	Material 1		Material 2		Rse	Kpisobaño
	Hormigón Armado		Baldosa cerámica			
	e1	λ 1	e2	λ 2		($\text{kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)
0,12	0,25	1,75	0,01	0,60	0,19	2,130

El coeficiente térmico del vidrio (DVH de 9mm) es de $2,57 \text{ Kcal}/\text{hm}^2$.

4.1 Balance Térmico Invernal

TORRE IV

En esta sección, se encuentran los cálculos del balance térmico invernal para los departamentos A y D, B y C de la planta baja y planta tipo y las plantas tipo, E y H, y F y G que son iguales para todos los pisos del edificio.

Es importante mencionar que para realizar un cálculo más preciso y no colocar radiadores de más que implican un mayor costo se tomaron las siguientes temperaturas:

- Para el caso de paredes exteriores se toma el valor de temperatura exterior para la ciudad de Córdoba de $-0,4^\circ\text{C}$ obtenido del cuadro.
- Para el caso de paredes interiores, se toma como temperatura exterior 14°C .
- Para el caso de techos y pisos, se toma como temperatura exterior 14°C , ya que al tratarse de un edificio, el fenómeno de transferencia de calor va a involucrar la relación piso-techo. Por ejemplo, el techo del departamento A del primer piso va tener transferencia de calor del piso del departamento A del segundo piso.



Planta A y D – Planta Baja

DEPARTAMENTOS A y D - Planta Baja				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	4,08	2,57	20,4	213,91
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Pérdida por transmisión de cielorrasos				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	15,92	2,05	6	195,51
Estar-Comedor	21,90	2,05	6	268,95
Baño	3,70	2,05	6	45,44
Toilette	2,10	2,05	6	25,79
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	35,448	2,24	20,4	1617,24
Estar-Comedor	39,87	2,24	20,4	1818,85
Baño	17,36	2,24	6	232,88
Toilette	12,08	2,24	6	162,03
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	15,92	1,91	6	182,69
Estar-Comedor	21,90	1,91	6	251,31
Baño	3,70	2,13	6	47,28
Toilette	2,10	2,13	6	26,84
Pérdidas por infiltración Qe				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	1,5	38,208	20,4	350,75
Estar-Comedor	1	52,56	20,4	321,67
Baño	0,5	8,88	6	7,99
Toilette	0,5	5,04	6	4,54

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorrasos	Qt muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio	213,91	195,51	1617,24	182,69	2209,35
Estar-Comedor	276,82	268,95	1818,85	251,31	2615,93
Baño	0,00	45,44	232,88	47,28	325,60
Toilette	0,00	25,79	162,03	26,84	214,65



DEPARTAMENTOS A y D - Planta Baja			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Q _i (kcal/h)	Q _e (kcal/h)	Q _T (kcal/h)
Dormitorio	2209,35	350,75	2560,10
Estar-Comedor	2615,93	321,67	2937,60
Baño	325,60	7,99	333,59
Toilette	214,65	4,54	219,19

Planta B y C – Planta Baja

DEPARTAMENTOS B y C - Planta Baja				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	5,28	2,57	20,4	276,82
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Pérdida por transmisión de cielorrasos				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	14,01	2,05	6	172,05
Estar-Comedor	21,92	2,05	6	269,19
Baño	5,00	2,05	6	61,40
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	29,49	2,24	20,4	1345,60
Estar-Comedor	39,14	2,24	20,4	1785,78
Baño	22,77	2,24	6	305,59
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	14,01	1,91	6	160,77
Estar-Comedor	21,92	1,91	6	251,54
Baño	5,00	2,13	6	63,89
Pérdidas por infiltración Q_e				
Local	n° de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	1	33,62	20,4	205,78
Estar-Comedor	1	52,61	20,4	321,96
Baño	0,5	12,00	6	10,80



Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorrasos	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio	276,82	172,05	1345,60	160,77	1955,25
Estar-Comedor	276,82	269,19	1785,78	251,54	2583,33
Baño	0,00	61,40	305,59	63,89	430,89

DEPARTAMENTOS B y C - Planta Baja			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio	1955,25	205,78	2161,03
Estar-Comedor	2583,33	321,96	2905,29
Baño	430,89	10,80	441,69

Planta A y D – Planta Tipo

DEPARTAMENTOS A y D - Planta Tipo				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m2.°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	4,08	2,57	20,4	213,91
Dormitorio2	3,08	2,57	20,4	161,48
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Baño1	0,72	2,57	20,4	37,75
Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m2.°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	11,22	2,05	6	137,79
Dormitorio2	11,16	2,05	6	137,05
Estar-Comedor	25,14	2,05	6	308,74
Baño1	3,79	2,05	6	46,54
Baño2	3,70	2,05	6	45,44
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m2.°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	28,18	2,24	20,4	1285,47
Dormitorio2	29,08	2,24	20,4	1326,72
Estar-Comedor	43,48	2,24	20,4	1983,87
Baño1	16,35	2,24	20,4	745,80
Baño2	17,59	2,24	6	236,03



Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	11,22	1,91	6	128,75
Dormitorio2	11,16	1,91	6	128,07
Estar-Comedor	25,14	1,91	6	288,49
Baño1	3,79	2,13	6	48,43
Baño2	3,70	2,13	6	47,28
Pérdidas por infiltración Qe				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	1,5	26,93	20,4	247,20
Dormitorio2	1	26,78	20,4	163,92
Estar-Comedor	1	60,34	20,4	369,26
Baño1	1	9,10	20,4	55,67
Baño2	0,5	8,88	20,4	27,17

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorraso	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio1	213,91	137,79	1285,47	128,75	1765,92
Dormitorio2	161,48	137,05	1326,72	128,07	1753,31
Estar-Comedor	276,82	308,74	1983,87	288,49	2857,92
Baño1	37,75	46,54	745,80	48,43	878,52
Baño2	0,00	45,44	236,03	47,28	328,75

DEPARTAMENTOS A y D - Planta Tipo			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio1	1765,92	247,20	2013,12
Dormitorio2	1753,31	163,92	1917,23
Estar-Comedor	2857,92	369,26	3227,18
Baño1	878,52	55,67	934,19
Baño2	328,75	27,17	355,93



Planta B y C – Planta Tipo

DEPARTAMENTOS B y C - Planta Tipo				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	5,28	2,57	20,4	276,82
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82

Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	14,01	2,05	6	172,05
Estar-Comedor	25,50	2,05	6	313,16
Baño	5,00	2,05	6	61,40
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	29,49	2,24	20,4	1345,60
Estar-Comedor	52,46	2,24	20,4	2393,47
Baño	22,77	2,24	6	305,59
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	14,01	1,91	6	160,77
Estar-Comedor	25,50	1,91	6	292,62
Baño	5,00	2,13	6	63,89
Pérdidas por infiltración Qe				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	1	33,62	6	60,52
Estar-Comedor	1	61,20	6	110,16
Baño	0,5	12,00	6	10,80

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Techo	Qt Pared	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio	276,82	172,05	1345,60	160,77	1955,25
Estar-Comedor	276,82	313,16	2393,47	292,62	3276,07
Baño	0,00	61,40	305,59	63,89	430,89



DEPARTAMENTOS B y C - Planta Tipo			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio	1955,25	60,52	2015,77
Estar-Comedor	3276,07	110,16	3386,23
Baño	430,89	10,80	441,69

Planta E y H – Planta Única

DEPARTAMENTOS E y H - Planta Tipo				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	1,92	2,57	20,4	100,66
Dormitorio2	4,08	2,57	20,4	213,91
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	9,30	2,05	6	114,21
Dormitorio2	15,58	2,05	6	191,33
Estar-Comedor	26,44	2,05	6	324,70
Baño	3,87	2,05	6	47,53
Toilette	3,31	2,05	6	40,65
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	26,52	2,24	20,4	1209,83
Dormitorio2	32,18	2,24	20,4	1468,24
Estar-Comedor	43,94	2,24	20,4	2004,58
Baño	17,45	2,24	6	234,17
Toilette	18,74	2,24	6	251,49
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	9,30	1,91	6	106,72
Dormitorio2	15,58	1,91	6	178,79
Estar-Comedor	26,44	1,91	6	303,41
Baño	3,87	2,13	6	49,45
Toilette	3,31	2,13	6	42,30



Pérdidas por infiltración Q_e				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	1	22,32	20,4	136,60
Dormitorio2	1	37,39	20,4	228,84
Estar-Comedor	0,5	63,46	20,4	194,18
Baño	0,5	9,29	20,4	28,42
Toilette	0,5	7,94	20,4	24,31

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorraso	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio1	100,66	114,21	1209,83	106,72	1531,42
Dormitorio2	213,91	191,33	1468,24	178,79	2052,27
Estar-Comedor	276,82	324,70	2004,58	303,41	2909,51
Baño	0,00	47,53	234,17	49,45	331,15
Toilette	0,00	40,65	251,49	42,30	334,44

DEPARTAMENTOS E y H - Planta Tipo			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio1	1531,42	136,60	1668,02
Dormitorio2	2052,27	228,84	2281,10
Estar-Comedor	2909,51	194,18	3103,69
Baño	331,15	28,42	359,57
Toilette	334,44	24,31	358,75

Planta F y G – Planta Única

DEPARTAMENTOS F y G - Planta Tipo				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	5,28	2,57	20,4	276,82
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	15,05	2,05	6	184,82
Estar-Comedor	21,02	2,05	6	258,14
Baño	3,80	2,05	6	46,67



Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	30,74	2,24	20,4	1402,54
Estar-Comedor	37,63	2,24	20,4	1716,70
Baño	17,83	2,24	6	239,25
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	15,05	1,91	6	172,70
Estar-Comedor	21,02	1,91	6	241,21
Baño	3,80	2,13	6	48,56
Pérdidas por infiltración Qe				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	1	36,12	20,4	221,05
Estar-Comedor	1	50,45	20,4	308,74
Baño	0,5	9,12	6	8,21

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorrasos	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio	276,82	184,82	1402,54	172,70	2036,89
Estar-Comedor	276,82	258,14	1716,70	241,21	2492,88
Baño	0,00	46,67	239,25	48,56	334,48

DEPARTAMENTOS F y G - Planta Tipo			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio	2036,89	221,05	2257,95
Estar-Comedor	2492,88	308,74	2801,62
Baño	334,48	8,21	342,69

A continuación, se presenta una tabla resumen de los flujos de calor para la Torre IV.



Torre IV - Condominio Fontanas del Sur			
FLUJO TOTAL DE CALOR (Kcal/h)			
Departamentos A y D - Planta Baja			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio	2209,35	350,75	2560,10
Estar-Comedor	2615,93	321,67	2937,60
Baño	325,60	7,99	333,59
Toilette	214,65	4,54	219,19
Total			6050,48
Departamentos B y C - Planta Baja			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio	1955,25	205,78	2161,03
Estar-Comedor	2583,33	321,96	2905,29
Baño	430,89	10,80	441,69
Total			5508,01
Departamentos A y D - Planta Tipo			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio1	1765,92	247,20	2013,12
Dormitorio2	1753,31	163,92	1917,23
Estar-Comedor	2857,92	369,26	3227,18
Baño1	878,52	55,67	934,19
Baño2	328,75	27,17	355,93
Total			8447,65
Departamentos B y C - Planta Tipo			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio	1955,25	60,52	2015,77
Estar-Comedor	3276,07	110,16	3386,23
Baño	430,89	10,80	441,69
Total			5843,70
Departamentos E y H - Planta Tipo			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio1	1531,42	136,60	1668,02
Dormitorio2	2052,27	228,84	2281,10
Estar-Comedor	2909,51	194,18	3103,69
Baño	331,15	28,42	359,57
Toilette	334,44	24,31	358,75
Total			7771,13



Departamentos F y G - Planta Tipo			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio	2036,89	221,05	2257,95
Estar-Comedor	2492,88	308,74	2801,62
Baño	334,48	8,21	342,69
Total			5402,25

TORRE V

En esta sección, se encuentran los cálculos del balance térmico invernal para los departamentos A, B y C de la planta baja y las plantas tipo A y C que son iguales para los pisos 1, 2 y 3 del edificio. El diseño del departamento B se mantiene para PB y pisos 1, 2 y 3.

Planta A – Planta Baja

DEPARTAMENTO A - Planta Baja				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	4,08	2,57	20,4	213,91
Dormitorio2	3,74	2,57	20,4	196,08
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	14,02	2,05	6	172,18
Dormitorio2	15,20	2,05	6	186,67
Estar-Comedor	26,15	2,05	6	321,14
Toilette	2,20	2,05	6	27,02
Baño	4,38	2,05	6	53,79
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	38,33	2,24	20,4	1748,55
Dormitorio2	33,19	2,24	20,4	1514,41
Estar-Comedor	45,17	2,24	20,4	2060,70
Toilette	13,51	2,24	6	181,28
Baño	18,79	2,24	6	252,13
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	14,02	1,91	6	160,89
Dormitorio2	15,20	1,91	6	174,43
Estar-Comedor	26,15	1,91	6	300,08



Toilette	2,20	2,13	6	28,11
Baño	4,38	2,13	6	55,97
Pérdidas por infiltración Qe				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	1,5	33,65	20,4	308,89
Dormitorio2	1	36,48	20,4	223,26
Estar-Comedor	1	62,76	20,4	384,09
Toilette	0,5	5,28	20,4	16,16
Baño	0,5	10,51	20,4	32,17

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Techo	Qt Pared	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio1	213,91	172,18	1748,55	160,89	2295,51
Dormitorio2	196,08	186,67	1514,41	174,43	2071,58
Estar-Comedor	276,82	321,14	2060,70	300,08	2958,74
Toilette	0,00	27,02	181,28	28,11	236,42
Baño	0,00	53,79	252,13	55,97	361,90

DEPARTAMENTO A - Planta Baja			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio1	2295,51	308,89	2604,40
Dormitorio2	2071,58	223,26	2294,84
Estar-Comedor	2958,74	384,09	3342,83
Toilette	236,42	16,16	252,57
Baño	361,90	32,17	394,06

Planta B – Planta Baja y Planta Tipo

DEPARTAMENTOS B - PB, 1º, 2º y 3º				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	4,08	2,57	20,4	213,91
Dormitorio2	3,21	2,57	20,4	168,40
Dormitorio Servicio	0,90	2,57	20,4	47,19
Estar-Comedor	7,67	2,57	20,4	401,91
Baño Suite	0,72	2,57	20,4	37,75



Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	16,58	2,05	6	203,61
Dormitorio2	12,13	2,05	6	148,96
Dormitorio Servicio	4,13	2,05	6	50,72
Estar-Comedor	25,46	2,05	6	312,67
Toilette	2,38	2,05	6	29,23
Baño	4,04	2,05	6	49,61
Baño Servicio	2,20	2,05	6	27,02
Baño Suite	3,92	2,05	6	48,14

Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	41,66	2,24	20,4	1900,65
Dormitorio2	30,12	2,24	20,4	1374,26
Dormitorio Servicio	17,70	2,24	20,4	807,34
Estar-Comedor	48,49	2,24	20,4	2212,44
Toilette	13,41	2,24	6	180,00
Baño	17,73	2,24	6	237,96
Baño Servicio	12,65	2,24	6	169,69
Baño Suite	16,53	2,24	20,4	754,33

Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	16,58	1,91	6	190,26
Dormitorio2	12,13	1,91	6	139,20
Dormitorio Servicio	4,13	1,91	6	47,39
Estar-Comedor	25,46	1,91	6	292,16
Toilette	2,38	2,13	6	30,41
Baño	4,04	2,13	6	51,63
Baño Servicio	2,20	2,13	6	28,11
Baño Suite	3,92	2,13	6	50,09

Pérdidas por infiltración (Qe)				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	1,5	39,79	20,4	365,29
Dormitorio2	1	29,11	20,4	178,17
Dormitorio Servicio	1	9,91	20,4	60,66
Estar-Comedor	1,5	61,10	20,4	560,93



Toilette	0,5	5,71	20,4	17,48
Baño	0,5	9,70	20,4	29,67
Baño Servicio	0,5	5,28	20,4	16,16
Baño Suite	0,5	9,41	20,4	28,79

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorraso	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio1	213,91	203,61	1900,65	190,26	2508,44
Dormitorio2	168,40	148,96	1374,26	139,20	1830,82
Dormitorio Servicio	47,19	50,72	807,34	47,39	952,64
Estar-Comedor	401,91	312,67	2212,44	292,16	3219,19
Toilette	0,00	29,23	180,00	30,41	239,64
Baño	0,00	49,61	237,96	51,63	339,21
Baño Servicio	0,00	27,02	169,69	28,11	224,82
Baño Suite	37,75	48,14	754,33	50,09	890,31

DEPARTAMENTOS B - Planta Baja			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio1	2508,44	365,29	2873,73
Dormitorio2	1830,82	178,17	2008,98
Dormitorio Servicio	952,64	60,66	1013,30
Estar-Comedor	3219,19	560,93	3780,12
Toilette	239,64	17,48	257,12
Baño	339,21	29,67	368,87
Baño Servicio	224,82	16,16	240,98
Baño Suite	890,31	28,79	919,10

Planta C – Planta Baja

DEPARTAMENTO C - Planta Baja				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	1,56	2,57	20,4	81,79
Escritorio	2,40	2,57	20,4	125,83
Estar-Comedor	6,48	2,57	20,4	339,73



Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	10,56	2,05	6	129,68
Escritorio	4,38	2,05	6	53,79
Estar-Comedor	23,76	2,05	6	291,79
Toilette	2,43	2,05	6	29,84
Baño	3,55	2,05	6	43,60
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	30,24	2,24	20,4	1379,55
Escritorio	15,91	2,24	20,4	725,86
Estar-Comedor	41,83	2,24	20,4	1908,32
Toilette	13,20	2,24	6	177,10
Baño	16,25	2,24	6	218,00
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	10,56	1,91	6	121,18
Escritorio	4,38	1,91	6	50,26
Estar-Comedor	23,76	1,91	6	272,66
Toilette	2,43	2,13	6	31,05
Baño	3,55	2,13	6	45,37

Pérdidas por infiltración (Qe)				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio	1	25,34	20,4	155,11
Escritorio	1	10,51	20,4	64,33
Estar-Comedor	1	57,02	20,4	348,99
Toilette	0,5	5,83	20,4	17,85
Baño	0,5	8,52	20,4	26,07

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorraso	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio	81,79	129,68	1379,55	121,18	1712,20
Escritorio	125,83	53,79	725,86	50,26	955,74
Estar-Comedor	339,73	291,79	1908,32	272,66	2812,50
Toilette	0,00	29,84	177,10	31,05	237,99
Baño	0,00	43,60	218,00	45,37	306,96



DEPARTAMENTO C - Planta Baja			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio	1712,20	155,11	1867,31
Escritorio	955,74	64,33	1020,07
Estar-Comedor	2812,50	348,99	3161,48
Toilette	237,99	17,85	255,84
Baño	306,96	26,07	333,03

Planta A – Planta Tipo

DEPARTAMENTOS A - Planta Tipo				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m2.°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	4,08	2,57	20,4	213,91
Dormitorio2	3,74	2,57	20,4	196,08
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m2.°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	17,89	2,05	6	219,70
Dormitorio2	15,20	2,05	6	186,67
Estar-Comedor	26,15	2,05	6	321,14
Toilette	2,20	2,05	6	27,02
Baño	4,23	2,05	6	51,95
Baño Suite	3,50	2,05	6	42,98
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m2.°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	49,01	2,24	20,4	2235,80
Dormitorio2	33,19	2,24	20,4	1514,41
Estar-Comedor	45,17	2,24	20,4	2060,70
Toilette	13,51	2,24	6	181,28
Baño	17,95	2,24	6	240,86
Baño Suite	16,32	2,24	6	218,96
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m2.°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	17,89	1,91	6	205,30
Dormitorio2	15,20	1,91	6	174,43
Estar-Comedor	26,15	1,91	6	300,08



Toilette	2,20	2,13	6	28,11
Baño	4,23	2,13	6	54,05
Baño Suite	3,50	2,13	6	44,73

Pérdidas por infiltración Qe				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	1,5	42,94	20,4	394,15
Dormitorio2	1	36,48	20,4	223,26
Estar-Comedor	1	62,76	20,4	384,09
Toilette	0,5	5,28	20,4	16,16
Baño	0,5	10,15	20,4	31,07
Baño Suite	0,5	8,40	20,4	25,70

Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorraso	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio1	213,91	219,70	2235,80	205,30	2874,70
Dormitorio2	196,08	186,67	1514,41	174,43	2071,58
Estar-Comedor	276,82	321,14	2060,70	300,08	2958,74
Toilette	0,00	27,02	181,28	28,11	236,42
Baño	0,00	51,95	240,86	54,05	346,86
Baño Suite	0,00	42,98	218,96	44,73	306,67

DEPARTAMENTOS A - Planta Tipo			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio1	2874,70	394,15	3268,86
Dormitorio2	2071,58	223,26	2294,84
Estar-Comedor	2958,74	384,09	3342,83
Toilette	236,42	16,16	252,57
Baño	346,86	31,07	377,93
Baño Suite	306,67	25,70	332,38

Planta C – Planta Tipo

DEPARTAMENTOS C - Planta Tipo				
Pérdida por transmisión de aberturas				
Local	Sup. Ventana (m ²)	Kvidrio (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	2,40	2,57	20,4	125,83



Dormitorio2	4,08	2,57	20,4	213,91
Estar-Comedor	5,28	2,57	20,4	276,82
Baño Suite	0,72	2,57	20,4	37,75

Pérdida por transmisión del cielorraso				
Local	Sup. Techo (m ²)	Ktecho (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	13,60	2,05	6	167,02
Dormitorio2	13,01	2,05	6	159,77
Estar-Comedor	18,03	2,05	6	221,42
Baño	3,95	2,05	6	48,51
Baño Suite	4,28	2,05	6	52,56
Pérdida por transmisión de muros				
Local	Sup. Pared (m ²)	Kpared (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	36,52	2,24	20,4	1666,33
Dormitorio2	28,17	2,24	20,4	1285,38
Estar-Comedor	34,22	2,24	20,4	1561,22
Baño	18,48	2,24	6	247,95
Baño Suite	17,95	2,24	20,4	818,93
Pérdida por transmisión de piso				
Local	Sup. Piso (m ²)	Kpiso (kcal/h.m ² .°C)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	13,60	1,91	6	156,07
Dormitorio2	13,01	1,91	6	149,30
Estar-Comedor	18,03	1,91	6	206,90
Baño	3,95	2,13	6	50,48
Baño Suite	4,28	2,13	6	54,69
Pérdidas por infiltración Qe				
Local	nº de renovaciones	Volumen (m ³)	(Ti - Te)	Flujo de calor (kcal/h)
Dormitorio1	1	32,64	20,4	199,76
Dormitorio2	1,5	31,22	20,4	286,64
Estar-Comedor	1	43,27	20,4	264,82
Baño	0,5	9,48	20,4	29,01
Baño Suite	1	10,27	20,4	62,86



Pérdida total por transmisión de calor (Qt)					
Local	Qt Aberturas	Qt Cielorraso	Qt Muros	Qt Piso	Qt Total (kcal/h)
Dormitorio1	125,83	167,02	1666,33	156,07	2115,24
Dormitorio2	213,91	159,77	1285,38	149,30	1808,36
Estar-Comedor	276,82	221,42	1561,22	206,90	2266,36
Baño	0,00	48,51	247,95	50,48	346,93
Baño Suite	37,75	52,56	818,93	54,69	963,94

DEPARTAMENTOS C - Planta Tipo			
Flujo Total de Calor (kcal/h)			
Local	Qt (kcal/h)	Qe (kcal/h)	QT (kcal/h)
Dormitorio1	2115,24	199,76	2315,00
Dormitorio2	1808,36	286,64	2094,99
Estar-Comedor	2266,36	264,82	2531,19
Baño	346,93	29,01	375,94
Baño Suite	963,94	62,86	1026,80

A continuación, se presenta una tabla resumen de los flujos de calor para la Torre V.

Torre V - Condominio Fontanas del Sur			
FLUJO TOTAL DE CALOR (Kcal/h)			
DEPARTAMENTO A - Planta Baja			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio1	2295,51	308,89	2604,40
Dormitorio2	2071,58	223,26	2294,84
Estar-Comedor	2958,74	384,09	3342,83
Toilette	236,42	16,16	252,57
Baño	361,90	32,17	394,06
Total			8888,71
DEPARTAMENTO B - Planta Baja, 1º, 2º y 3º			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio1	2508,44	365,29	2873,73
Dormitorio2	1830,82	178,17	2008,98
Dormitorio Servicio	952,64	60,66	1013,30
Estar-Comedor	3219,19	560,93	3780,12
Toilette	239,64	17,48	257,12
Baño	339,21	29,67	368,87
Baño Servicio	224,82	16,16	240,98



Baño Suite	890,31	28,79	919,10
Total			11462,20
DEPARTAMENTO C - Planta Baja			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio	1712,20	155,11	1867,31
Escritorio	955,74	64,33	1020,07
Estar-Comedor	2812,50	348,99	3161,48
Toilette	237,99	17,85	255,84
Baño	306,96	26,07	333,03
Total			6637,73

DEPARTAMENTO A - Planta Tipo			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio1	2874,70	394,15	3268,86
Dormitorio2	2071,58	223,26	2294,84
Estar-Comedor	2958,74	384,09	3342,83
Toilette	236,42	16,16	252,57
Baño	346,86	31,07	377,93
Baño Suite	306,67	25,70	332,38
Total			9869,41
DEPARTAMENTO C - Planta Tipo			
Local	Qt (Kcal/h)	Qe (Kcal/h)	QT (Kcal/h)
Dormitorio1	2115,24	199,76	2315,00
Dormitorio2	1808,36	286,64	2094,99
Estar-Comedor	2266,36	264,82	2531,19
Baño	346,93	29,01	375,94
Baño Suite	963,94	62,86	1026,80
Total			8343,92

4.2 Elementos de las instalaciones de calefacción

4.2.1 Caldera

Las calderas son elementos destinados a obtener agua caliente o generar vapor con el fin de utilizar esos fluidos como portadores de calor hacia las unidades terminales ubicadas en los locales.

Para calefacción se utilizan en general, calderas del tipo de baja presión; estas se clasifican según sus características en:

- Calderas integrales: constituyen un conjunto caldera-quemador compacto, generalmente con quemador de gas natural, completas con controles.



- Calderas convencionales: se distribuyen sin accesorios y obligan a las tareas de montaje en obra, aislamiento, controles y aplicación del quemador según las necesidades.

En general, la tendencia es a la instalación de las primeras, dado que se evita aplicar mano de obra especializada en el lugar. Así, existen desde las capacidades más pequeñas como las calderas calefón, de tipo individual o cocina y tipo automática para mayores capacidades

Cálculo de las calderas

Una vez determinada la capacidad en kcal/h necesaria para la instalación y elegido el tipo de caldera que se va a utilizar, se efectúa la selección en función de los valores de cantidad de calor, suministrado por los distintos fabricantes.

Las capacidades son establecidas sobre la base de resultados de ensayos determinados en nuestro país por las Normas IRAM.

La cantidad de calor necesaria para la instalación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_C = Q_T + 30\%$$

El 30% se adiciona para tener en cuenta el calor necesario para poner en régimen de funcionamiento la instalación de calefacción y cierto margen de seguridad en los cálculos.

Se observa en las tablas que el flujo de calor necesario para ambientar los departamentos de las torres IV y V del condominio varía entre 8.800 kcal/h y 12.000 kcal/h. Se toma el valor más alto y se calcula la cantidad de calor:

$$Q_C = 17.800 \text{ kcal/h} + 30\%$$

$$Q_C = 17.800 \text{ kcal/h} + 5340 \text{ kcal/h} = \mathbf{23.140 \text{ kcal/h}}$$

De modo que se decide adoptar una caldera mural dual (doble servicio, calefacción y provisión de agua caliente) "Caldaia" Sa26 tiro balanceado, con potencia que va desde 7.000 kcal/h a 26.000 kcal/h. Seguidamente se observa una figura con la caldera adoptada.



Fig.24 : Caldera dual "Caldaia" – Modelo Sa26



Esta caldera se instala en la cocina de cada departamento, teniendo en cuenta el siguiente esquema de conexión:

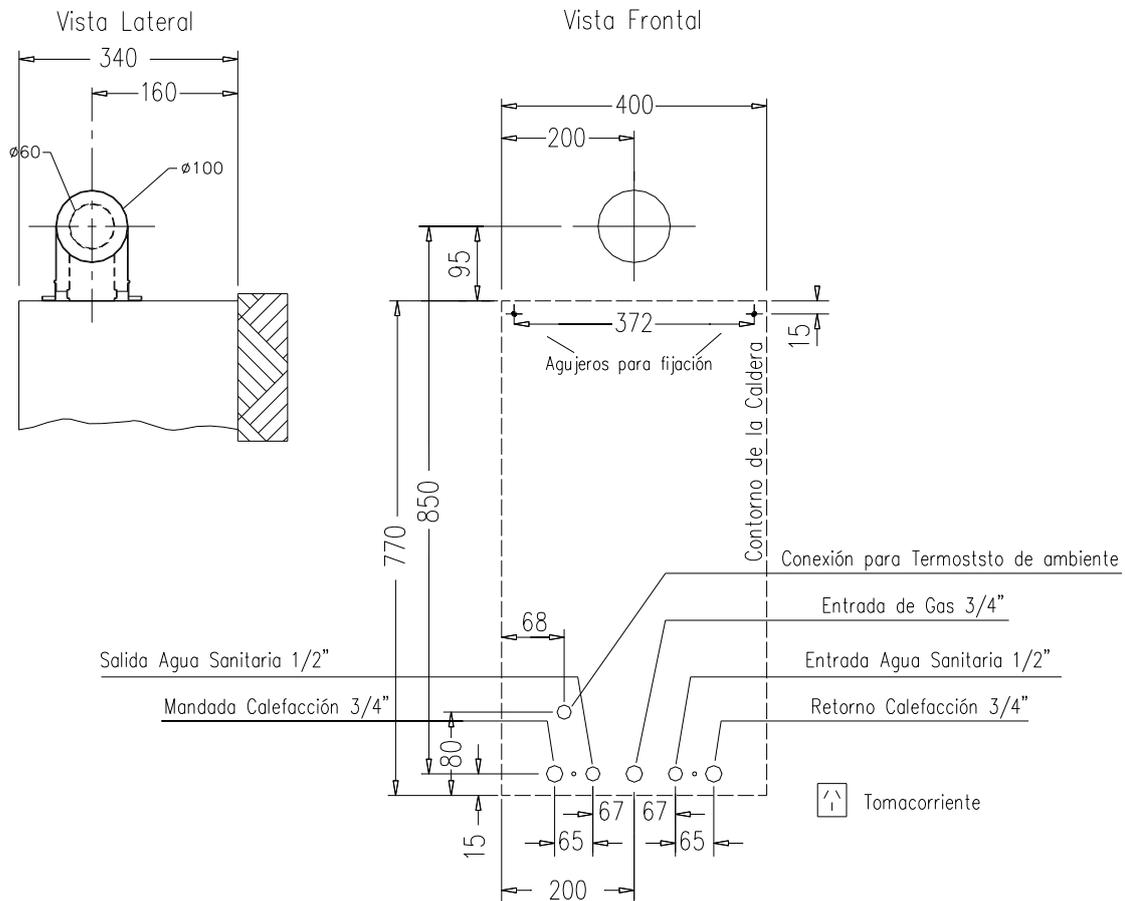


Fig. 25: Esquema de conexión.

A continuación se presentan las características técnicas de la caldera seleccionada:

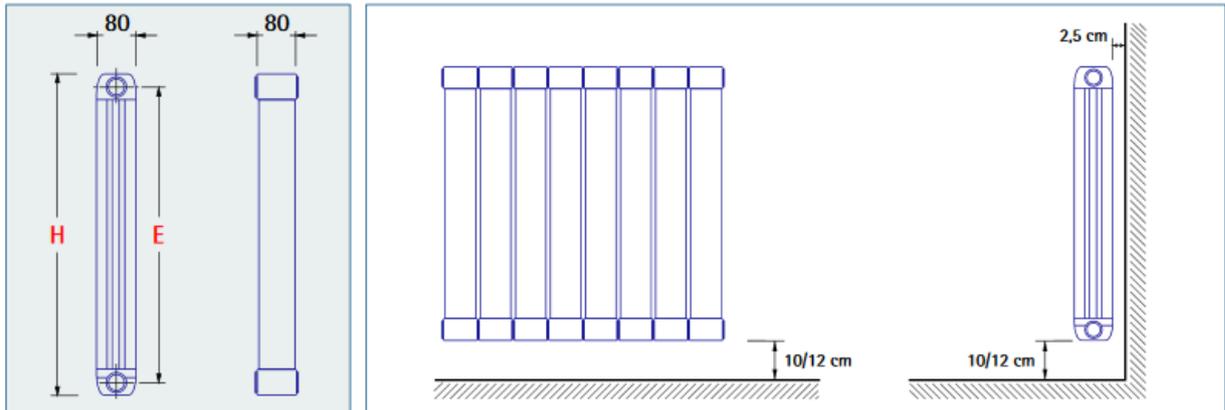
Características técnicas DIGITAL Sa26	
Intercambiador de agua-humos de cobre	Grifo de llenado
Quemadores modulantes multigas de acero inoxidable	Kit de conexiones hidráulicas - Opcional
Bomba circuladora de tres velocidades con purgador de aire	Conexión para termostato de ambiente
Tanque de expansión cerrado incorporado	Conexión para sonda anticipadora de piso radiante
Termostato limite de temperatura del intercambiador de calor	Postcirculación de bomba circuladora
Presostato de agua con bloqueo total de funcionamiento	Sistema antibloqueo de bomba circuladora
Manómetro	Sistema anticongelamiento
Control de tiraje de productos de combustión	



4.2.2 Radiadores Seccionales

Los radiadores seccionales son las unidades terminales de calefacción, que consisten en un conjunto de secciones, que se van uniendo unas con otras, hasta completar las que se necesiten en el local calefaccionado. Los materiales utilizados para la construcción de los radiadores son el hierro fundido, la chapa de acero y aluminio.

Para el proyecto analizado se decide monopolizar los radiadores “Caldaia”, modelo Lux 700 de aleación de aluminio. En la figura se muestran las características del radiador en cuestión.



CARACTERISTICA RADIADOR LUX >>								
Modelo	Potencia kcal/h	Altura mm	Entrecentro mm	Presión de trabajo bar	Contenido de agua Lts	Peso elemento Kg	Superficie m ²	UNI6514 ΔT=60°C WATTS
LUX 200	105	242	200	6	0,15	0,71	0,16	71
LUX 350	161	392	350	6	0,20	0,96	0,29	110
LUX 500	210	542	500	6	0,25	1,21	0,42	142
LUX 600	239	642	600	6	0,28	1,37	0,51	162
LUX 700	268	742	700	6	0,31	1,53	0,60	182

A continuación, se van a calcular los radiadores para cada ambiente de cada departamento teniendo en cuenta el flujo de calor necesario para acondicionar cada espacio.



Torre IV - Condominio Fontanas del Sur			
RADIADORES			
Departamentos A y D - Planta Baja			
Local	Q _T (Kcal/h)	Rendimiento del módulo (Kcal/h)	Cantidad de módulos (nº)
Dormitorio	2560	268	10
Estar-Comedor	2938		11
Baño	334		1
Toilette	219		1
Departamentos B y C - Planta Baja			
Dormitorio	2161	268	8
Estar-Comedor	2905		11
Baño	442		2
Departamentos A y D - Planta Tipo			
Dormitorio1	2013	268	8
Dormitorio2	1917		7
Estar-Comedor	3227		12
Baño1	934		3
Baño2	356		1
Departamentos B y C - Planta Tipo			
Dormitorio	2016	268	8
Estar-Comedor	3386		13
Baño	442		2
Departamentos E y H - Planta Tipo			
Dormitorio1	1668	268	6
Dormitorio2	2281		9
Estar-Comedor	3104		12
Baño	360		1
Toilette	359		1
Departamentos F y G - Planta Tipo			
Dormitorio	2258	268	8
Estar-Comedor	2802		10
Baño	343		1



Torre V - Condominio Fontanas del Sur			
RADIADORES			
DEPARTAMENTO A - Planta Baja			
Local	Q _T (Kcal/h)	Rendimiento del módulo (Kcal/h)	Cantidad de módulos (nº)
Dormitorio1	2604	268	10
Dormitorio2	2295		9
Estar-Comedor	3343		12
Toilette	253		1
Baño	394		1
DEPARTAMENTO B - Planta Baja, 1º, 2º y 3º			
Dormitorio1	2874	268	11
Dormitorio2	2009		7
Dormitorio Servicio	1013		4
Estar-Comedor	3780		14
Toilette	257		1
Baño	369		1
Baño Servicio	241		1
Baño Suite	919		3
DEPARTAMENTO C - Planta Baja			
Dormitorio	1867	268	7
Escritorio	1020		4
Estar-Comedor	3161		12
Toilette	256		1
Baño	333		1
DEPARTAMENTO A - Planta Tipo			
Dormitorio1	3269	268	12
Dormitorio2	2295		9
Estar-Comedor	3343		12
Toilette	253		1
Baño	378		1
Baño Suite	332		1
DEPARTAMENTO C - Planta Tipo			
Dormitorio1	2315	268	9
Dormitorio2	2095		8
Estar-Comedor	2531		9
Baño	376		1
Baño Suite	1027		4



4.2.2.1 Ubicación de Radiadores

El punto más adecuado para la colocación de los radiadores es perpendicular a las ventanas, tratando de ocupar en lo posible todo el ancho de la abertura. Es evidente que sobre el muro exterior y ventana se origina una corriente de aire frío que es más pesado, corriente que es compensada por la acción convectiva del radiador.

Es necesario destacar que para lograr un ambiente óptimo desde el punto de vista del bienestar de las personas, es conveniente que el gradiente de temperatura entre piso y techo sea el menor posible. Otro factor por considerar, es que el radiador situado cerca de las ventanas ejerce una energía de compensación fisiológica al calor cedido por el cuerpo humano a las superficies frías de las ventanas y paredes exteriores.

En resumen, entonces colocando el radiador bajo las ventanas se logra la ventaja de una mejor distribución de temperaturas en el local, se evitan las corrientes de frío inferiores y se compensan las pérdidas de radiación del cuerpo humano a las superficies frías.

En los planos ICF-I e ICF – II se observa la distribución de los radiadores en los distintos ámbitos de los departamentos de las torres IV y V.

4.2.3 Cañerías

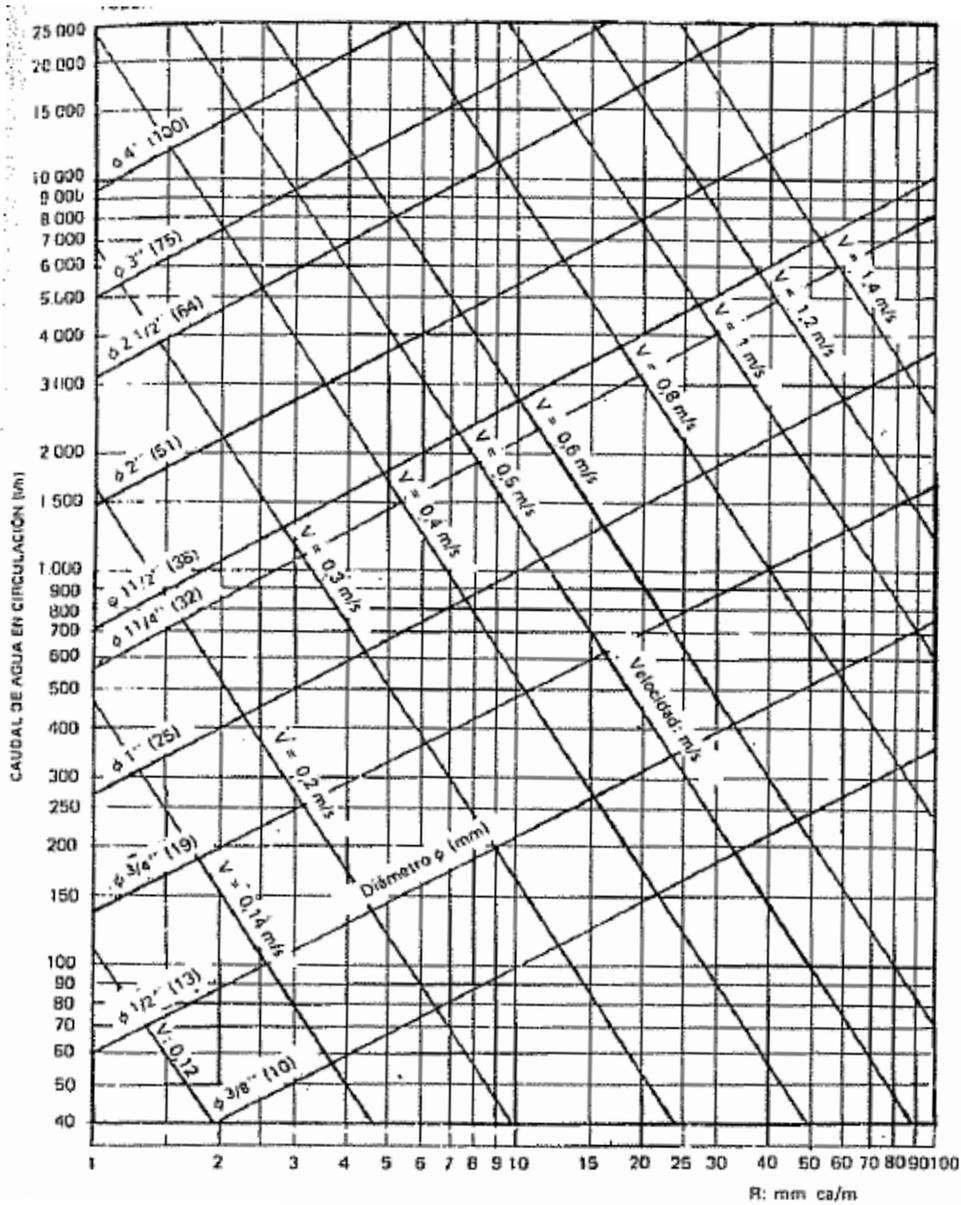
Como se puede observar en el cuadro de las características técnicas de la caldera, se observa que la misma cuenta con una bomba circuladora. El diámetro que comprende la instalación, se establece mediante un gráfico para calderas de dichas características que permite su determinación, sobre la base del caudal de agua circulante en litros/hora y la pérdida de carga o gradiente R en mmca/m, que se supone constante.

El caudal surge de la fórmula:

$$C = \frac{Q \text{ (Kcal/h)}}{10}$$

Donde C es el caudal transportado en l/h, Q cantidad de calor transportado por tramo en kcal/h y 10 es un factor que surge de considerar un salto térmico en el radiador de 10°C.

El gradiente R, o pérdida de carga por metro, se supone constante y se determina a partir del gráfico siguiente, sobre la base de una velocidad máxima del agua en la red. Esta velocidad máxima a la salida de la bomba circuladora se fija para estas instalaciones en 0,4 a 0,8 m/seg, con el fin de lograr una circulación lo suficientemente rápida pero que no origine ruidos ni erosión en la red, sin causar, además, pérdidas de cargas excesivas que darían bombas con mucha presión. Por tal motivo, con el caudal máximo de la red, que es el caudal de la bomba y su velocidad de salida, se calculan los distintos diámetros de las cañerías.



A continuación se presentan los cálculos de los diámetros de las cañerías para las Torres IV y V del Condominio Fontanas del Sur.

Torre IV

- Departamentos A y D - PB

Departamentos A y D - PB		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio	2560	256
Estar-Comedor	2938	294
Baño	334	33
Toilette	219	22
Total:		605 l/h



Ingreso al cuadro con dicho caudal, hasta tocar con la velocidad máxima de 0,8 m/s, y hacia abajo encuentro la pérdida de 55 mmca/m. Luego, con las pérdidas, de gráfico se obtienen los siguientes diámetros.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	605	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	294	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	134	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	160	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - F	311	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
F - G	256	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
F - H	55	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
H - I	33	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
H - J	22	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

- Departamentos B y C - PB

Departamento B y C - PB		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio	2161	216
Estar-Comedor	2905	291
Baño	442	44
Total:		551 l/h

Pérdidas: 48 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	335	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	291	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	158	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	132	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - F	44	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - G	216	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)



- Departamentos A y D – Planta Tipo

Departamento A y D - Planta Tipo		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio1	2013	201
Dormitorio2	1917	192
Estar-Comedor	3227	323
Baño1	934	93
Baño2	356	36
Total:		845 l/h

Pérdidas: 44 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	845	3/4" (19mm)	3/4" (19mm)
B - C	751	3/4" (19mm)	3/4" (19mm)
C - D	323	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
D - E	161	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
D - F	161	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - G	429	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - H	36	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - I	393	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
I - J	201	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
I - K	192	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - L	93	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

- Departamentos B y C – Planta Tipo

Departamento B y C - Planta Tipo		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio	2016	202
Estar-Comedor	3386	339
Baño	442	44
Total:		584 l/h

Pérdidas: 55 mmca/m.



Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	584	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	246	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	202	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	44	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - F	339	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
F - G	182	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
F - H	156	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

- Departamentos E y H – Planta Tipo

Departamento E y H - Planta Tipo		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio1	1668	167
Dormitorio2	2281	228
Estar-Comedor	3104	310
Baño	360	36
Toilette	359	36
Total:		777 l/h

Pérdidas: 46 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	431	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	395	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	228	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	167	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - F	36	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - G	346	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - H	155	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - I	191	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
I - J	155	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
I - K	36	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)



- Departamentos F y G – Planta Tipo

Departamento F y G - Planta Tipo		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio	2258	226
Estar-Comedor	2802	280
Baño	343	34
Total:		540 l/h

Pérdidas: 56 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	260	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	226	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - D	34	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - E	280	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - F	140	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - G	140	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

Torre V

- Departamentos A – Planta Baja

Departamento A - PB		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio1	2604	260
Dormitorio2	2295	229
Estar-Comedor	3343	334
Toilette	253	25
Baño	394	39
Total:		889 l/h

Pérdidas: 45 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	334	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	161	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - D	161	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - E	555	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)



E - F	179	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
F - G	65	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - H	39	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - I	25	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - J	375	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
J - K	115	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
J - L	260	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

- Departamentos B – Planta Baja

DEPARTAMENTO B		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio1	2874	287
Dormitorio2	2009	201
Dormitorio Servicio	1013	101
Estar-Comedor	3780	378
Toilette	257	26
Baño	369	37
Baño Servicio	241	24
Baño Suite	919	92
Total:		1146 l/h

Pérdidas: 40 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	643	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	580	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	92	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	488	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - F	157	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - G	332	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - H	131	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - I	201	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - J	63	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)



J - K	37	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
J - L	26	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - M	503	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
M - N	101	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
M - O	402	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
O - P	24	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
O - Q	378	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
Q - R	189	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
R - S	189	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

- Departamentos C – Planta Baja

DEPARTAMENTO C - PB		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio	1867	187
Escritorio	1020	102
Estar-Comedor	3161	316
Toilette	256	26
Baño	333	33
Total:		664 l/h

Pérdidas: 50 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	348	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	289	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	102	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	187	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - F	59	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
F - G	33	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
F - H	26	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - I	316	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
I - J	158	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
J - K	158	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)



- Departamentos A – Planta Tipo

DEPARTAMENTO A - Planta Tipo		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio1	3269	327
Dormitorio2	2295	229
Estar-Comedor	3343	334
Toilette	253	25
Baño	378	38
Baño Suite	332	33
Total:		987 l/h

Pérdidas: 42 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	653	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	326	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	229	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	96	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - F	25	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - G	71	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - H	38	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
G - I	33	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - J	327	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
J - K	163	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
J - L	163	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - M	334	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
M - N	167	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
M - O	167	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

- Departamentos C – Planta Tipo

DEPARTAMENTO C - Planta Tipo		
Local	QT (Kcal/h)	C (l/h)
Dormitorio1	2315	232
Dormitorio2	2095	209
Estar-Comedor	2531	253
Baño	376	38



Baño Suite	1027	103
	Total:	834 l/h

Pérdidas: 45 mmca/m.

Tramo	Caudal	Diámetro	
		Alimentación	Retorno
A - B	581	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - C	544	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - D	209	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
C - E	334	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - F	103	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
E - G	232	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
B - H	38	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)
A - I	253	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)

En la sección de planos se puede observar la disposición de los radiadores, el trazado y los diámetros de las cañerías de las instalaciones propias de la calefacción de cada departamento.



5. HIGIENE Y SEGURIDAD

5.1 GENERALIDADES

En este apartado, se realiza una breve descripción de los lineamientos que establece la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, más exactamente el Decreto Reglamentario 351/79, referentes a los tópicos tratados con anterioridad en el presente informe.

Algunos artículos de esta normativa se corresponden antes y durante el desarrollo de la obra, mientras que otros, también se aplican cuando la obra ya está terminada. Cabe aclarar, que en el Decreto, también se hace referencia a otras áreas involucradas en una obra de este tipo, como por ejemplo, obrador, acopio de materiales, trabajo en altura, protección colectiva (bandejas rígidas y flexibles, vallado, señalización, etc.), protección personal de los operarios, elementos auxiliares (andamios, escaleras, guinche, etc.), entre otros. No obstante, en esta sección sólo se mencionan algunos de los artículos más relevantes referidos a instalaciones sanitarias y seguridad frente al fuego.

5.2 INSTALACIONES SANITARIAS

5.2.1. Provisión de Agua Potable

Se deberá considerar como agua para uso humano (potable), aquella que se utilice para beber, higienizarse o preparar alimentos. Todo establecimiento deberá efectuar un análisis de todas las aguas que se utilicen y de no cumplir el agua con la calificación de aptitud, acorde con los valores tabulados, se deberán adoptar las medidas físicas, químicas y bacteriológicas necesarias para lograrlo.

Se debe asegurar en forma permanente el suministro de agua potable a todos los trabajadores, cualquiera sea el lugar de sus tareas, en condiciones, ubicación y temperatura adecuadas. Se mantendrá una reserva mínima de 50 litros de agua potable por persona, por jornada de trabajo.

Los tanques de reserva y bombeo deben estar contruidos con materiales no tóxicos adecuados a la función, contando con válvulas de limpieza y se les efectuará vaciado e higienización periódica y tratamiento bactericida.

Los tanques o depósitos y las cañerías de agua potable se deben proteger de modo que no se permita eventuales ingresos de elementos orgánicos provenientes de animales y/o vegetales; asimismo periódicamente se debe realizar la limpieza y desinfección interior de acuerdo a las instrucciones que ofrece O.S.N. Como agente desinfectante se usará, preferentemente, el cloro. Comúnmente se utiliza agua lavandina, cuya concentración es 80 g de cloro por litro.

5.2.2. Desagües Cloacales y Pluviales

La evacuación y disposición de desechos cloacales y aguas servidas debe efectuarse a redes de colección con bocas de registro y restantes instalaciones apropiadas a ese fin, debiendo evitarse: la contaminación del suelo, la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua, y el contacto directo con las excretas.

Estos efluentes, ya sean cloacales o pluviales, deberán ser recogidos y canalizados impidiendo su libre escurrimiento por los pisos y conducidos a un lugar de captación y alejamiento para su posterior evacuación. Los desagües cloacales y pluviales serán canalizados por conductos independientes cerrados.



En cuanto a la utilización de líquidos industriales empleados en el desarrollo de la obra, se deberá evitar poner en contacto líquidos que puedan reaccionar produciendo vapores, gases tóxicos o desprendimientos de calor, los mismos deberán ser canalizados por separado.

Los conductos o canalizaciones deberán ser sólidamente contruidos y de materiales acordes con la naturaleza fisicoquímica de los líquidos conducidos. Los conductores no deberán originar desniveles en el piso de los lugares de trabajo que obstaculicen el tránsito u originen riesgos de caída.

Los efluentes deberán ser evacuados a plantas de tratamiento según la legislación vigente, de manera que no se conviertan en un riesgo para la salud de los trabajadores y en un factor de contaminación ambiental.

5.3 SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO

La prevención y protección contra incendio en las obras, comprende el conjunto de condiciones que se debe observar en los lugares de trabajo y todo otro lugar, vehículo o maquinaria, donde exista riesgo de fuego.

El responsable de Higiene y Seguridad definirá la tipología y cantidad mínima de elementos de protección y de extinción de incendios y deberá inspeccionarlos con la periodicidad que asegure su eficaz funcionamiento.

Los objetivos a cumplir son:

- a) Impedir la iniciación del fuego, su propagación y los efectos de los productos de la combustión.
- b) Asegurar la evacuación de las personas.
- c) Capacitar al personal en la prevención y extinción del incendio.
- d) Prever las instalaciones de detección y extinción.
- e) Facilitar el acceso y la acción de los bomberos.

El responsable de Higiene y Seguridad debe inspeccionar, al menos una vez al mes, las instalaciones, los equipos y materiales de prevención y extinción de incendios, para asegurar su correcto funcionamiento.

Los equipos e instalaciones de extinción de incendios deben mantenerse libres de obstáculos y ser accesibles en todo momento. Deben estar señalizados y su ubicación será tal que resulten fácilmente visibles.



6. CONCLUSIÓN

La experiencia vivida a lo largo de toda la práctica supervisada, no solo ha satisfecho mis objetivos profesionales planteados al comienzo de la misma, sino que también ha sido muy enriquecedora desde el punto de vista personal. El hecho de tener la posibilidad de compartir e intercambiar opiniones y charlas con profesionales, técnicos y profesores recibiendo como “feedback” un trato de igual a igual, como uno más del área profesional, depositando su confianza en mis puntos de vista, me han dado la suficiente confianza y certeza, de que tengo la capacidad para encontrar soluciones a los problemas que surgen a diario en el rubro de la construcción y la ingeniería.

Por otro lado, el tener la posibilidad de realizar un proyecto de instalaciones de dos edificios que va a ser tenido en cuenta por la entidad receptora Maluf y Asociados, no sólo aumentó y afianzó mis conocimientos técnicos en el tema, sino que también me dio la posibilidad de interactuar con las diferentes variables presentes en un proyecto de semejante envergadura realizando consultas y debates con especialistas en el tema, como ingenieros, arquitectos, plomeros, albañiles, técnicos y proveedores.

De más está decir, que todo lo aprendido durante la carrera no hubiera sido posible sin los docentes, que fueron grandes maestros para la carrera, como así también mis compañeros que brindaron su apoyo y me marcaron el camino a la meta: ser Ingeniero Civil.



7. PLANOS

A continuación se presentan los planos correspondientes a las instalaciones desarrolladas en el presente informe.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Quadri, Nestor P. Instalaciones Sanitarias. 3a ed, Buenos aires, Ed Cesarini, 2004.
- Obras Sanitarias de la Nación, Reglamento para las instalaciones Sanitarias Internas y Perforaciones, 1987.
- Obras Sanitarias de la Nación, Normas y Gráficos de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales, 1980.
- Li Gambi, José A; Gallo, Juan D; Alippi, Juan A; Maza, Duilio A. Instalaciones Sanitarias. Apunte de Cátedra Instalaciones en Edificios I, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2006.
- Li Gambi, José A; Gallo, Juan D; Alippi, Juan A; Maza, Duilio A. Seguridad Frente al Fuego. Apunte de Cátedra Instalaciones en EdificiosII, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2006.
- Ley 19.587 Higiene y Seguridad en el Trabajo, Decreto Reglamentario 351/79.



9. ANEXO

9.1 SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO

Condiciones de Extinción – Generalidades.

A continuación, se explican ciertos contenidos teóricos que son de utilidad para aclarar conceptos que se desarrollan en dicha sección.

Para determinar los sistemas de extinción deben analizarse los conceptos sobre el proceso de combustión. Para que se produzca la combustión es necesario que existan tres elementos fundamentales:

- Combustible o elemento que se quema.
- Comburente u oxígeno que interviene en el proceso de combustión.
- Temperatura de ignición lo suficientemente elevada para producir el encendido.

La técnica de la extinción de los incendios consiste en eliminar por lo menos uno de estos factores incidentes. Cuando se produce un incendio, el combustible es prácticamente imposible de eliminar porque constituye parte del mismo, debiéndose separar materiales o elementos, lo que puede hacerse con ciertas limitaciones. Por ello, la característica de los métodos de extinción se circunscribe a atacar los otros dos factores, básicamente por medio de:

- Enfriamiento del material, por debajo de la temperatura de ignición.
- Sofocación o ahogamiento, reduciendo el oxígeno o comburente del ambiente que rodea el fuego.

Los sistemas de extinción a emplear, su tamaño y potencia extintora se basan en el tipo de fuego a atacar.

Tipos de Fuego

Se pueden considerar cuatro clases de fuego, en virtud de la característica del material que arde:

Fuego de clase A

Se produce en materiales sólidos comunes, tales como madera, fibras de maderas, carbón, papel, textiles, cartones, gomas y plásticos. Esta clase de fuegos se combaten mediante *enfriamiento* ya sea con agua o con soluciones que la contengan en gran proporción.

Fuego de clase B

Comprende los líquidos inflamables tales como nafta, aceite, grasas, pinturas, solventes, en los cuales se produce la inflamación sobre la superficie del líquido. Se extingue por *sofocación*, restringiendo la presencia de oxígeno. Se utilizan *espumas* formadas por pequeñas burbujas que flotan libremente sobre la superficie del líquido, creando una barrera que reduce sensiblemente la llegada de oxígeno a la reacción química de la combustión. Otra forma es la utilización de *polvo químico seco* que cumple los mismos fines indicados precedentemente. También se pueden emplear gases como el *anhídrido carbónico* o *halón*.

Fuego de clase C

Se trata de *fuego de materiales eléctricos* o instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica, que se encuentran bajo tensión. Los fuegos de estos componentes, cuando no existe corriente eléctrica, pueden quedar clasificados dentro del tipo A o B descrito anteriormente. Deben entonces emplearse elementos de extinción que actúen por sofocación o enfriamiento, pero además no deben ser



conductores de electricidad. Por ello se emplean gases como *anhídrido carbónico* o el *halón* o bien *polvo químico seco*.

Fuego de clase D

Se refiere a *fuego sobre metales combustibles* como el magnesio, circonio, titanio, litio, sodio. Para controlar el fuego de este tipo se utilizan *polvos especiales* para cada uno de ellos, no pudiendo emplearse ninguno de los agentes convencionales descritos precedentemente. Como técnica de extinción se recurre a cubrirlos o asfixiarlos con *arena* o *escorias*.

Sistemas de Extinción

Los elementos e instalaciones destinadas a la extinción se pueden clasificar en:

- Extintores portátiles o matafuegos.
- Equipos de instalaciones fijas: son elementos que se encuentran instalados en forma permanente en el edificio, destinados a la extinción de incendio en sus distintas etapas, que pueden funcionar manual o automáticamente. Pueden consistir en servicio de agua contra incendio o bien sistemas de inundación.

Extintores portátiles o matafuegos

Los matafuegos se clasifican e identifican signando una notación consistente en un número seguido por una letra, los que deben estar inscriptos en el cuerpo con carácter indeleble. De esa manera:

- Número: indica la capacidad relativa de extinción o potencial extintor.
- Letra: indica la clase de fuego a extinguir.

El potencial extintor debe ser certificado por ensayos normalizados por instituciones oficiales. La Cámara de Aseguradores de Riesgo Ambiental establece los valores que se consignan en la tabla siguiente:

Agente extintor	Capacidad	Potencial extintor			
Agua	10 l	2 A			
Anhídrido carbónico	3,5 kg	2 BC			
	5 kg	3 BC			
	7 kg	4 BC			
	10 kg	5 BC			
Espuma	10 l	2 A - 4 B			
Espuma productora de películas acuosas (EPPA)	10 l	2 A - 6 B			
Soda ácido	10 l	2 A			
Halón 1211 o 1301	1 kg	1,5 BC			
	2,5 kg	3 BC			
	5 kg	4 BC			
	10 kg	1 A - 12 BC			
	13 kg	1 A - 15 BC			
Baldes con agua o arena	10 l	0,5 A			
Poivo		Triclase (base fosfato de amonio)	Sódico	Potásico	Bicarbonato potásico Urea
	1,5 kg	0,5 A 2 BC	2 BC	2,5 BC	5 BC
	2,5 kg	1 A 4 BC	4 BC	5 BC	10 BC
	5 kg	1,5 A 6 BC	6 BC	7,5 BC	15 BC
	7 kg	2 A 8 BC	8 BC	10 BC	20 BC
	10 kg	3 A 12 BC	12 BC	15 BC	30 BC
	13 kg	4 A 16 BC	16 BC	20 BC	40 BC



La Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo, establece el potencial extintor mínimo que deben tener los matafuegos, en función del tipo y carga de fuego y el riesgo de incendio. En la siguiente tabla se puede observar dichos requerimientos:

FUEGOS CLASE A

Carga de Fuego	RIESGO				
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5
	Explosivo	Inflamable	Muy Combustible	Combustible	Poco Combustible
Hasta 15 Kg/m ²	-	-	1A	1A	1A
16 a 30 Kg/m ²	-	-	2A	1A	1A
31 a 60 Kg/m ²	-	-	3A	2A	1A
61 a 100 Kg/m ²	-	-	6A	4A	3A
> 100 Kg/m ²	A DETERMINAR EN CADA CASO				

FUEGOS CLASE B

Carga de Fuego	RIESGO				
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5
	Explosivo	Inflamable	Muy Combustible	Combustible	Poco Combustible
Hasta 15 Kg/m ²	-	6B	4B	-	-
16 a 30 Kg/m ²	-	8B	6B	-	-
31 a 60 Kg/m ²	-	10B	8B	-	-
61 a 100 Kg/m ²	-	20B	10B	-	-
> 100 Kg/m ²	A DETERMINAR EN CADA CASO				

Los matafuegos deben ser colocados en lugares de acceso directo sin interposición de obstáculos, especialmente muebles y/o mercaderías, que impidan la rápida individualización en el momento de inicio del incendio.

Se debe analizar las características del riesgo, de modo de no ubicarlos en lugares donde al producirse el fuego, sea imposible acceder. Por ello, se debe emplazar en zonas cercanas al riesgo en sí, y aún, fuera del local que se desea proteger.

La altura conveniente para su utilización es de 1,50 m con respecto al nivel del local. Es conveniente contrastar con los colores de pintura los lugares de emplazamiento, para que se destaquen y faciliten su localización.

Los matafuegos se pintan de color rojo bermellón como norma para ser fácilmente ubicados en el ambiente.

La siguiente tabla funciona como orientación a la hora de seleccionar el matafuego en función del uso del edificio:



USOS		TIPO				Distancia a Recorrer	Observaciones
		Riesgo	Agua	Polvo	CO ₂		
Vivienda residencia colectiva		3	--	5 kg	10 kg	15	
	Banco, Hotel	3	--	5 kg	10 kg	15	
Comercio	Actividades administrativas	3	--	5 kg	10 kg	15	
	Locales comerciales	2	--	10 kg	10 kg	15	
		3	--	5 kg	10 kg	15	
		4	--	2,5 kg	5 kg	15	
	Galería comercial	3	--	5 kg	10 kg	15	
	Sanidad y salubridad	4	--	5 kg	10 kg	15	
Industria		2	--			10	Ver dep. infl.
		3		10 kg		15	
		4		5 kg	10 kg	15	
Depósito de garrafas		1					
Depósitos		2				10	Ver dep. infl.
		3	--	10 kg	--	15	
		4	10 l	5 kg	10 kg	15	
Educación		4	10 l	2,5 kg	5 kg	20	
Espectáculos y Diversiones	Cine Teatro (200 localid.)	3	--	5 kg	10 kg	15	
	Televisión	3	--	5 kg	10 kg	15	
	Estadio	4	10 l	2,5 kg	5 kg	20	
	Otros rubros	4	10 l	2,5 kg	5 kg	20	
Actividades religiosas		4	10 l	2,5 kg	10 kg	20	
Actividades culturales		4	10 l	5 kg	10 kg		
Automotores	Estación servicio - Garaje	3	--	5 kg	10 kg	15	
	Indust. - T. Mecán. - Pintura	3	--	5 kg	10 kg	15	
	Comercio - Depósito	4	10 l	2,5 kg	5 kg	20	
	Guarda mecanizada	3	--	5 kg	10 kg	15	
Aire libre inclusive playas de estacionamiento	Depósitos e industrias	2	--			10	Ver dep. infl.
		3	--	10 kg	--	15	
		4	--	5 kg	10 kg	15	

Notas: Debe colocarse como mínimo 1 matafuegos cada 200 m².

El CO₂ se considera poco efectivo para extinción de fuegos de combustibles sólidos como maderas, papeles, telas, gomas, plásticos, etc.

- No debe utilizarse matafuegos de agua donde existe riesgo de incendio de origen eléctrico.
- Los matafuegos manuales pueden remplazarse hasta el 50 % de su cantidad por equipos sobre rueda (carros) según las siguientes equivalencias:

Un carro de 50 Kg o litro equivale a 10 matafuegos de 10 Kg o litro.

A continuación, se van a describir los equipos de instalaciones fijas, que como se ve más adelante, forman parte del sistema de extinción de incendio del subsuelo.

Equipos de instalaciones fijas

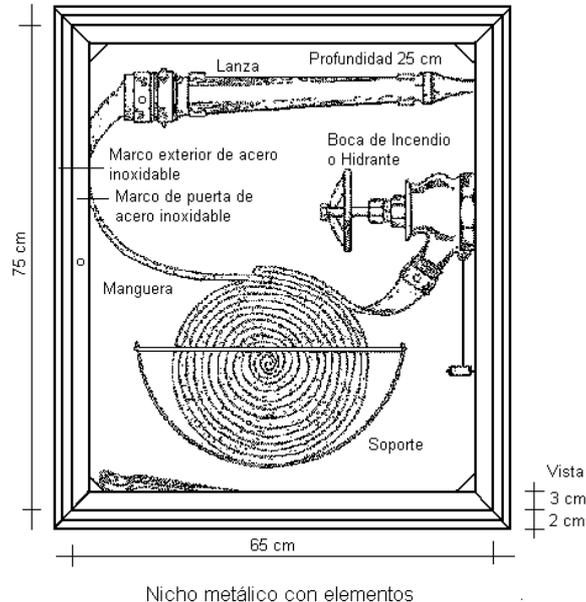
Los sistemas de extinción por agua mediante instalaciones fijas, comprenden básicamente dos tipos:

- Proyección de agua en forma manual con mangueras.
- Proyección de agua mediante rociadores automáticos.



Sistemas de extinción por proyección de agua con mangueras

Es el sistema más común para combatir los incendios en los edificios, consistiendo en la proyección de agua a presión, mediante mangueras provistas de lanzas y boquillas. Dichos elementos se conectan a la red de agua destinada a la extinción mediante bocas de incendio o hidrantes en cada piso, que son los que la vinculan con las cañerías.



El conjunto de todos estos elementos que se instalan en el piso suelen denominarse establecimiento fijo, que en la mayoría de los casos se ubica en nichos metálicos, como en la figura siguiente:

Estos nichos contienen:

- **Boca de incendio o hidrante:** constituyen los elementos de vinculación de la red de agua de incendio con las mangueras y lanzas. Son construidas en bronce, compuesta por una válvula esclusa, con boca roscada para conectar la manguera, de diámetro 45 o 65 mm. Se debe instalar a 1,20 m sobre el solado para un fácil acceso y con la boca de descarga a 45° con relación al piso.
- **Manguera:** se la ejecuta con tela de cáñamo o lino, de modo de permitir soportar la presión hidrostática a la que va estar sometida. Se la construye con uniones de bronce ajustadas a mandril para un empalme adecuado con la boca de incendio y la lanza. La longitud de la misma debe estar determinada en función del área a barrer, generalmente como máximo se adopta 30 m.
- **Lanza con boquilla:** son construidas en cobre o bronce en diámetros de 45 o 64 mm interior. Están provistas de boquilla de cilindro directriz con grifo de cierre lento para regular el caudal y alcance de la descarga. Estan diseñadas de manera que puedan proyectar el agua de tres formas distintas, niebla, lluvia fina y chorro de agua.
- **Soporte de sujeción:** son metálicos y están destinados al montaje de la manguera y la lanza.

En cuanto al **nicho**, este actúa como establecimiento fijo por razones estéticas y de conservación, sobretodo si se lo coloca en el exterior. Es metálico con marco y puerta de acero inoxidable y vidrio. Suele incorporarse a los nichos una llave de acero



destinada a ajustar uniones y utilizarse como barreta para forzar puertas y ventanas, de 64 mm de diámetro.

Provisión de agua

Obras Sanitarias instala en la vía pública bocas de impulsión en veredas para uso del Servicio de bomberos en lugares estratégicos, montadas en casetas de mampostería. La alimentación del servicio contra incendio en el edificio puede efectuarse por cualquiera de las siguientes formas:

- Conexión exclusiva para servicio de incendio.
 - Servicio directo de la red de alimentación.
 - Alimentación mediante tanque.
- Conexión mixta de servicio de incendio y sanitario del edificio.
 - Depósito de uso exclusivo, del que se deriva ramales para surtir al servicio domiciliario.
 - Tanque mixto de almacenamiento.
- Por cualquier otro sistema que a juicio de Obras Sanitarias, no afecta la calidad del agua (tanque hidroneumático).

En el caso de la obra proyectada, se coloca en el subsuelo del predio una conexión exclusiva para servicio de incendio con alimentación mediante tanque. A continuación, se describen las características de esta forma de provisión de agua y mas adelante se entra en mayor detalle.

Alimentación mediante tanque de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son cerrados, ventilados, estancos y de materiales que no pueden afectar la calidad del agua. Se instalan en lugares de fácil acceso, con espacios suficientes para ser inspeccionados en todas sus partes externas con el fin de detectar rápidamente eventuales pérdidas y proceder a su reparación. En general, son construidos en hormigón armado, con las siguientes características más relevante para tanques sumergidos:

- El fondo debe tener una pendiente mínima de 1:10 hacia el caño de salida y las paredes verticales y la losa de fondo debe formar un chaflán a 45° de un ancho de 0,20 m como mínimo, a efectos de evitar acumulación de suciedades en los ángulos.
- El caño de salida puede estar en el centro del tanque o en un lateral del mismo.
- Para tanques de más de 1000 litros debe colocarse una tapa sumergida hermética, de 0,50 x 0,50 m como mínimo ubicada en el tercio inferior del tanque para acceso.
- En la losa superior y en correspondencia con la cañería de alimentación debe instalarse una tapa de inspección de 0,25 x 0,25 m, alejada como máximo 0,15 m de la válvula flotante o dispositivo similar para acceso y reparación del mismo, de cierre hermético.
- Cuando la capacidad del tanque sea de 4000 litros o más, se debe dividir en dos secciones aproximadamente iguales, permitiendo de esa forma efectuar la limpieza contando siempre con agua en el servicio. Para ello, debe vincularse por medio del colector entre sí, mediante llaves de paso y válvulas de limpieza se debe poder efectuar dicha operación.
- Para asegurar la ventilación del agua en forma permanente se debe colocar un caño de ventilación de hierro galvanizado o bronce de 0,025 m de diámetro con curva hacia abajo protegida la salida con una malla fina de bronce, colocado a una altura mínima de 0,30 m.

Obras Sanitarias exige que las conexiones de agua al edificio para la instalación contra incendio, debe estar provista de medidor para verificar el consumo. Por otra



parte, no se admite el uso del agua del servicio contra incendio para otros fines específicos, como por ejemplo para alimentación de equipos de enfriamiento, refrigeración de grupos electrógenos u otros usos equivalentes.

Sistemas de extinción por proyección de agua mediante rociadores automáticos

Estas instalaciones consisten en la utilización de elementos que permiten en forma automática el rociado con agua sobre los sectores de incendio en caso de peligro. Los rociadores automáticos consisten en una pequeña boca de agua cerrada herméticamente por medio de un obstructor inoxidable, sujeto por un elemento denominado *fusible*, que expuesto al calor permiten que se produzca la descarga de agua. Como se muestra a continuación, los fusibles puede ser metálicos o ampolletas. Si se trata de una aleación metálica de material inalterable, ésta se funde para liberar los elemento de cierre, y si se trata de una ampolleta de cuarzo, ésta contiene un elemento expandible.



Estos elementos cuentan con un deflector que es una pieza metálica de material inalterable, que montada en la cabeza del rociador, hace que el chorro de agua al chocar contra aquel, se disgregue en forma de fina llovizna. De esa manera, cuando el aire que circunda al rociador alcanza la temperatura de diseño para que fuera graduado el elemento fusible, éstos liberarán automáticamente los elementos de cierre, haciendo que el agua fluya por los orificios de descarga.

La acción extintora se realiza en forma inmediata sobre el foco de fuego, no produciéndose de esa forma el accionamiento sobre elementos o materiales que no sean los directamente afectados. Se establece que los fusibles rociadores deben estar graduados a una temperatura ambiente de 68 °C.

Se admite como excepción en aquellos casos que se ubiquen en aberturas una temperatura de 79 °C como rampas, cajas de escaleras, ascensores, acceso a patios de aire y luz.

Los sprinkler deben estar contruidos de cuerpo de bronce y sus partes móviles compuestas de material inalterable a la corrosión. En uno de sus extremos cuenta con rosca de empalme del tipo gas, cónica y los orificios de salida de agua deben ser aproximadamente 12,7 mm de diámetro, obturados por tapones accionados por el elemento fusible.

Para determinar la cantidad y ubicación de los rociadores, se establecen valores de área protegida por los mismos. Estas áreas de protección son muy difíciles de determinar con precisión porque dependen de muchos factores, como ser el tipo de construcción, riesgo, característica de ocupación, tipo de rociador, presión de trabajo.



Por lo tanto, como medida de seguridad y a fin de aumentar la eficiencia de extinción, se puede considerar como área confiable el de $9,30 \text{ m}^2$ por rociador, sin superar distancias máximas ya sea entre sí o con respecto a paramentos, techos.

En lo que respecta al montaje de cañerías de una instalación de rociadores y sus elementos constitutivos, se definen las siguientes:

- Cañería principal: la que abastece a los caños de distribución.
- Cañería de distribución: la que alimenta los distintos ramales.
- Ramales: tramos de cañerías que alimentan a los rociadores.

Las cañerías pueden ser del tipo standard de hierro galvanizado con accesorios de fundición maleable. La instalación debe ser totalmente independiente de cualquier otro tipo de servicio en el edificio. Se instalan con una pendiente de 1 cm cada 3 m para su vaciado, debiendo ser aseguradas adecuadamente, cada 3,60 m como máximo. En sus extremos debe existir una grampa de 0,15 m.

Una vez instalados, se debe efectuar una prueba hidráulica con una presión no menor de 10 kg/cm^2 , durante un período no inferior a 1 hora sin sufrir pérdida de agua.

La instalación de rociadores debe estar provista de un sistema automático de modo que al actuar algún rociador, produzca la circulación de agua por las tuberías y a la vez haga accionar los dispositivos de alarma correspondientes. Los sistemas que se utilizan son:

Detector hidráulico

Se trata de un dispositivo, accionado eléctricamente, que actúa cuando circula agua producto del funcionamiento de un detector o eventualmente una pérdida de agua de la instalación. Dicho sistema consta básicamente de:

- Detector hidráulico propiamente dicho: se construye en bronce u otro material inoxidable contando con una *paleta* que es una pieza de material plástico elástico e inalterable que es sensible al flujo de agua que se desplaza, y se ubica en el interior de la cañería de alimentación a los sprinkler, permitiendo el cierre del circuito eléctrico de la alarma. Se exige que el detector pueda ser regulado a voluntad una vez instalado, pudiéndose colocar en cañerías con cualquier tipo de inclinación, soportando una presión de prueba de 10 kg/cm^2 .
- Indicador eléctrico: es una caja de material incombustible que señala el circuito normal, anormal y alarma según las circunstancias. Trabaja con bajo voltaje mediante un transformador, debiendo contar con una llave bipolar destinada al corte de la alarma.
- Campana o sirena de alarma: es un mecanismo eléctrico de gran sonoridad destinada a acusar una alarma del sistema. Debe ser de bajo voltaje actuando cuando se cierra el circuito eléctrico.
- Fuente de alimentación o energía eléctrica: proviene de la red general de 200 volts, debiendo ser independiente del suministro del inmueble. Sólo en casos de excepción puede ser derivada desde la fuente de provisión que sirven a las bombas elevadoras de agua del servicio de incendio.

El funcionamiento del sistema consiste en que al circular agua por las cañerías se produce el accionamiento de la paleta y el detector cierra el circuito eléctrico de la alarma, abriendo el circuito normal, simultáneamente el relé cierra el circuito de la campana de alarma y luz, enclavándose eléctricamente. En estas circunstancias, la campana de alarma sólo puede ser detenida desde la llave interruptora. Cuando el flujo de agua cesa, se produce la apertura del circuito de alarma pasando nuevamente al circuito normal. Se complementan estos dispositivos con los siguientes elementos:



válvula de cierre principal, válvula de retención, válvula de desagüe, válvula de prueba de alarma y manómetro. La *válvula de cierre principal* constituye el elemento que permite el cierre o suministro de agua a la instalación de rociadores automáticos. La *válvula de retención* es un dispositivo que permite que el agua fluya siempre en una sola dirección, ubicada de modo que permita su fácil limpieza y desmontaje. La *válvula de desagüe* debe ser de 51 mm de diámetro a fin de permitir el desagote del sistema. La válvula de prueba de alarma debe ser de 13 mm de diámetro, tipo globo de bronce. Se coloca junto a la de cierre con el fin de probar el sistema de alarma como si hubiera funcionado un rociador. Por último, el manómetro destinado a medir la presión en el sistema.

Válvula de control y alarma automática

Cumplen la misma función de los sistemas indicados precedentemente, pero el accionamiento de la alarma o campana acústica es producido directamente por acción hidráulica. La estación de control cuenta con el disco de la válvula de control que se mantiene cerrado cuando el sistema se encuentra en equilibrio sin circulación de agua. Si por algún motivo actúa algún sprinkler, se origina una diferencia de presión, que se detecta en los manómetros, produciéndose la inmediata circulación del agua hacia el rociador, levantándose el disco de cierre de la válvula de retención y permitiendo a la vez desviar también agua al sistema de alarma, el que hace sonar la campana.

Al igual que en el caso anterior, el sistema requiere una válvula de prueba de accionamiento manual para verificación del funcionamiento del sistema. Además, debe colocarse una válvula principal esclusa de cierre precintada, dos manómetros que se montan antes y después de la válvula de control y un robinete de media vuelta para permitir el cierre de la alarma a voluntad.

Hay dos tipos característicos de sistemas de rociadores automáticos:

- De *cañería llena*: las cañerías de suministro y distribución están siempre con carga de agua, constituyendo los sistemas más comunes.
- De *cañería seca*: contienen aire y el agua puede ser regulada por una válvula de control accionada por una cabeza sensible.