



DESCARTE

**TRANSPORTACION VERTICAL Y HORIZONTAL
EN EDIFICIOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A :

ALEJANDRO ALBERTO DAMM BARLES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres y hermanos

A mis profesores y amigos

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron en la realización de mis estudios.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Al Pasante señor ALEJANDRO DAMM BARLES,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. J. Ignacio Ruiz Barra, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"TRANSPORTACION VERTICAL Y HORIZONTAL EN -
EDIFICIOS "

- I. Introducción
- II. Tráfico en edificios
- III. Estudio de la transportación en edificios, según su objeto
- IV. Factores de costo en la selección de equipo

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., a 15 de junio de 1976
EL DIRECTOR

ING. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

U.S.

EVC/GSA/zt.

I N D I C E

CAPITULO I. INTRODUCCION,

PRELIMINARES 2, REQUISITOS DE SERVICIO 3,
FACTORES DETERMINANTES DEL TRAFICO 4.

CAPITULO II. TRAFICO EN EDIFICIOS.

GENERALIDADES 8, CAPACIDAD DE TRANSPORTE 10,
INTERVALO DE ESPERA 12, PARADAS PROBABLES 13,

1. TRAFICO DE ENTRADA 15.

PROBABILIDAD DE PARADA EN LA PLANTA MAS ALTA 26,
REQUISITOS DE MANDO PARA TRAFICO DE ENTRADA 30,
MEDIDAS PARA SOLVENTAR PICOS DE ENTRADA 30,
DIVERSOS ACCESOS A UN EDIFICIO 35.

2. TRAFICO ENTRE PLANTAS 36.

PARADAS PROBABLES 38, TIEMPO DE TRANSITO
Y PARADAS 39, SISTEMAS DE MANDO 45.

3. TRAFICO DE SALIDA 49.

TIEMPO DE TRANSITO Y PARADAS 49, PARADAS PROBABLES 50,
SISTEMAS DE MANDO 55,

4. ESCALERAS Y ACERAS MOVILES, TRAFICO HORIZONTAL 56.
APLICACION DE ESCALERAS Y ANDENES MOVILES 59,
ESCALERAS CONTRA ASCENSORES 59, CAPACIDAD DE
TRANSPORTE 61.

CAPITULO III,
ESTUDIO DE LA TRANSPORTACION EN EDIFICIOS, SEGUN
SU OBJETO ;

1. EDIFICIOS COMERCIALES 68.
OCUPACION Y TRAFICO VERTICAL 68, PLANTA DE
ENLACE 72, ASCENSORES DE SERVICIO 73,
EDIFICIOS DE ESTACIONAMIENTO 74,
EDIFICIOS PROFESIONALES 75, CENTROS
COMERCIALES Y ALMACENES 76, EDIFICIOS
PARA TRANSPORTE 77.
2. EDIFICIOS RESIDENCIALES 82.
OCUPACION Y TRAFICO VERTICAL 82,
HOTELES Y MOTELES 84, CONDOMINIOS
Y DEPARTAMENTOS 85, RESIDENCIAS
ESCOLARES 87.
3. EDIFICIOS INSTITUCIONALES 89.
POBLACION Y TRAFICO 90, HOSPITALES 92,
COLEGIOS 95.

**CAPITULO IV.
FACTORES DE COSTO EN LA SELECCION DE
EQUIPOS.**

**INTRODUCCION 98, COMPARACION DEL COSTO
ENTRE ASCENSORES CON REDUCTOR Y TRACCION
DIRECTA 101, PRINCIPALES FACTORES DE
COSTO EN ASCENSORES 104.**

BIBLIOGRAFIA 107.

CAPITULO I

INTRODUCCION

P R E L I M I N A R E S

El interés por hacer edificios se ha desarrollado --- principalmente debido a la necesidad de una comunicación - rápida entre los integrantes de las empresas, el continuo- aumento en el precio de los terrenos de los más importan-- tes núcleos de población y la creciente escasez de los si- tios más deseables de las grandes ciudades.

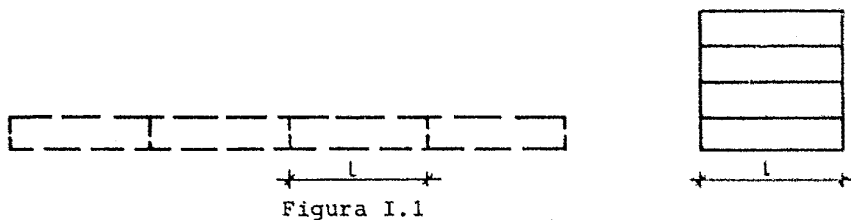


Figura I.1

Como lo muestra la figura I.1, aun en lugares donde - el costo del terreno sea bajo, los edificios ahorran tiem- po y evitan molestias a los usuarios.

Hay edificios que por su naturaleza u objeto para el- que fueron creados, son bajos y necesariamente de desarro- llo horizontal (aeropuertos, aduanas, etc.) donde los usua- rios que por lo general son transitorios, deben dar largas caminatas o invertir tiempos considerables para trasladar- se dentro del edificio. Para evitar las molestias que en- to provoca y dar mayor rapidez a los usuarios, se ha desa- rrollado como medio de transporte horizontal las aceras mó

viles. En el capítulo III, se tratará este tema.

Los primeros desarrollos de transportación vertical, se deben también a la limitación impuesta por la condición humana para subir escaleras de edificios altos. La poca voluntad y habilidad de las personas llevó a los técnicos a desarrollar vehículos de transportación vertical como -- los ascensores y las escaleras móviles.

De la misma forma en que el metro, las avenidas, los pasos a desnivel y otras vías de transportación horizontal aumentan el valor de los bienes inmuebles y los vuelven -- más accesibles, los ascensores, las escaleras y aceras móviles aumentan el valor de los edificios, al facilitar la transportación horizontal y vertical de los mismos.

REQUISITOS DE SERVICIO

Los requerimientos de alta calidad de servicio en los nuevos edificios, hacen necesario que los medios de transporte tengan las siguientes características:

a) Rapidez y frecuencia. Principalmente en edificios donde los usuarios son gente que trabaja en él, un pequeño ahorro de tiempo en la espera y recorrido de los ascensores por cada persona servida y en cada servicio, significan en el transcurso de un año, un ahorro de miles de horas-hombre para todos los ocupantes del edificio. En los capítulos II y III se verán las velocidades usuales para escaleras y elevadores con las frecuencias requeridas para distintos tipos de edificios.

b) Funcionalidad y confort. Son características que se logran con una buena disposición del conjunto y un funcionamiento suave del medio de transporte. Es así como se ha logrado que los usuarios se puedan trasladar en un edi-

ficio sin ninguna molestia o esfuerzo. Por ejemplo, si un pasajero aprieta un botón de llamada de un ascensor, ha sido acostumbrado a que en un corto período de tiempo (tiempo de espera) y tras una breve señal, uno de los ascensores abre silenciosamente sus puertas en la dirección indicada por dicha señal. Después de haber montado en la cabina y pulsado el botón de la planta deseada, transcurrirá otro pequeño período de tiempo (tiempo de viaje) hasta que un indicador posicional señale la planta de destino donde el pasajero saldrá de la cabina.

En el Capítulo II, se hará un análisis de los tiempos de transportación invertidos por los ocupantes de un edificio para diferentes horas del día. La aplicación de estos análisis se ejemplificará en los incisos correspondientes al capítulo III.

c) Mínimo espacio. El espacio ocupado por los cubos de ascensores implican una disminución de las áreas rentables. Por otra parte las rentas no sólo se rigen por el espacio útil, ya que edificios con mejor transportación vertical se rentan más rápidamente y tienen menores índices de vacantes.

Una instalación adecuada para un edificio ajetreado no representa más del 13% del costo de la construcción. Para lograr un máximo retorno de esta inversión, los sistemas de transporte deben planearse de manera que provean las mejores conveniencias para sus usuarios y deben además imponer mínimas demandas de espacio como estructurales. Este tema se tratará en el capítulo IV.

FACTORES DETERMINANTES DEL TRAFICO

Todo edificio de un tipo especial, es usado por sus -

ocupantes en la correspondiente manera especial, sus movimientos hacia, entre y desde el edificio tienden a asumir distintos patrones de tráfico. Cada tipo de edificio ya sea comercial, residencial o institucional tiene por tanto características distintas de tráfico reflejadas en intensidad, cantidad y tiempo. En el capítulo III, se verán aisladamente los tres tipos de edificios con sus diferentes patrones.

A pesar de la similitud general de los factores de tráfico para un mismo tipo de edificio y a pesar de que los fabricantes han estandarizado las componentes de los equipos de transportación, se puede considerar que no hay dos que tengan exactamente el mismo tráfico vertical. La diversidad de volúmenes y distribuciones de tráfico están influenciados por la forma, altura, número de ocupantes por planta, etc. de los edificios lo que vuelve necesario diseñar el sistema de transportación de cada uno con sus requerimientos individuales.

Las condiciones fuera del edificio influyen también sus patrones de tráfico interno. Las principales causas que originan estas variaciones lo representan los medios de transportación externa de sus ocupantes (automóviles, privados o medios masivos de transportación) y la facilidad de estacionamiento de que dispongan. En menor grado, las tiendas y otras atracciones cercanas pero fuera del edificio, pueden influir en su tráfico vertical.

Como las condiciones internas y externas cambian con el tiempo, los patrones de tráfico de los edificios varían consecuentemente. Por tanto los sistemas de transportación en edificios deberá ser capaces de adaptarse a los cambios de demanda.

En la actualidad el potencial de los sistemas de ---- transporte puede afectar el tamaño y forma de las estructuras. Haciendo un buen uso de este potencial es posible planear mejores edificios.

C A P I T U L O II

TRAFICO EN EDIFICIOS

GENERALIDADES

Para lograr un buen servicio de transportación, el -- proyectista debe satisfacer las demandas donde y cuando el usuario lo requiera, por tanto la distribución del tráfico y su volumen deberán ser la guía para planear un sistema - de transporte eficiente.

El proyectista empieza por determinar cuales son sus- requerimientos de servicio. La "cantidad" de servicio re- querida depende del volumen o intensidad del tráfico lo -- que le definirá la capacidad de transporte. La unidad --- usual asociada a esta cantidad se toma del número de perso- nas transportadas en una vuelta del transporte y durante - un intervalo fijo de tiempo, teniendo así una medida de ca- pacidad de transporte:

$$\text{Capacidad de transporte} = \frac{\text{Número de pasajeros por vuelta}}{\text{Intervalo de tiempo}}$$

A su vez los sistemas de transporte deben satisfacer- requerimientos de "calidad" reflejados éstos en velocidad, funcionalidad, economía y confort.

Con objeto de tener datos para lograr una exactitud - considerable en el proyecto de transportación de un edifi- cio, las compañías del ramo, han supervisado y analizado-- el tráfico de edificios representativos. Los datos acumu- lados de miles de ellos permiten conocer de antemano las -

relaciones que existen entre la población y el tráfico de un edificio, así como sus diferentes factores de diseño.

De estas observaciones se han obtenido gráficas de -- tráfico horizontal y vertical como la que se muestra a con tinuación, para los diferentes tipos de edificios antes -- mencionados.

pasajeros
subida

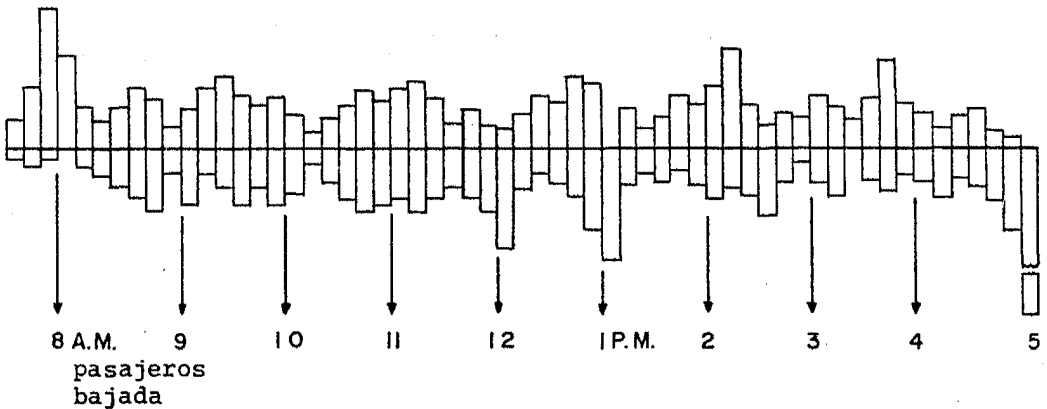


Figura II.1

La gráfica que se muestra en la figura II.1, es representativa del tráfico vertical de un edificio comercial y se escogió porque muestra los puntos relevantes de estas gráficas.

A primera vista la gráfica muestra como la demanda de ascensos y descensos varía en intervalos cortos de tiempo y de hora en hora en el transcurso del día. Sin embargo se puede apreciar que dependiendo de la hora siempre hay un tráfico predominante. En las primeras horas de la mañana

los pasajeros se mueven de las plantas principales (Estacionamiento, Planta Baja, etc.) hacia las superiores llegando a su máxima intensidad poco antes de las 8 A.M. hora de entrada de los empleados (pico de entrada). A medio día, hora de la comida, el tráfico predominante es entre las plantas porque los empleados gustan de salir a comer en grupos, constituyendo el "tráfico entre plantas" y finalmente al terminar las labores se da el "tráfico de salida" que en este caso es mayor que el de entrada porque los empleados suelen ser más puntuales para salir que para llegar al trabajo (pico de salida).

CAPACIDAD DE TRANSPORTE

En las mediciones para volúmenes de tráfico se acostumbra tomar intervalos de 5 minutos porque éste intervalo es lo suficientemente largo que permite medir movimientos significativos de personas y es lo suficientemente corto para registrar picos breves de tráfico. Por tanto la capacidad de los elevadores se deberá calcular sobre la misma base de períodos de 5 minutos y por lo menos deberá ser igual al volumen de tráfico en el período de mayor intensidad;

$$\text{Capacidad en 5 minutos} = \frac{\text{Número de pasajeros por vuelta} \times 300 \text{ seg.}}{\text{Tiempo de duración de una vuelta}}$$

Un procedimiento práctico para calcular el tiempo de duración de una vuelta consiste en descomponer el viaje en sus fases. Suponiendo que se tuviese un sólo ascensor sirviendo a dos accesos, el tiempo de una vuelta sería el siguiente:

- a). El usuario pulsa el botón, las puertas se abren, tiempo aproximado

3 seg.

b). El usuario monta en la cabina, pulsa el botón (dos segundos) y las puertas se cierran (3 segundos)	5 seg.
c). Tiempo de viaje al otro acceso	7.5 seg.
d). Puertas se abren (con adelanto de 1 seg.)	2 seg.
e). El usuario se apea	<u>2</u>
Tiempo para servir a un usuario	19.5 seg.

Se inicia el viaje de vuelta para servir a otro usuario:

a). Cierre de puertas	3 seg.
b). Viaje al otro acceso	<u>7.5 seg.</u>
Tiempo total de una vuelta	30 seg.

Si un sólo pasajero es atendido durante una vuelta, - la capacidad de transporte será:

$$\text{Capacidad en 5 minutos} = \frac{\text{Un pasajero por vuelta} \times 300 \text{ segundos}}{30 \text{ seg.}} = 10 \text{ pasajeros}$$

Sin embargo si el ascensor atendiese en cada vuelta a más de dos personas, algunos módulos de tiempo especialmente los de entrar y salir de la cabina, resultarían mayores. Cuando se analice el tráfico de entrada, se verá como considerar éstas variaciones.

Según la intensidad, el tráfico puede clasificarse en las tres categorías siguientes:

- Tráfico Ligero: Si el número de usuarios que piden servicio en un momento dado no excede de 2 a 3 veces el de los ascensores del grupo.
- Tráfico medio: Si los usuarios que piden servicio no llénan las cabinas más allá del 50% de la capa-

cidad de los ascensores.

- c) Tráfico pesado: Si el referido número de usuarios es mayor que el 50% de la capacidad de los ascensores.

La capacidad de transportación de un edificio, se determina donde y cuando éste ocurra. Sus elevadores, escaleras y aceras móviles deben tener suficiente capacidad para transportar el porcentaje de la población total, tomado del período más crítico de 5 minutos.

Durante el período crítico de 5 minutos, el tráfico varía desde un 5% de la población en un edificio de departamentos a un 40% en colegios.

INTERVALO DE ESPERA

Es el tiempo que media entre llegadas de cabina a un acceso; se deriva directamente del tiempo de una vuelta y es inversamente proporcional al número de ascensores de un grupo.

Se calcula mediante la ecuación

$$\text{Intervalo} = \frac{\text{Tiempo de una vuelta}}{\text{Número de ascensores del grupo}}$$

Es obvio que el intervalo indica el tiempo más largo que un usuario teóricamente tiene que esperar a un ascensor. En la práctica el intervalo varía por retrasos causados por pasajeros u otros incidentes de tráfico y debe entenderse como promedio para un período dado.

En el ejemplo descrito para obtener el tiempo de una vuelta de un ascensor el intervalo es igual al tiempo de una vuelta. Si en el ejemplo tuviésemos dos ascensores, -

uno al lado del otro y dirigidos de forma que cuando uno se encuentra en un acceso, su compañero está en el otro, - el tiempo de una vuelta sería prácticamente el mismo, pero la capacidad de transporte se duplicaría y el intervalo se reduciría a la mitad. En lugar de un intervalo de espera de 30 segundos para un pasajero que acabe de perder un ascensor, resultaría uno de sólo 15 segundos porque el segundo ascensor lo atendería.

En función del intervalo, el tiempo de espera es en teoría la mitad del intervalo. En realidad existen tres razones por lo que esto no se cumple tan rigurosamente:

- a) Los intervalos deben considerarse como promedio de un tiempo determinado.
- b) El sistema de mando ha de espaciar los ascensores por igual y de forma exacta y constante.
- c) Debe haber un tráfico suficiente.

Con los actuales sistemas de mando, el tiempo de espera medio suele ser de un 55 a un 75% del intervalo según el refinamiento del sistema.

PARADAS PROBABLES

El criterio más realista para calcular el tiempo de viaje de un ascensor de dos o más accesos, consiste en calcular las paradas probables que el ascensor efectuará a raíz de una afluencia supuesta de usuarios. El primer paso consiste en calcular el número de paradas que probablemente hará en su curso y este número depende a su vez de los siguientes factores:

- a) El número de personas que montan en el ascensor en las plantas principales, así como el número de accesos in-

fluyen esencialmente en el número de paradas que se efectuarán. Por ejemplo, un ascensor que sirva 20 plantas y transporte 10 personas, hará probablemente 10 paradas por vuelta, si el mismo ascensor sirviera sólo a 10 plantas haría seguramente menos de 10 paradas por vuelta.

b) El número de residentes por planta influye también en el número de paradas.

c) La dirección del flujo de tráfico, contribuye a modificar el número de paradas. Por ejemplo:

- A la hora de entrada al edificio, el ascensor normalmente se detendrá en la subida y bajará directamente a las plantas principales. El caso inverso se da a la hora de salida.

- Cuando la población del edificio viaje entre las plantas superiores, cada pasajero causa dos paradas; una para montar y otra para apearse.

Por tanto la determinación del número de paradas, requiere del conocimiento de las condiciones críticas de tráfico.

A continuación se analizarán los tres diferentes tipos de tráfico crítico. Los resultados de los cálculos obtenidos han de compararse entre sí antes de tomar una decisión sobre la selección de equipos.

Si los equipos de transportación elegidos cubren estos estados críticos, podrán afrontar con éxito las situaciones restantes de tráfico.

1. TRAFICO DE ENTRADA

Este tipo de tráfico se produce, como ya se había mencionado, cuando todas las personas que llegan al vestíbulo principal quieren ser transportadas a las plantas superiores.

Es lógico suponer que durante este período el tráfico de bajada es despreciable.

Los cálculos del número de ascensores necesarios se basarán por lo pronto en el conocimiento del número de pasajeros a transportar en 5 minutos, que es un porcentaje de la población total. Estos porcentajes varían para cada edificio y se verán en el capítulo III.

Un criterio para calcular el número de ascensores es el siguiente: Señalando como objetivo la capacidad requerida de transportación se regresará analizando todos y cada uno de los factores necesarios que permitan estar en una situación donde ya sea posible calcular la capacidad requerida.

Por tanto la capacidad de transportación viene dada por la fórmula:

$$\text{Capacidad en } \frac{\text{Número de pasajeros por vuelta} \times 300 \text{ seg.}}{5 \text{ minutos}} = \frac{\text{Tiempo de una vuelta}}{\text{Tiempo de una vuelta}}$$

El número de pasajeros que pueda transportar una cabina depende de las dimensiones de ésta. (No hay ninguna cabina de dimensiones tales, que permita el acceso a un determinado número de personas que rebasen su capacidad en Kgs.) Durante el pico de entrada es poco frecuente que los pasajeros llenen totalmente la cabina, por tanto la carga de la cabina está limitada al 80% de su capacidad no

minal. Ver tabla II.1

Con objeto de estudiar aisladamente y de manera que no se traslapen, los tiempos de una vuelta se pueden subdividir en la forma que se muestra:

Tiempo de carga al 80%	
Tiempo cerrar puertas	
Tiempo abrir puertas	Tiempo en vestíbulo
Tiempo arrancar y parar en el vestíbulo	
Tiempo de abrir puertas c/planta	
Tiempo de apearse en c/planta	Tiempo de parada para todas las plantas
Tiempo de cerrar puertas en c/planta	
Tiempo de arrancar y parar en c/planta	
Tiempo total invertido en c/planta	

$$\frac{\text{Número de plantas} \times \text{altura entre piso} \times 2}{\text{Velocidad}} = \text{Tiempo de viaje}$$

Tiempo de una vuelta = tiempo en vestíbulo + tiempo de parada para todas las plantas + tiempo de viaje.

Como puede observarse los tiempos relativos de abrir y cerrar puertas, así como los de arrancar y parar, son comunes para el tiempo en el vestíbulo y el tiempo para las plantas.

A continuación se analizarán cada uno de esos tiempos basándose en datos proporcionados por fabricantes.

- Tiempo de carga al 80%. La tabla II.1 indica el tiempo invertido por las personas para montar en cabinas de dimensiones típicas.

TABLA II.1

TIEMPO DE CARGA EN VESTIBULO

Capacidad (Kg.)	Interior ancho	x	cabina profundidad	80% de carga población	Tiempo de carga seg.
900	1.7	x	1.25	10	8
1125	2.05	x	1.25	13	11
1350	2.05	x	1.45	16	14
1575	2.3	x	1.45	19	16
1800	2.3	x	1.60	22	17

La luz en que se tomaron estos datos es de 1.06 m. -- que es la mínima para permitir el paso simultáneo de dos - personas. Para luces y dimensiones diferentes de cabinas, los tiempos deberán ser afectados de la siguiente forma; - por cada 2.5 cm. en menos de 1.06 m. de luz se deben aumentar los tiempos de carga en el vestíbulo y salida en las - plantas en por lo menos 1%. Por cada diferencia de 30 cm. en las dimensiones de cabina indicadas, deben incrementarse los referidos tiempos en por lo menos un 5%.

- Tiempo de cierre de puertas; una vez lleno el ascensor cerrará sus puertas para iniciar su viaje al próximo - acceso a servir. Este tiempo varía según la luz y el tipo de puertas. Ver Tabla II.2

TABLA II.2

TIEMPO DE CIERRE DE PUERTAS

Luz de puerta (m)	Tipo de Puerta	Tiempo de cierre de puertas (seg.)
0.92	Corredera una hoja	4.3
0.92	Telescópica	3.8
0.92	Apertura central	2.9
1.06	Corredera una hoja	4.9
1.06	Telescópica	4.4
1.06	Apertura central	3.3
1.22	Telescópica	5.0
1.22	Apertura central	5.7

- Tiempo de abrir puertas: Existen dos sistemas automáticos de apertura: el de "apertura anticipada" en el que las puertas se empiezan a abrir cuando el ascensor se aproxima al nivel de parada y en el mismo momento en que el ascensor termina de pararse, las puertas se encuentran lo suficientemente abiertas que permiten el paso de un pasajero. En el segundo sistema, el de "apertura normal", las puertas no se abren hasta que el ascensor está totalmente parado. Este último sistema ha caído en desuso.

TABLA II.3

APERTURA DE PUERTAS

Tipo de Puerta	Luz de Puerta (m.)	Apertura Normal seg.	Apertura adelantada seg.
Corredera una hoja	0.92	2.5	1.0
	1.06	2.9	1.4
Telescópica	0.92	2.9	0.8
	1.06	3.1	0.9
	1.22	3.7	1.0
Apertura central	0.92	2.3	0.5
	1.06	2.5	0.6
	1.22	2.7	0.8

Como se desprende de la tabla anterior, instalando el sistema de apertura adelantada, se puede ganar en la mayoría de los casos, casi el doble del tiempo de apertura normal, una ganancia que se repite en cada parada.

- Tiempo de arrancar y parar: Para estudiar estos tiempos, se debe conocer primero cuales son las aceleraciones y velocidades de los ascensores. Se ha podido demostrar que las aceleraciones que no molestan a los usuarios oscilan entre 1 y 1.5 m/seg.² y que lo molesto son los cambios bruscos de aceleración. Las velocidades nominales de los actuales elevadores varían de 0.5 a 9 m./seg. con va--

riaciones consideradas normales de ± 15 al $\pm 20\%$ dependiendo de la carga de la cabina.

Con objeto de tener una idea del rango de variación de los tiempos de arranque y parada, se puede aceptar un valor medio de 4.4 seg. para elevadores con velocidades nominales comprendidas entre 0.5 y 0.75 m./seg. Para elevadores más rápidos con velocidades de 2 hasta 4 m./seg. considerar 3.6 seg. como media de los tiempos de arranque y parada es aceptable.

Por lo anterior:

$$\text{Tiempo de viaje} = \frac{\text{Número de plantas} \times \text{altura entre piso} \times 2}{\text{Velocidad nominal}}$$

- Tiempo para apearse: La tabla II.4 indica el tiempo invertido por las personas para cabinas de dimensiones típicas. Al igual que para el tiempo de carga, por cada diferencia de 30 cm. en las dimensiones indicadas, los tiempos referidos deben incrementarse en por lo menos un 5%.

TABLA II.4

TIEMPO PARA APEARSE

Capacidad Kg.	Interior cabina (m)		Tiempo para apearse por parada (seg.)
	ancho	profundidad	
900	1.7	1.25	1.8
1125	2.05	1.25	1.5
1350	2.05	1.45	1.6
1575	2.3	1.45	1.2
1800	2.3	1.60	2.0

Con los datos anteriores, ya es posible calcular el tiempo que el ascensor consumirá en el vestíbulo y el tiempo de viaje en la cabina.

Para conocer el tiempo de parada para todas las plan-

tas, es necesario saber el número de paradas que el ascensor realizará en su recorrido.

Existen dos métodos para estimar este número, dependiendo del grado de información disponible. El primero de ellos parte del conocimiento de la distribución de la población en el edificio, las horas de trabajo y las actividades de los usuarios dentro del edificio. Cuanto mejor se conozcan estos factores tanto más real resultará el número de paradas calculado.

Por ejemplo: Si de un edificio de 10 niveles se conoce la distribución de su población como lo indica la tabla II.5 y se tiene conocimiento de que toda su población entra a la misma hora con excepción de los ocupantes de las plantas 10 y 9, es posible asignar un factor de parada a cada una de ellas.

TABLA II.5

Número de Planta	Población por Planta	Paradas Probables
10	5	-
9	15	-
8	70	0.7
7	100	1.0
6	100	1.0
5	100	1.0
4	60	0.6
3	90	0.9
2	60	0.6
Número Paradas Probables		6.8

El método está basado en la suposición de que el elevador se detendrá una vez por vuelta en las plantas de mayor población y en las restantes operará consecuentemente.

Pocas veces se dispone de tanta información como la -

que muestra la Tabla II.5

Cuando se conoce poco acerca de la futura distribución de la población se emplea el segundo método que parte de la suposición de que ésta se repartirá por igual entre todas las plantas del edificio. Hay que suponer además -- que el ascensor llegue en cada viaje a la planta más alta -- salvo en casos en que ésta tenga menor demanda de tráfico -- que las demás o en los que el número de pasajeros que monten normalmente en la cabina al empezar el viaje, sea menor que el número de plantas.

El método consiste en encontrar el número de accesos -- donde probablemente no pare el ascensor con lo que se tendrá el número de paradas probables:

"Número de paradas probable" = Número de accesos encima del vestíbulo principal - el número de accesos donde -- probablemente no pare el ascensor.

Llamemos: S = Número de accesos encima del vestíbulo principal

p = número de pasajeros en la cabina

E = evento; "parar en un acceso"

Por tanto, la probabilidad de que el ascensor pare en un acceso = $P(E) = 1/S$

Luego la probabilidad de que el ascensor no pare en un acceso será el complemento de la probabilidad del evento:

$$P(\text{no } E) = 1 - P(E) = 1 - \frac{1}{S} = \frac{S - 1}{S}$$

A su vez $P(\text{no } E)$, sería la probabilidad que tendría un pasajero de no parar en un acceso.

Con la ayuda de los datos precedentes resulta ahora-- sencillo calcular el tiempo de una vuelta de un ascensor:

EJEMPLO II.1

En un proyecto de un edificio de 11 niveles con 3.00-m. de altura de entrepiso, se desea conocer cual es la capacidad de transporte en 5 minutos, si el elevador propuesto es de 1350 Kg. y está diseñado para una velocidad nominal de 2.5 m./seg. con puertas de apertura central de 1.06 m. de luz.

La carga nominal del ascensor es de 16 personas (Tabla II.1). De la tabla II.6 se deduce que 16 pasajeros -- originarán aproximadamente 8 paradas en las 10 plantas superiores del edificio. El tiempo de viaje será el siguiente:

En Vestíbulo

Tiempo de carga 16 personas (Tabla II.1)	14.0 seg.	
Tiempo de cerrar puertas -- (Tabla II.2)	3.3 "	
Tiempo de abrir puertas al retorno al vestíbulo (Tabla II.3)	0.6 "	
Tiempo de arrancar y parar en vestíbulo	<u>3.6 "</u>	
TIEMPO TOTAL EN VESTIBULO	21.5 seg.	21.5 seg.

En Paradas:

Tiempo de abrir puertas en cada parada	0.6 seg.	
Tiempo de apearse (Tabla -- II.4)	1.6 "	
Tiempo de cerrar puertas en c/p.	3.3 "	
Tiempo de arrancar y parar en c/p.	<u>3.6 "</u>	
TIEMPO INVERTIDO EN C/P.	9.1 seg.	
TIEMPO INVERTIDO EN 8 PARADAS 8 x 9.1 =		72.8 seg.

Viaje a la última planta y
vuelta

$$\frac{10 \text{ plantas} \times 300 \times 2}{2.5 \text{ m./seg.}} =$$

28.0 seg.

TOTAL DE TODOS LOS TIEMPOS

122.3 seg.

RESERVA DEL 5% POR INEFI--
CIENCIA EN VESTIBULO Y PA-
RADAS

4.7 seg.

TIEMPO TOTAL POR VUELTA

127.0 seg.

Capacidad en 5 minutos = $\frac{16 \times 300}{127} = 37$ pasajeros

Es decir el ascensor podrá dar servicio a 16 personas
en 127 seg. o lo que es igual 37 personas en 5 minu--
tos.

La reserva añadida del 5% por ineficiencia compensa el redondeo del número de paradas probable, las variaciones en los tiempos de actuar de las puertas, los tiempos de carga y apagar.

Con el fin de simplificar los cálculos, se pueden reunir globalmente los tiempos invertidos en las operaciones que afectan el vestíbulo principal y los pertinentes a una parada en una planta superior. La tabla II.7 muestra estos valores para velocidades de ascensores de 2.5 m./seg. o mayores en puertas de apertura central adelantada de 0.92 m. de luz para ascensores de 900 kg. de capacidad y 1.06 m. para los restantes. Estos valores incluyen la reserva del 5% por ineficiencia.

TABLA II.7

TIEMPOS GLOBALES POR PARADA

Capacidad (kg.)	900	1125	1350	1575	1800
No. de pasajeros	10	13	16	19	22
Tiempo en vestíbulo	16	20	23	25	26
Tiempo en paradas	8.7	9.3	9.6	9.8	10

Para velocidades menores de 2.5 m./seg. los valores de la tabla deben incrementarse en 0.8 seg.

PROBABILIDAD DE PARADA EN LA PLANTA MAS ALTA

Con objeto de reducir el tiempo de viaje de un ascensor es conveniente obligar a que el área útil de las plantas (número de ocupantes por m².) de un edificio vaya creciendo con su altura. Esta situación reduce el número de paradas probables por cada planta.

del conocimiento de la población el tiem-

po de viaje se puede deducir de las siguientes formas:

- Si se tiene conocimiento de la población futura, el número de paradas probable se calcula según el ejemplo II.1
- Si se desconoce la población futura, el proyectista puede basarse en la tabla II.6 donde las cifras bajo el trazo grueso pertenecen a consideraciones donde la probabilidad de parar siempre en la última planta es muy elevada y no procede hacer ningún descuento. Las cifras por encima del trazo grueso cubren el campo donde la probabilidad de saltar paradas en la última planta es considerable y en caso de desconocer detalles del edificio, se puede sin más rebajar el número de paradas probable en 0.5 -- No es recomendable hacer ningún descuento por el recorrido correspondiente.

EJEMPLO II.2

TRAFICOS DE ENTRADA

En un edificio en proyecto con 3.8 m. de altura de en tre piso y 14 plantas, se desea seleccionar los ascensores para transportar 130 personas en 5 minutos durante el tráfico de entrada.

PRIMER TANTEO: Se suponen ascensores de 1350 Kg. de capacidad a 2.5 m./seg.

Número de paradas probable = $9 - 0.5$ (zona superior del trazo)

TIEMPO EN PARADAS $8.5 \times 9.6 = 81.6$ seg.

TIEMPO EN VESTIBULO = 23 "

TIEMPO DE VIAJE = $\frac{49.4 \times 2}{2.5} = \underline{39.5}$ "

TIEMPO TOTAL DE UNA VUELTA = 144.1 seg.

CAPACIDAD EN 5 MINUTOS = $\frac{16 \times 300}{144.1} = 33$ personas

NUMERO NECESARIO DE ASCENSORES = $\frac{130}{33} = 4$

INTERVALO = $\frac{144.1}{4} = 36 > 30$ seg. es intolerable

SEGUNDO TENTE: Se supone capacidad de elevadores de 1125 Kg. velocidad de 3.5 m./seg.

TIEMPO EN PARADAS $8.5 \times 9.3 = 81.6$ seg.

TIEMPO EN VESTIBULO = 20 "

TIEMPO DE VIAJE $\frac{49.4 \times 2}{3.5} = \underline{28.2}$ "

TIEMPO TOTAL DE UNA VUELTA = 129.8 seg.

$$\text{CAPACIDAD EN 5 MINUTOS} = \frac{13 \times 300}{129.8} = 30 \text{ personas}$$

$$\text{NUMERO NECESARIO DE ASCENSORES} = \frac{130}{30} = 4.3 = 5$$

$$\text{INTERVALO} = \frac{132}{5} = 26.4 \text{ seg.}$$

REQUISITOS DE MANDO PARA TRAFICO DE ENTRADA

A fin de lograr la cantidad y calidad de servicio previsto es imprescindible que el mando de los ascensores corresponda a los requisitos especiales de tráfico que se mencionan a continuación:

a) En el momento en que una cabina se encuentra cargada con el número de pasajeros previsto, debe partir del vestíbulo. Esperas mayores de 15 segundos no son tolerables.

b) El ascensor no debe viajar más allá de la planta más alta para los que halla un mandato registrado.

c) El ascensor debe volver al vestíbulo sin detenerse durante la bajada, o si se cuenta con un grupo de ascensores, una llamada en una planta no debe ser atendida hasta que por lo menos un ascensor vuelva al vestíbulo para atender a los usuarios que esperen allí.

d) Si en un momento dado varias cabinas se encuentran en el vestíbulo, deben cargarse simultáneamente.

Los sistemas de mando automático actuales incluyen todas estas características. No cabe pensar en ascensoristas o supervisores porque no serían capaces de tomar decisiones con la exactitud y rapidez necesarias.

Con objeto de reducir el tiempo de carga, se pueden colocar señales luminosas que indiquen a los usuarios la cabina que está por llegar que será la próxima en partir.

MEDIDAS PARA SOLVENTAR PICOS DE ENTRADA

Es frecuente que la demanda de transporte en un edificio aumente con los años y si el número de ascensores con los que se cuenta es de por sí escaso, se provocarán tiem-

pos de espera intolerables.

Básicamente existen tres formas para aumentar la capacidad de transporte de un edificio durante el pico de entrada, ya sea que éste se encuentre a nivel de proyecto o esté ocupado.

a) Desatender las llamadas de las plantas; como se había visto, modificando los sistemas de mando de manera que se desatiendan totalmente las llamadas desde las plantas, se logran ahorros de tiempo de 8 a 10 segundos por vuelta ocasionados por paradas. Ver Tabla II.7

b) Formar el tráfico por zonas: esta forma de aumentar la capacidad de transporte se basa en que la reducción del número de accesos a los que cada ascensor está obligado a servir, reduce sensiblemente el tiempo de paradas en una vuelta, ya que éste puede representar hasta el 65% del tiempo total por vuelta. Este sistema es sólo recomendable si se tienen varios ascensores en grupo. Uno de los ascensores pueden destinarse a servir las plantas de la parte superior del edificio y otros a las restantes de la parte inferior. Para ello es necesario que ambos subgrupos tengan sus propios medios de mando y el servicio de llamadas restringido. Es necesario también instalar señales especiales en el vestíbulo, además de invalidar los botones de mando en las cabinas correspondientes a las plantas de la otra zona.

EJEMPLO II.3

TRAFICO POR ZONAS

En un edificio de 14 plantas, se tiene un grupo de 6-ascensores de 1575 Kg. trabajando a 2.5 m./seg. con un recorrido de 42 m. Se desea conocer que ventajas aportaría la formación del tráfico por zonas.

SISTEMA ACTUAL

$$\text{TIEMPO EN PARADAS } 11 \times 9.8 = 108 \text{ seg.}$$

$$\text{TIEMPO EN VESTIBULO } = 25 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO DE VIAJE } \frac{42 \times 2}{2.5} = \underline{33 \text{ "}}$$

$$\text{TIEMPO DE UNA VUELTA } 166 \text{ seg.}$$

$$\text{CAPACIDAD EN 5 MINUTOS } = \frac{6 \times 19 \times 300}{166} = 205 \text{ personas}$$

$$\text{INTERVALO } = \frac{166}{6} = 28 \text{ seg.}$$

SISTEMA POR ZONAS

Subgrupo zona inferior: 3 ascensores sirviendo plantas 1 a 8.

$$\text{TIEMPO PARADAS } 8 \times 9.8 = 78 \text{ seg.}$$

$$\text{TIEMPO EN VESTIBULO } = 25 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO DE VIAJE } = \frac{24 \times 2}{2.5} = \underline{19 \text{ "}}$$

$$\text{TIEMPO DE UNA VUELTA } = 122 \text{ seg.}$$

$$\text{CAPACIDAD EN 5 MINUTOS } = \frac{3 \times 19 \times 300}{122} = 140 \text{ pasajeros}$$

$$\text{INTERVALO } = \frac{122}{3} = 40 \text{ seg.}$$

SUBGRUPO ZONA SUPERIOR: 3 ascensores sirviendo plantas 9 a 14

TIEMPO EN PARADAS $6 \times 9.8 = 58$ seg.

TIEMPO EN VESTIBULO $= 25$ "

TIEMPO DE VIAJE $\frac{42 \times 2}{2.5} = \underline{33}$ "

TIEMPO DE UNA VUELTA $= 116$ seg.

CAPACIDAD EN 5 MINUTOS $= \frac{3 \times 19 \times 300}{116} = 147$ pasajeros

INTERVALO $= \frac{116}{3} = 38$ seg.

CAPACIDAD-DE DOS GRUPOS: 287 personas

GANANCIA 82 personas o el 40%

INTERVALO MEDIO 39 seg.

INCREMENTO 11 seg. o el 39%

En resumen, el tráfico por zonas aumenta la capacidad de transporte a costa del intervalo.

El servicio por zonas durante el pico de tráfico de entrada tiene sus limitaciones; cuando un grupo se acondicione para ello los usuarios deben ser informados de lo que deben hacer. Aunque un subgrupo tenga poco tráfico en un momento dado, no es posible que ayude al otro posiblemente sobrecargado. Debido al incremento en el tiempo de espera se requieren áreas adicionales de vestíbulo.

c) Formar grupos independientes por zonas en sistemas local-directo: En edificios de altura considerable, la formación del servicio por zonas durante el pico de entrada fue el primer paso hacia la definitiva división del edificio en zonas. En lugar de que todos los ascensores sirvan a todas las plantas, se disponen de manera permanente que unos sirvan una zona inferior y el resto la superior.

Sus características de transporte se calculan de manera análoga al método empleado para el pico de entrada por zonas sólo que se deben preveer un número de ascensores suficiente para conseguir capacidades e intervalos similares y aceptables. Como en el mando por zonas, es necesario también que cada grupo tenga su sistema de mando independiente.

Para el grupo que sirve la zona alta del edificio, es recomendable escoger ascensores más rápidos con el fin de reducir el tiempo de viaje entre el vestíbulo y el primer acceso a servir.

Para llegar a un máximo rendimiento de servicio, conviene tener capacidades e intervalos similares para todos los subgrupos.

DIVERSOS ACCESOS A UN EDIFICIO

Los edificios con varios vestíbulos principales y/o - varias plantas de estacionamiento, necesitan capacidades - de transporte adicionales. La solución más conveniente pa - ra estos casos consiste en proveer un sistema independien - te de transporte para las plantas de acceso adicionales de manera que haga concurrir a los pasajeros al sistema prin - cipal.

Esta solución beneficia al servicio porque reduce al - mínimo el número de accesos a servir por los elevadores -- principales y contribuye a la seguridad del edificio pues - to que nadie puede entrar o salir de él sin pasar por el - vestíbulo principal. Además permite, el uso público del - estacionamiento durante los fines de semana.

Si por requerimientos específicos del edificio se ha - ce necesario que los ascensores den servicio a todas las - plantas, entonces es conveniente que todos los ascensores - sirvan a todas ellas. Las paradas adicionales en todos -- los niveles deben tenerse en cuenta al calcular el tiempo - de una vuelta mediante la introducción de un módulo propor - cional al número de paradas probables en aquellas plantas. Si los estacionamientos se usan tanto para la población co - mo para visitas, el módulo ha de incrementarse, puesto que la probabilidad de parada aumenta, de acuerdo con la ---- - afluencia de visitantes.

2. TRAFICO ENTRE PLANTAS

Se denomina tráfico entre plantas al que obliga a los ascensores a parar en ambos sentidos de marcha en el transcurso de una vuelta. Durante el pico de 5 minutos del tráfico entre plantas se presentan dos casos.

a) El "tráfico en ambos sentidos" en que el mayor número de usuarios se traslada entre el vestíbulo y las plantas superiores.

b) El propio "tráfico entre plantas" si los usuarios se trasladan entre los diversos pisos del edificio.

El tráfico en ambos sentidos puede resultar relativamente sencillo; los usuarios montan en la cabina en el vestíbulo principal y se apean en diferentes plantas durante el viaje de subida. Al bajar el ascensor recoge a los pasajeros en las diversas plantas y los deja en el vestíbulo. Este es el caso de los hoteles donde los huéspedes bajan de sus habitaciones para abandonarlo, mientras que otros llegan con sus equipajes o vuelven de dar un paseo.

El tiempo de una vuelta para el tráfico en ambos sentidos será considerablemente más largo que el tráfico simple de subida, pero los ascensores atenderán a un mayor número de usuarios durante una vuelta.

Hay edificios especialmente de oficinas donde el tráfico en ambos sentidos se vuelve crítico, debido a un cambio de horario de un grupo de empleados. A la hora de la comida puede ocurrir que una mitad de la población quiera salir del edificio, mientras que la otra mitad esté volviendo a él. En tal caso, el número de personas que los ascensores han de transportar en un período de 5 minutos-

llega al doble del que transportan durante el pico de entrada.

En otros edificios el tráfico más intenso es entre plantas. En un hospital por ejemplo llega a su máximo -- cuando los horarios de movimientos importantes concuerdan: algunos pacientes son trasladados para tratamientos especiales, mientras que los médicos hacen sus visitas, las enfermeras están atendiendo a los pacientes y el personal de limpieza se está trasladando de planta en planta.

El tráfico entre plantas es más complejo; durante un viaje de subida, un ascensor se detiene para recoger a un pasajero y se vuelve a detener en otra planta para permitirle salir. Esto implica dos paradas y en consecuencia -- el tiempo de una vuelta se hace excepcionalmente largo comparado con el número de pasajeros transportados.

En edificios donde surja una necesidad de transportación local imprevista, el tráfico entre plantas puede volverse crítico aunque en el momento del proyecto el tráfico de entrada haya regido el diseño. Tal es el caso que provocaría una compañía que ocupe varias plantas de un edificio. El tráfico entre sus distintos departamentos afectaría seriamente el servicio general.

Las características del tráfico en ambos sentidos y entre plantas, dependen por tanto de la población del edificio, su distribución entre las plantas, su necesidad -- de traslado y del uso que tenga cada planta. Una buena -- distribución de las áreas públicas del edificio con respecto al vestíbulo principal, puede contribuir seriamente a amino--rar su tráfico entre plantas.

Los cálculos para el tráfico en ambos sentidos y entre plantas, se desarrollan como los del tráfico de entrada.

La capacidad de transporte, no suele presentar problemas porque los ascensores atenderán un número considerable de pasajeros durante cada vuelta.

Se debe cuidar que los intervalos no superen a los tolerables; en general en ambientes comerciales y de trabajo no se suelen admitir tiempos de espera superiores a 35 segundos, en ambientes acogedores y residenciales, los usuarios toleran esperas de 60 segs. como máximo.

PARADAS PROBABLES

El número de paradas que un ascensor haga en cualquier viaje, es una función del número de pasajeros que lleve, de las plantas servidas y de las relaciones que existan entre las poblaciones de las diversas plantas.

Para obtener el número de paradas probable de un ascensor durante una vuelta, es recomendable hacer observaciones físicas en edificios similares además de los cálculos que se muestran a continuación.

De antemano se sabe que se tendrán dos paradas seguras por viaje; la del vestíbulo y la de una planta superior.

Para el tráfico en ambos sentidos se puede considerar que el número de paradas en subida es similar al del tráfico de entrada al edificio porque los pasajeros montan en la cabina en el vestíbulo para ser transportados a sus plantas de destino.

El número de paradas durante la bajada es un 75% del número de paradas en subida menos uno, puesto que la parada en la última planta a servir es de subir y de bajar y se tiene ya en cuenta en el viaje de subida. Por lo tanto:

$$\text{"Número de paradas probable"} = (1 + 0.75) \text{ (Paradas probables en subida)}$$

Para el tráfico intenso entre plantas, el número de paradas probable se determina bajo la suposición de que cada pasajero provocará dos paradas, una para montar y otra para apearse. Por ejemplo, si se prevee que dos pasajeros harán un viaje de subida y otros dos de bajada, el ascensor se tendrá que detener ocho menos una veces por la parada en la planta más alta. Esta suposición no es rigurosamente válida porque un pasajero se puede apea donde --- otro monta.

La probabilidad de esta coincidencia se podría calcular para cada caso, pero como varía para cada edificio, se optará por el criterio conservador y no se considerará en los cálculos.

TIEMPO DE TRANSITO Y PARADAS

Para el cálculo del tiempo de una vuelta en los tráficos en ambos sentidos y entre plantas, será necesario introducir nuevos factores de tiempo porque a diferencia del tráfico de entrada, en cada parada se podrán presentar entradas y salidas de pasajeros a la cabina. Para analizar el tiempo de parada conviene conocer primeramente el tiempo que consume el ascensor y un pasajero en tránsito y posteriormente aplicar diversos factores para un mayor número de pasajeros.

Un usuario puede apearse de una cabina en un segundo y puede montar si hace caso al aviso direccional en dos segundos. Como medida de precaución conviene incrementar -- los cálculos en un 15% para cada parada. Entonces resulta con puertas de apertura central adelantada de 1.06 m. de--luz los siguientes valores:

Tiempo de arranque y parada 3.6 seg.

Tiempo de abrir puertas	0.6 seg.
Tiempo de tránsito	3.0 "
Tiempo de cerrar puertas	3.3 "
 TOTAL	 10.5 seg.
+ 15% de reserva	1.5 "
 TIEMPO TOTAL POR PARA- DA EN PLANTAS =	 12.0 seg.

Para la parada en el vestíbulo, se calcula un tiempo de 12 segundos más un segundo por cada persona que entre o salga de la cabina.

Debido a la dificultad que los usuarios encuentran en montar o abandonar una cabina completa, se deberá introducir un factor que abarque esta consideración. Por esta razón los valores anteriores se incrementan en un segundo -- por cada pasajero por encima del 50% de la carga nominal -- prevista para el pico de entrada.

Supongamos por ejemplo que del análisis para el pico de entrada de un edificio se obtuvo una capacidad de ascensores de 1800 Kg. (22 personas) y se espere que 15 personas viajen en promedio durante el tráfico en ambos sentidos o entre plantas. En tal caso procede calcular un tiempo adicional de 1 seg. por cada pasajero por encima de 11. Para el viaje mencionado resulta un tiempo adicional de -- tránsito en las paradas de 4 seg. para la subida y 4 para la bajada, en total 8 segundos.

El número de paradas que se espere transportar durante el tráfico en ambos sentidos o entre plantas depende de la intensidad de tráfico. Así por ejemplo se sabe que un-

hotel tiene características del tráfico pesado en lo relativo a tráfico en ambos sentidos. Por lo tanto es razonable asumir que un número (15) mayor del 50% de la capacidad de los ascensores (tráfico pesado) se traslada en ambos sentidos.

EJEMPLO II.4.

TRAFICO EN AMBOS SENTIDOS

Un edificio para una compañía tendrá 10 plantas con 3 m. de altura de entrepiso. Se sabe que el pico del tráfico de entrada es de 190 personas en 5 minutos y se desea-- conocer el conjunto de ascensores que solvente su tráfico-- en ambos sentidos.

PRIMER TANTEO: Ascensores de 1350 Kg. a 2.5 m./seg.- Se asumen 14 pasajeros en subida y 14 en bajada por-- la fuerte entrada y salida de visitas de trabajo y la magnitud del correo interno.

No cabe hacer descuentos en el número de paradas, por que se desconoce el número de ocupantes de la última-- planta.

$$\text{NUMERO DE PARADAS } 1.75 \times 8 - 1 = 13$$

$$\text{TIEMPO EN PARADAS } 13 \times 12 = 156 \text{ seg.}$$

$$\text{TIEMPO EN VESTIBULO } 12 + (14+14) = 40 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO POR AUMENTO DE TRANSITO}$$

$$2 \times 6 = 12 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO DE VIAJE } \frac{9 \times 3 \times 2}{2.5} = \underline{21.6 \text{ "}}$$

$$\text{TIEMPO DE UNA VUELTA } 229.6 \text{ seg.}$$

$$\text{CAPACIDAD EN 5 MINUTOS } = \frac{(14 + 14) \times 300}{230} = 37 \text{ pasaje-ros}$$

$$\text{NUMERO DE ASCENSORES } = \frac{190}{37} = 5$$

$$\text{INTERVALO } = \frac{230}{5} = 46 \text{ seg.}$$

La capacidad como el intervalo son aceptables, pero el tiempo de una vuelta es excesivo. Como el ejemplo se basa en tráfico para ambos sentidos el tiempo de viaje será la mitad del de una vuelta o cerca de 1.9 minutos. Este tiempo sería demasiado largo si la intensidad de tráfico prevista pudiera durar más de 15 minutos, sería indicado proveer dos grupos de 3 ascensores cada uno (zona inferior y superior) aunque esto implique un ascensor adicional que además reduciría el intervalo.

El cálculo de la demanda de transporte entre plantas, se puede simplificar mediante su equivalente, es decir los usuarios que pasen por el vestíbulo al entrar o salir del edificio. Si fuera necesario analizar detalladamente el tráfico entre plantas, habría que asumir porcentajes de pasajeros entre dos, tres o más plantas en comparación con los que pasen por el vestíbulo. En general la mejor solución para solventar el tráfico pesado entre plantas lo representan las escaleras móviles.

EJEMPLO II.5.

TRAFICO ENTRE PLANTAS

Un colegio de 7 plantas con una altura de entrepiso - de 3.00 m. tiene una demanda de transporte de 210 personas en 5 minutos (equivalente en vestíbulo).

PRIMER TANTEO: Ascensores de 1575 kg. (19 personas) - a 2.5 m./seg. Asumimos 15 personas en subida y 15 en bajada por el fuerte tráfico durante los cambios de - salón.

$$\text{NUMERO DE PARADAS } 1.75 \times 7 - 1 = 11$$

$$\text{TIEMPO EN PARADAS } 11 \times 12 = 132 \text{ seg.}$$

$$\text{TIEMPO EN VESTIBULO } 12 + 30 = 42 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO POR AUMENTO DE TRANSITO } 2 \times 6 = 12 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO DE VIAJE } \frac{7 \times 3 \times 2}{2.5} = \underline{16.8 \text{ "}}$$

$$\text{TIEMPO DE UNA VUELTA } 202.8 \text{ seg.}$$

$$\text{CAPACIDAD EN 5 MINUTOS } = \frac{(15+15) \times 300}{203} = 44 \text{ personas}$$

$$\text{NUMERO DE ASCENSORES } = \frac{210}{44} = 5$$

$$\text{INTERVALO } = \frac{202.8}{5} = 40.5 \text{ seg.}$$

SISTEMAS DE MANDO

El intervalo y por ende los tiempos de espera de un grupo de ascensores, depende de la eficiencia y refinamiento de los sistemas de mando.

El sistema más sencillo despacha a los ascensores --- cuando surja una llamada, sin más consideraciones sobre la posición relativa de los ascensores y la distancia entre ellos. Es sólo aplicable si uno o más usuarios necesitan servicio al mismo tiempo lo que es muy poco frecuente.

Para diseñar sistemas de mando durante los períodos-- de tráfico ligero, el edificio se debe dividir en zonas y conviene aparcar los ascensores en lugares predeterminados con base en la población de las distintas plantas y conforme a la demanda de transporte de cada una. El mando debetender a conservar la distancia relativa de los ascensores estacionados, aun cuando algunos de ellos entren en movimiento, con el objeto de atender cualquier llamada en un tiempo mínimo. También es esencial que los ascensores no viajen más lejos de lo necesario para atender las llamadas y volver a su zona de aparcamiento.

Un esquema del tráfico ligero está representado en la figura II.1.

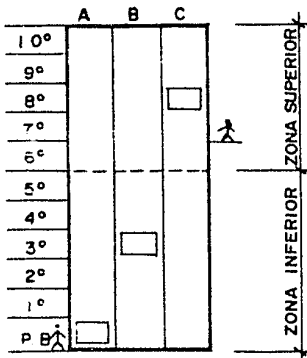


Fig. II.1.

Por ejemplo: un pasajero aborda la cabina A en el vestíbulo y pulsa el botón de la planta-9. Pocos segundos después, -- otro usuario en el 7o. nivel y con destino al 2o. pulsa el botón de llamada.

El sistema de mando debe mover

los ascensores de la siguiente manera: El ascensor A, se dirigirá al 9o. piso para cumplir su servicio y posteriormente bajará a aparcarse en el 8o. nivel para cubrir la zona que estaba a cargo del ascensor C que ahora está atendiendo la llamada de su zona. Inmediatamente después de que el ascensor A haya partido hacia el 9o. piso, el B irá a estacionarse en el vestíbulo donde la demanda de transporte suele ser más elevada. Mientras tanto el ascensor C se dirigirá a atender la llamada de su zona al 7o. nivel de ahí partirá al segundo y una vez atendida su orden, deberá subir al 3er. nivel para cubrir la zona desatendida por el ascensor B.

Si el tráfico va en aumento hasta caer dentro del rango de tráfico medio, ya no será posible aparcarse los ascensores. Entonces un sistema de mando eficiente los debe gobernar de forma que la distancia entre ellos se mantenga en lo posible igual; de no ser así, pronto se tendrá al grupo trabajando como uno sólo de mayor capacidad. Esta contingencia se puede evitar independizando uno o varios elevadores.

Algunas situaciones en que se necesite variar el despacho de los ascensores están reflejadas en la figura II.2 Para facilitar su estudio, estas situaciones se han separado por secciones individuales, donde su conjunto no representa ningún caso real.

Mientras que el tiempo de viaje de subir sea igual al de bajar, los ascensores se deberán desplazar simultáneamente, uno del vestíbulo hacia la planta más alta y el otro de la planta más alta hacia el vestíbulo. Si el número de ascensores fuera impar, el despacho sería alterno.

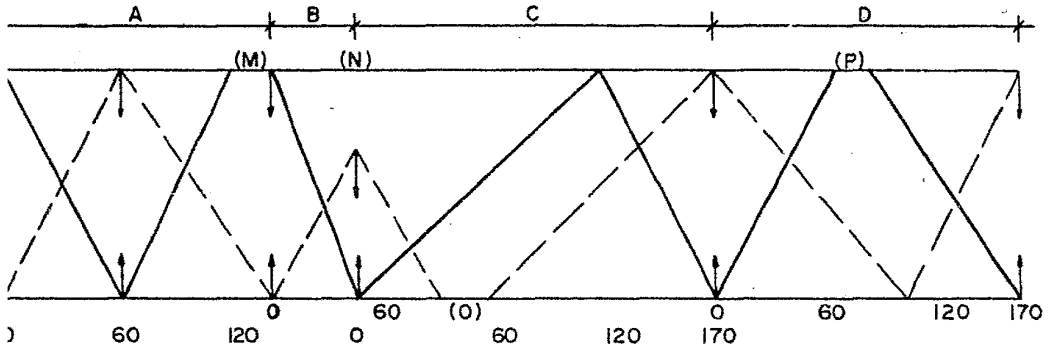


Figura II.2

Obsérvese como un ascensor en la sección "A" queda de tenido en la planta más alta el tiempo suficiente para vol ver a acompañarse con su compañero y como un ascensor en la sección "B" acorta su camino y retorna al vestíbulo sin parar en la última planta (N) a fin de ponerse en fase con su compañero.

La sección "C" refleja una situación de tráfico más intenso en subida que en bajada. Esta situación se corrige adelantando el despacho de los ascensores del vestíbulo (0) con lo que se restablece un intervalo regular. La sección "D" refleja el caso opuesto y se corrige mediante el despacho adelantado de los ascensores de la planta más alta "P".

El sistema supervisor ha de ser capaz de medir la demanda de cada ascensor mediante un sistema de cómputo continuo y despachar los ascensores de acuerdo con la demanda de transporte. Debe más bien anticiparse a los cambios de demanda que reaccionar después. A tal fin debe analizar-- varios factores como los mandatos y la carga de la cabina, las llamadas desde las plantas que el ascensor ha de aten-

der, la distancia entre una cabina y la precedente, la relación entre el tráfico de subida y de bajada además de la situación de todas las cabinas en el conjunto del grupo.

El sistema supervisor debe también decidir si procede cambiar el patrón de servicio, dirigir más ascensores a -- una zona de mayor demanda y reducir o alargar el intervalo. En la actualidad algunos dispositivos electrónicos empiezan a resolver todos estos requisitos.

Para solucionar situaciones de tráfico pesado, pueden desatenderse momentáneamente las llamadas de las plantas - inferiores durante un intervalo preestablecido pero con el conocimiento de que éstas llamadas puede convertirse en urgentes al consumirse el intervalo límite.

En caso de presentarse situaciones abrumadoras de tráfico entre plantas, procede dar servicio a una sola planta donde sean dirigidos todos los usuarios y de ser posible, - eliminar momentáneamente las llamadas de las demás plantas. Es recomendable prever áreas de esparcimiento donde la espera sea más tolerable.

En definitiva el mejor sistema para solucionar tráfico pesado en ambos sentidos, lo representan las escaleras-móviles.

3. TRAFICO DE SALIDA

Situaciones de tráfico pesado de salida pueden ocurrir en cualquier edificio y desde varias plantas. Un --- ejemplo representativo lo constituyen los edificios de oficinas donde los empleados estén sujetos a un horario fijo de trabajo o los hoteles con salas de reunión en la planta superior.

Durante este tipo de tráfico los usuarios pueden, sólo por su número abrumar todo el sistema de transporte si no se toman medidas en contra.

El pico de tráfico de salida puede llegar a exceder hasta en un 50% los picos de cualquier otro tipo de tráfico. A menudo es posible que el incremento de la capacidad de transporte en un grupo de ascensores, se consiga únicamente a base de diseños y mandos adecuados sin que sea ya necesario aumentar el número de ascensores requerido para los otros tipos de tráfico. Esto se debe principalmente a que en el tráfico de salida la capacidad de transporte es más importante que la calidad de servicio, permitiéndose intervalos de hasta 60 seg.

TIEMPO DE TRANSITO Y PARADAS

La intensidad del tráfico de salida no suele ser la mayor preocupación al seleccionar un sistema de transporte para un edificio. Sin embargo, en determinadas ocasiones puede tener importancia primordial.

Los ascensores llevarán el mayor porcentaje de carga de todos los demás tipos de tráfico puesto que los usuarios

querrán disponer cuanto antes de su tiempo libre. Se puede estimar que el porcentaje de ocupación de las cabinas será de un 100% en vez del 80% usual para los demás tipos de tráfico.

El proceso de carga suele ser más rápido. Suponiendo que los usuarios conozcan los dispositivos direccionales y que se coloquen frente al acceso del ascensor cuando éste llega, se puede considerar que un pasajero tarde 0.6 seg. en montar la cabina. Entonces para puertas de 1.06 m. de luz con apertura central adelantada y una velocidad de 2.5 m./s. se obtienen los siguientes valores:

Tiempo de arranque y parada	3.6 seg.
Tiempo de abrir puertas	0.6 "
Tiempo de cerrar puertas	3.3 "
	<hr/>
	7.5 seg.
Tiempo de tránsito	0.6 "
Ineficiencia	15%

La intensidad del tráfico de salida varía con la índole del edificio. Si ésta se desconoce se acostumbra a incrementar en un 40% el porcentaje crítico a transportar de la población del mismo.

PARADAS PROBABLES.

El número de paradas que un ascensor esté obligado a hacer durante el tráfico de salida, depende de los pasajeros que monten en cada planta. Si los usuarios que esperan en una planta son suficientes para llenar una cabina, ésta debe viajar directamente al vestíbulo. Con base a la información sobre la población del edificio, las horas de salida de sus empleados, sus características (categoría de

los empleados) se puede formar un esquema de la demanda de transporte.

De no ser posible determinar las características de la población del edificio, se puede suponer que todas las plantas tendrán la misma demanda. En tales condiciones, - el número de paradas probable será un 75% del correspondiente al tráfico de entrada.

Si la planta más alta tiene la misma población que las demás no procede contar con las ventajas de posibles viajes cortos. Conservadoramente se supone que todos los viajes van a la planta más alta excepto en los casos en que el número de plantas sea muy superior al de pasajeros que caben en la cabina.

EJEMPLO II.6

TRAFICO DE SALIDA.

Para el ejemplo II.5 se desea conocer si el sistema - de ascensores diseñado es capaz de evacuar la población -- del colegio, en 25 minutos, conociendo que tiene 250 personas por planta de la 2 a la 7.

$$\text{CAPACIDAD NECESARIA} = \frac{6 \times 250 \times 5}{25} = 300 \text{ personas}$$

en 5 minutos

$$\text{NUMERO DE PARADAS (6 tráfico de entrada + 1)} = 7$$

$$\text{TIEMPO EN PARADAS } 7 \times 7.5 = 52.5 \text{ seg.}$$

TIEMPO DE TRANSITO:

$$2 \times \frac{19}{0.8} \times 0.6 = 28.5 \text{ "}$$

$$\text{INEFICIENCIA } 0.15 (52.5+28.5) = 12.5 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO DE VIAJE } \frac{7 \times 3 \times 2}{2.5} = \underline{16.8 \text{ "}}$$

$$\text{TIEMPO DE UNA VUELTA} \quad 109.9 \text{ seg.}$$

$$\text{CAPACIDAD EN 5 MINUTOS} = \frac{5 \times 24 \times 300}{110} = 327 > 300$$

$$\text{INTERVALO} = \frac{110}{5} = 22 \text{ seg. excelente.}$$

EJEMPLO II.7.

De un edificio para oficinas con 10 plantas de 3.6 m. cada una y 4 ascensores de 1575 kg. a 2.5 m./seg. se desea conocer el número máximo de personas que se pueden evacuar en 5 minutos, si se conoce que la capacidad de transporte en la entrada es de 160 personas.

Para aumentar la capacidad de transporte procede dividir el edificio en zonas:

ZONA INFERIOR - NIVELES 2, 3, 4, 5 y 6

ZONA SUPERIOR - NIVELES 7, 8, 9 y 10

ZONA SUPERIOR:

NUMERO DE PARADAS (4 + 1); $5 \times 0.75 = 4$

+ paradas en vestíbulo

TIEMPO EN PARADAS 4×7.5 30 seg.

TIEMPO DE TRANSITO

$\frac{2 \times 19 \times 0.6}{0.8} \times 6$ = 28.5 "

INEFICIENCIA 0.15 (30+28.5) = 8.8 "

TIEMPO DE VIAJE $\frac{10 \times 3.6 \times 2}{2.5}$ = 40.8 "

TIEMPO DE UNA VUELTA 108.1 seg.

CAPACIDAD EN 5 MINUTOS = $\frac{24 \times 300}{108}$ = 67 personas

INTERVALO = $\frac{67}{2}$ = 33 seg.

CAPACIDAD DEL GRUPO 72 + 88 = 160 personas

INTERVALO MEDIO = $\frac{50 + 41}{2}$ = 45 seg.

ZONA INFERIOR:

NUMERO DE PARADAS (5+1 para tráfico de entrada) ;
 $0.75 \times 6 = 4$

TIEMPO EN PARADAS $4 \times 7.5 = 30.0$ seg.

TIEMPO DE TRANSITO

$2 \times \frac{19}{0.8} \times 0.6 = 28.5$ "

INEFICIENCIA 0.15 (30+28.5) = 8.8 "

TIEMPO DE VIAJE $\frac{5 \times 3.6 \times 2}{2.5} = \underline{14.4}$ "

TIEMPO DE UNA VUELTA 81.7 seg.

CAPACIDAD EN 5 MINUTOS = $\frac{24 \times 300}{81.7} = 88$ personas

INTERVALO = $\frac{88}{2} = 41$ seg.

CAPACIDAD DEL GRUPO $67 + 88 = 155$ personas

INTERVALO MEDIO = $\frac{33 + 41}{2} = 37$ seg.

El intervalo es muy chico, para aumentar la capacidad de transporte, se deberá dividir el edificio en cuatro zonas, revisando que el intervalo no rebase los 60 seg.

ZONA 1 - PLANTAS 2, 3, 4 ZONA 3 - PLANTAS 7, 8
 ZONA 2 - PLANTAS 5 y 6 ZONA 4 - PLANTAS 9, 10

SISTEMAS DE MANDO

La forma de gobernar los ascensores descrita en el último ejemplo requiere de un patrón de mando especial que adjudique una zona del edificio a cada ascensor cuando salga del vestíbulo.

Un sistema supervisor refinado requiere de mandos que repartan el servicio por igual a todas las plantas espaciando los ascensores en intervalos regulares. Si el tiempo de espera de una zona o planta del edificio pasa de un valor determinado, es imprescindible que el sistema de mando canalice un ascensor a dicha zona. Para atender llamadas de subida, se deben destinar los ascensores que abarquien la zona superior del edificio.

En casos de tráfico pesado donde los ascensores se rellenen al 100% en una planta, procede implantar el "servicio selectivo". Este funciona de la siguiente manera: después de descargar en el vestíbulo, los ascensores se dirigen directamente a las plantas en que los pasajeros lleven esperando más allá del tiempo límite y vuelven cargados al vestíbulo con lo que el número de paradas se reduce a dos.

Si el tráfico de salida llegara a intensidades abrumadoras, procede suspender temporalmente el servicio a sótanos y/o plantas de bajo tránsito, incluso de ser posible se podría suspender momentáneamente el servicio de subida.

Finalmente donde se espere que los usuarios sean indisciplinados o que no estén familiarizados con los señalamientos y se tengan malas distribuciones de ascensores o vestíbulos se puede aumentar la ineficiencia en un 20'6.-- 30% de los tiempos de tránsito normales.

En este inciso se estudiarán las escaleras y aceras móviles y posteriormente, se verán las aplicaciones de los diversos sistemas de transporte según el tipo de edificio.

Como ya se ha venido mencionando anteriormente, en cuanto a transportación vertical se refiere, las escaleras móviles representan el sistema más eficiente para situaciones de tráfico pesado que se presente en forma continua.

Por tener características semejantes, se analizarán-- junto con las aceras móviles sólo que éstas tienen por objeto solventar el tráfico pesado y continuo en el sentido horizontal. Tanto en México como en otros países, las aceras móviles no han tenido gran aceptación debido principalmente a que las distribuciones arquitectónicas raramente, obligan a los usuarios a dar caminatas fastidiosas.

La rampa móvil presenta graves inconvenientes porque su inclinación no puede ser superior a 15 grados, lo que repercute en longitudes mucho mayores de las que necesita una escalera móvil con 35 grados de inclinación máxima. El uso de rampas móviles es muy reducido porque sólo se hace indispensable en casos de tener aglomeraciones continuas-- de personas que no puedan montar en una escalera. Aun en hospitales, estos casos son poco frecuentes y una rampa de concreto suele ser suficiente.

Dependiendo de su importancia, los sistemas de transporte antes mencionados pueden jerarquizarse de forma decreciente en: escaleras móviles, aceras móviles y rampas móviles. Con esta misma importancia se enfocará su estudio y aunque se destaque las escaleras, las reglas y suge-

rencias indicadas son también aplicables a aceras y rampas móviles.

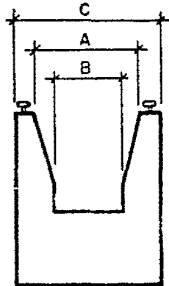
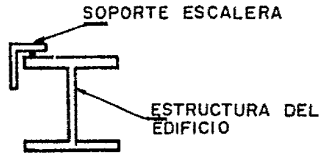
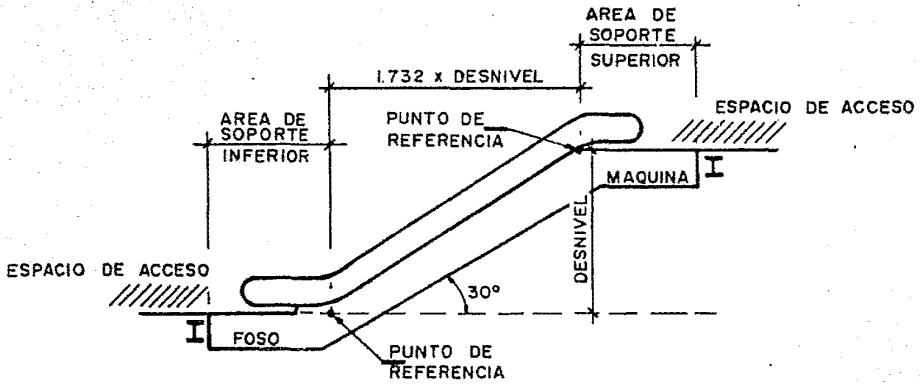
Una escalera móvil puede transportar usuarios a una área mucho más aprisa de lo que aquellos tardan en subir-- por una escalera de a pie o avanzar por un pasillo para -- abandonar un área. Además con los actuales refinamientos de seguridad, las escaleras móviles son más seguras que -- las escaleras de concreto.

Las escaleras y aceras móviles son un medio de transporte que se mueve continuamente en la misma dirección, -- por lo que tienen una gran capacidad de transportación. Es ta característica hace evidente la necesidad de prever ves tículos de suficiente amplitud para no causar aglomeraciones a los usuarios.

Una mayor versatilidad de estos sistemas de transportación, se logra haciéndolos reversibles a fin de que su capacidad de transporte se pueda usar en ambas direcciones cuando así se requiera.

Las cabezas y pisaderas de las escaleras y aceras han de ser largas con el fin de permitir a los usuarios asir -- los pasamanos y acostumbrarse a la velocidad de los escalones o placas antes de montar. Por lo menos un escalón debe quedar horizontal.

En la figura II.3. se muestran los anchos y requisitos de espacio para escaleras y aceras móviles.



1.22m.	0.82 m.
A= 1.22 m.	A= 0.82m.
B= 1.02 m.	B= 0.61m.
C= 1.72 m.	C= 1.32m.

Figura II.3. Requisitos de espacio de escaleras.

Amplios grupos de personas en movimiento simultáneo - se presentan en terminales de transporte, estaciones de metro, colegios, exposiciones y entre algunas plantas de -- edificios comerciales e institucionales. Cuando una masa- de gente va andando, la velocidad representativa es la del peatón más lento. El pico de tráfico se sigue consideran- do dentro de un intervalo de 5 minutos.

APLICACION DE ESCALERAS Y ANDENES MOVILES

La aplicación correcta de escaleras y andenes implica el conocimiento de la demanda de transporte futura. El conocimiento del número de personas que necesitarán transpor- tación, depende de varias circunstancias marginales. Por- ejemplo en un almacén hace falta calibrar la disponibili- -- dad de aparcamiento, la posibilidad de afluencia masiva, - la naturaleza del negocio y su nivel de precios.

Como en los ascensores, el emplazamiento de escaleras y andenes es de importancia principal. Para lograr su óp- timo rendimiento será necesario ubicarlos en áreas amplias y visibles dcnde confluyan gran número de usuarios. Si el área de acceso está limitada el número de usuarios será -- muy inferior al supuesto.

ESCALERAS CONTRA ASCENSORES

En cuanto a funcionalidad las escaleras móviles tienen varias ventajas sobre los ascensores. El efecto que provo- can los tiempos de espera y recorrido en los usuarios es - más tolerable porque sus muchos escalones garantizan un -- tiempo de espera mínimo (normalmente nulo, porque están en movimiento continuo) de forma que un usuario casi siempre- tiene acceso inmediato.

El tamaño de los escalones sólo permite llevar una o dos personas en él, de manera que si más pasajeros quieren usar la escalera, tienen que esperar. Sin embargo este pequeño tiempo de espera no es molesto puesto que los pasajeros siempre podrán ver que la escalera está en marcha y -- comprender el tiempo que habrán de esperar. En ascensores sucede lo contrario porque un presunto pasajero no puede ver que los ascensores están en servicio, lo que contribuye a impacientarlo.

Cuando una persona monta en una escalera móvil, sabe que llegará a la próxima planta en un tiempo relativamente corto porque puede ver el término de su viaje. Un pasajero de un ascensor a menudo no sabe cuanto tiempo estará -- viajando en la cabina. Si el ascensor tiene que atender -- varias plantas, es posible que permanezca en ella un tiempo considerable.

La instalación de escaleras móviles de un vestíbulo -- hacia una planta puede hacer de ésta un vestíbulo tan atractivo como el primero con el consecuente aumento de rentas y valor del inmueble.

La presencia de tráfico en ascenso y descenso, implica la instalación de dos escaleras a diferencia de los ascensores pero bajo condiciones de tráfico abrumadoras un -- dispositivo adecuado puede invertir el sentido de marcha -- de una de ellas con lo que se duplica la capacidad de ---- transporte del sistema.

Una de las limitaciones de las escaleras, consiste en el tiempo considerable que un usuario ha de invertir en un viaje hacia las plantas superiores de un edificio. Para -- una altura media entre plantas de 3.6 m. y una velocidad-- de 0.6 m./seg. un viaje de una planta a otra consume 22 --

seg. incluido el tiempo para dar la vuelta y montar en la siguiente escalera. Para el usuario de una escalera, es aceptado que tres minutos es un intervalo aceptable adu---ciendo que durante su viaje la espera es más tolerable que en los ascensores porque puede distraer su atención en el paso por las plantas. Entonces el máximo de plantas a ser vir en un edificio se limita a ocho.

Si un edificio es largo y estrecho, han de preverse dos grupos de escaleras situadas de forma que la distancia máxima que tengan que andar los usuarios no rebase los 70-m. Esta última consideración puede cambiar por completo - el aspecto de un proyecto en favor del empleo de ascenso--res.

CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Las escaleras y andenes móviles se calibran por dos - medidas, su ancho a la altura de la cadera y su velocidad- en metros por segundo. Las velocidades corrientes son de- 0.45 m./seg. ó 0.6 m./seg. medidas a lo largo de la incli- nación.

En edificios donde las mayores intensidades de tráfi- co sean esporádicas o durante ciertos días y épocas del -- año, es conveniente instalar escaleras o andenes con moto- res de dos velocidades; entonces se les hace funcionar a - 0.6 m./seg. durante las horas de tráfico intenso y a 0.45- m./seg. el resto del día. Por requerimientos de seguridad estas velocidades han de reducirse en un 12% para casos en que por limitaciones de espacio, no sea posible instalar - los extremos de la rampa horizontales.

Velocidades, inclinaciones y anchos de andenes y esca- leras comerciales estan resumidos en las tablas II.7, II.8, y II.9.

TABLA II.7

CAPACIDAD DE ESCALERAS MOVILES (30° DE INCLINACION) EN PERSONAS TRANSPORTADAS

ANCHO	VELOCIDAD	CAPACIDAD MAXIMA EN		CAPACIDAD NOMINAL EN	
		5 min.	1 hr.	5 min.	1 hr.
0.82 m.	0.45 m./seg.	425	5000	319	3750
	0.60 m./seg.	566	6700	425	5025
1.22 m.	0.45 m./seg.	680	8000	510	6000
	0.60 m./seg.	891	10700	668	8025

TABLA II.8

VELOCIDAD DE ACERAS Y RAMPAS MOVILES (PARA ANCHO NOMINAL DE 1.02 M. A LA ALTURA DE CADERA)

INCLINACION	VELOCIDAD MAXIMA	
	CON EXTREMOS HORIZONTALES	SIN EXTREMOS HORIZONTALES
0° - 3°	0.9 m./s.	0.9 m./s.
3° - 5°	0.9 m./s.	0.8 m./s.
5° - 8°	0.9 m./s.	0.7 m./s.
8° -12°	0.7 m./s.	0.65m./s.
12° -15°	0.7 m./s.	0.62m./s.

TABLA II.9

CAPACIDAD DE ACERAS Y RAMPAS MOVILES, ANCHO NOMINAL 1.02 m.

INCLINACION	VELOCIDAD	CAPACIDAD MAXIMA EN		CAPACIDAD NOMINAL EN	
		5 min.	1 hr.	5 min.	1 hr.
0°	0.9	1200	14 400	900	10 000
5°	0.7	932	11 180	700	8 400
10°	0.65	867	10 400	650	7 800
15°	0.62	833	10 000	625	7 500

Los anchos nominales de escaleras son de 0.82 m. y - 1.22 m. el primero es suficiente para dar cabida a un adulto y un niño en el mismo escalón y el segundo para dos --- adultos.

Una estimación razonable de la capacidad efectiva varía entre un 65 hasta un 85% de la teórica. En la tabla - II.7 se ha considerado un valor medio de 75%.

EJEMPLO II.8.

Un edificio de 6 plantas con 480 personas por planta tiene un ritmo de llegada de 25% de su población y se prevee tener entre empleados, visitas y clientes un intercambio de 1 000 personas por planta y hora. Se necesita diseñar el sistema de transportación si además, el edificio debe tener capacidad para evacuar su población en 35 minutos.

Se supone que todas las plantas tienen la misma atracción.

a) TRAFICO DE ENTRADA

Planta	Personas a transportar	Capacidad escaleras	Ancho	Velocidad	Planta
6	0.25x480=120	319/5 min.	0.82	0.45 m./s.	5 - 6
5	240	319/5 min.	0.82	0.45 m./s.	4 - 5
4	360	425/5 min.	0.82	0.60 m./s.	3 - 4
3	480	510/5 min.	1.22	0.45 m./s.	2 - 3
2	600	668/5 min.	1.22	0.60 m./s.	1 - 2

b) TRAFICO ENTRE PLANTAS

TOTAL SUBIDA Y BAJADA = 2 000 PERSONAS POR PLANTA Y HORA

Planta	Demanda		Capacidad	Ancho	Velocidad
	p/escalera	p/hora			
6	1 000	1 000	3 750 p/hr.	0.82	0.45 m./s.
5	2 000	2 000	3 750 "	0.82	0.45 m./s.
4	3 000	3 000	3 750 "	0.82	0.45 m./s.
3	4 000	4 000	5 025 "	0.82	0.60 m./s.
2	5 000	5 000	6 000 "	1.22	0.45 m./s.
1					

c) TRAFICO DE SALIDA

De las capacidades y velocidades requeridas para el tráfico de entrada y entre plantas, se toman los valores--mayores y se revisa que el tiempo necesario para evacuar - el edificio sea menor de 35 minutos.

Equipo necesario para tráfico de entrada y entre plantas:

PLANTA	ANCHO	VELOCIDAD	CAPACIDAD
6 - 5	0.82 m.	0.45 m./s.	319 / 5 min.
5 - 4	0.82 m.	0.45 m./s.	319 / 5 min.
4 - 3	0.82 m.	0.60 m./s.	425 / 5 min.
3 - 2	1.22 m.	0.45 m./s.	510 / 5 min.
2 - 1	1.22 m.	0.60 m./s.	668 / 5 min.

Tiempo para salir = tiempo requerido para desalojar - la planta en estudio + tiempo de viaje por planta (22 ---seg.)

480 personas de la sexta planta requieren para salir:

$$\frac{480 \times 5}{319} + 1.8 = 9.3 \text{ min.}$$

Los de la quinta planta requieren

$$\frac{480 \times 5}{319} + 1.46 = 9.0 \text{ min.}$$

Los de la cuarta planta requieren

$$\frac{480 \times 5}{425} + 1.1 = 6.7 \text{ min.}$$

Los de la tercera requieren

$$\frac{480 \times 5}{510} + 0.7 = 5.6 \text{ min.}$$

Los de la segunda requieren

$$\frac{480 \times 5}{668} + 0.3 =$$

4.0 min.

TIEMPO DE EVACUACION = 34.6 min.

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO DE LA TRANSPORTACION

EN EDIFICIOS, SEGUN SU OBJETO

A continuación se estudiarán aisladamente los principales tipos de edificios que según el objeto para el que sean creados se pueden dividir en: comerciales, residenciales e institucionales.

Se analizarán las características más importantes de ocupación y transporte, requeridas para normar el criterio del sujeto selector de sistemas de transporte en edificios.

1. EDIFICIOS COMERCIALES

Se deberá entender por edificios comerciales, aquellos en los que se usa o alquila espacio para propósitos comerciales. Dentro de esta definición entran toda clase de edificios de negocios, de oficinas, almacenes de venta, edificios industriales, edificios para estacionamiento, etc.

Los negociantes para poder estar en contacto entre sí la mayor parte del día, tienden a ocupar las mismas horas de labores, por lo que se provocan periodos de tráfico bien definidos o picos. Razones similares provocan situaciones de tráfico pesado de varias horas de duración en almacenes de venta y edificios industriales.

OCUPACION Y TRAFICO VERTICAL

El primer paso para lograr definir un sistema de transportación, es conocer la población del futuro edifi--

cio. Cuando un edificio está en proyecto, pocas veces se conoce quien va a ocupar cada planta, así que los ocupantes han de estimarse con base en el inquilino que se espere.

Según su población los edificios para oficinas pueden subdividirse en:

a). De inquilinos diversificados. Como su nombre lo indica, son edificios que acomodan a un gran número de inquilinos dedicados a diferentes tipos de negocios. Estos edificios requieren de mayores áreas públicas por planta para que cada inquilino, reciba cómodamente a su clientela. Para que un edificio caiga dentro de este tipo, es necesario que ningún inquilino ocupe más de una planta y menos del 25% de su población trabaje en la misma clase de negocio. Por observaciones hechas en miles de edificios de este tipo, se puede estimar en el área útil una población de 11 a 14 m.² por persona (Área útil = Área total menos huecos, vestíbulos de ascensores, portería, columnas, pasillos principales y espacios de tránsito general).

Este tipo de ocupantes crea diferentes tipos de tráfico vertical porque sus horas laborales aunque son similares no son idénticas.

b). De inquilino diversificado de índole común. Dentro de este tipo entran los edificios donde sus ocupantes trabajan en el mismo ramo. La competencia entre ellos les obliga a entrar al trabajo a la misma hora y tener los demás horarios similares. Así pues los inquilinos pueden ser muy diversificados pero tener los mismos horarios y crear situaciones de tráfico semejantes a las de un edificio ocupado por una sola compañía. Su área útil puede estimarse entre 10 y 12.5 m.² por persona.

c) De ocupante único. Son edificios que están ocupados por una sola sociedad. Es muy frecuente que los empleados de éstos edificios tengan que sujetarse a horarios rígidos de trabajo lo que provoca situaciones de tráfico muy intenso. El área útil a estimar en estos edificios es de 9 a 11.5 m². por persona.

En la tabla III.1 se dan las áreas útiles de edificios comunes.

TABLA III.1.

AREA UTIL REQUERIDA POR PERSONA EN EDIFICIOS COMERCIALES

DIVERSIFICADO	11-14 m ² por persona
DIVERSIFICADO DE INDOLE COMUN	10-12.5 m ² por persona
OCUPANTE UNICO	9-11.5 m ² por persona

En general si existen eficientes medios de transporte horizontal, el pico de entrada será siempre el periodo de tráfico crítico.

En los casos en que se espere un ritmo de entrada más bien lento, puede resultar crítico el período de comida -- con su tráfico en ambos sentidos. La hora de salida es -- otro período de tráfico muy intenso pero como los ascensores realizan un número de paradas mucho menor que en los -- otros tipos de tráfico y las cabinas viajan al 100% de su capacidad, el rendimiento de los ascensores es muy elevado.

Los porcentajes de la población que ha de transportar se en un periodo de 5 minutos para varios tipos de ocupación se indican en la tabla III.2.

TABLA III.2.

PORCENTAJE DE LA POBLACION A TRANSPORTAR EN DISTINTOS EDIFICIOS COMERCIALES

	Pico de entrada	Pico de la hora de comida
OFICINAS DIVERSIFICADAS	11 - 12.5 %	10 - 12 %
DIVERSIFICADAS DE INDOLE COMUN	12.5 - 15 %	12 - 15 %
DE OCUPANTE UNICO	15 - 20 % *	15 - 20 %
EDIFICIOS PROFESIONALES	PICO DE TRAFICO EN AMBOS SENTIDOS, - CON 1-2 CLIENTES POR PROFESIONISTA - EN 15 MIN.	
ESTACIONAMIENTOS QUE PUEDEN LLENARSE O VACIARSE EN 1 hr.	CON RESERVA DE PLAZA	10 - 15 % TRAFICO EN UN SENTIDO
	ESTACIONAMIENTO PUBLICO	10 - 15 % TRAFICO EN AMBOS SENTIDOS
ALMACENES	INTERCAMBIO DE LA POBLACION EN 1 HR. CON TRAFICO EN AMBOS SENTIDOS	

* Algunas compañías dan gratificación por llegada puntual. En tal caso el pico de entrada puede llegar a un 25%.

Los equipos de transportación deben tener capacidad suficiente para solventar los requisitos cuantitativos indicados en la tabla III.3.

Los usuarios por su parte esperan una buena calidad de servicio de transportación expresada ésta en términos de frecuencia y velocidad de servicio.

Los tiempos tolerables de espera que rigen la frecuencia de servicio varían dependiendo del ambiente y edificio en que se desenvuelve el usuario. En la tabla III.3. se muestran los intervalos recomendables para diferentes ti--

pos de edificios. Se puede observar que en ambientes de trabajo y ajetreados los usuarios se impacientan más fácilmente que en lugares de poco movimiento.

TABLA III.3.

INTERVALOS RECOMENDABLES

<u>EDIFICIOS DE OFICINAS</u>	<u>PICO DE ENTRADA</u>	<u>TRAFICO EN AMBOS SENTIDOS</u>
De prestigio	25 - 30 s.	30 - 40 s.
De inversión	25 - 35 s.	30 - 50 s.
Profesionales	-	30 - 50 s.
Estacionamiento	40 - 50 s.	40 - 60 s.
Almacenes	-	30 - 50 s.
Industriales	25 - 30 s.	30 - 40 s.

PLANTA DE ENLACE

La necesidad de crear plantas de enlace, surge siempre que se combinen ascensores directos con locales y si se estima que un inquilino ocupe varias plantas, parte de ellas servidas por un grupo de ascensores y parte por otro. Estas formas de agrupamiento obligan a los usuarios a pasar por el vestíbulo cada vez que tengan que ir a una planta del otro grupo y posteriormente los obliga a volver nuevamente por el vestíbulo en su regreso.

Para evitar esto se recomienda preveer para los dos grupos una planta de enlace.

La planta de enlace trae privilegios de servicio a sus inquilinos, porque durante la mañana tomarían ascensores de la zona superior con el fin de subir en viaje directo y por la tarde, para bajar tomarían los de la zona inferior que llegan vacíos y directamente a su planta. Este privilegio se puede evitar haciendo que los ascensores de la zona superior paren en la planta de enlace solamente a

llamadas de subir y mandatos durante la bajada.

ASCENSORES DE SERVICIO

Aunque inquilinos y visitantes ven con mucho más frecuencia los elevadores de pasajeros, el ascensor de servicio es muchas veces indispensable para completar un buen servicio general.

Los objetos más transportados en un edificio de oficinas son principalmente correo, materiales de oficina, bebidas, carritos de comida, paneles para improvisar paredes y toda clase de materiales de albañilería.

En muchos edificios de oficinas, el volumen medio de materiales a transportar puede llegar a 70 hasta 90 Kg. -- por empleado a la semana. Un edificio de 2000 a 2500 empleados requiere el movimiento de entrada y salida de 250-ton. de materiales por semana. Si se instalara un montacarga de 1800 Kg. de capacidad que hiciera un viaje de ida y vuelta cada 10 minutos con una carga media de 900 Kg. necesitaría toda una semana para transportar las 250 ton.

En edificios pequeños la necesidad de un montacargas no es apremiante y es posible destinar uno de los ascensores durante los períodos de tráfico ligero.

Averías o movimientos esporádicos de equipos ubicados en las plantas superiores de los edificios, pueden hacer necesario transportar cargas de considerable magnitud, por lo que se debe prever que un montacargas o en su defecto un ascensor estén acondicionados para el manejo de "sobrecarga". Esta instalación se realiza mediante la fijación de contrapesos adicionales aplicados en el momento con lo que es posible aumentar la capacidad de la instalación en un 33%.

Para poder transportar objetos voluminosos, se deben prever puertas de apertura telescópica de dos hojas.

Con objeto de normar el criterio de la persona encargada de seleccionar un sistema específico de transportación se tratarán a continuación las características principales de los diferentes tipos de edificios comerciales y se darán recomendaciones generales para solucionar sus requerimientos de transportación. Características adicionales de equipos como dimensiones mínimas de cubos y fosas, áreas y separaciones de vestíbulos, etc. no son objeto de este estudio pero se pueden obtener de catálogos de fabricantes e ingenieros especializados cuyo asesoramiento siempre es útil y recomendable.

EDIFICIOS DE ESTACIONAMIENTO

La mayoría de los edificios comerciales que se construyen en la actualidad, disponen de sus propios aparcamientos; además en las zonas céntricas de las grandes ciudades es frecuente ver edificios para uso exclusivo de autos. Es por tanto indispensable conocer su funcionamiento tanto aisladamente como en conjunto con el resto del edificio.

El cálculo de los ascensores requiere conocer la naturaleza de los estacionamientos. Estos pueden ser para "usuario de abono" que se estaciona por la mañana y sale durante la tarde y/o para "usuario de tránsito" que continuamente está entrando y saliendo lo que implica tener tráfico en ambos sentidos.

La demanda de transporte varía según los tipos de tráfico mencionados y está en función del número de pasajeros por auto. En estacionamientos de abono se puede calcular-

un promedio de 1.4 personas por auto. Los estacionamientos para edificios de oficina son una variante del anterior y se calculan con 1.2 personas por coche. Los estacionamientos de tránsito suelen ser céntricos o cercanos a almacenes y se considera un promedio de 3.5 personas por automóvil debido a que la persona que va de compras no suele ir sola.

En estacionamientos subterráneos de escasa ventilación, los humos de la gasolina que son más pesados que el aire, bajan fácilmente por el hueco del elevador y se acumulan en la fosa, lo que hace indispensable la instalación de extractores y el aislamiento de los accesos.

EDIFICIOS PROFESIONALES

Dentro de este tipo de edificios, se consideran los ocupados por profesionistas y practicantes de diversas ramas técnicas.

Ya sea que su ubicación sea céntrica o suburbana estos edificios están sujetos a tráfico intenso entre plantas.

La entrada de los empleados por la mañana y salida en las tardes que domina los patrones de tráfico en otros edificios de oficinas, tiene relativamente menor importancia en los edificios profesionales.

En el transcurso del día la mayor parte del tráfico vertical no es provocado por los ocupantes, sino por visitas, pacientes y clientes que van acompañados por familiares y amigos.

Con objeto del cálculo de tráfico entre plantas se pueden considerar ocho personas en ascenso y ocho en des--

censo por cada oficina del edificio y por cada hora laborable.

En edificios profesionales no es recomendable la instalación de escaleras móviles por el estado de salud que pudieran guardar las visitas y pacientes.

CENTROS COMERCIALES Y ALMACENES

Ya sea que se localicen en el centro o en la periferia de una ciudad, estos edificios atraen a miles de compradores y visitas de los centros populosos de las ciudades. Su éxito depende en gran parte de las facilidades de circulación que tenga la gran mayoría de sus clientes.

Estos comercios tienen características de tráfico pesado en ambos sentidos por lo que las escaleras móviles representan su mejor medio de transportación vertical.

A mayor número de personas que llegan en el transcurso de un día a todos los niveles y áreas de ventas, vean la mercancía y se desplacen, mayores serán sus ventas. Por tanto los medios de transporte deben invitar a los clientes a pasar a los diversos niveles de los edificios sin que esto les cause ningún esfuerzo. Para ello, es necesario evitar tiempos de espera y aglomeraciones molestas.

El gran número de personas que se trasladan de una manera continua entre las plantas de estos comercios, los encuadran dentro de las características de tráfico pesado en ambos sentidos y como ya se había visto las escaleras móviles representan el mejor medio de transporte para solventar dicho tráfico.

Normalmente se calcula que el área de venta está ocu-

pada a razón de 1 m². por persona, en locales de precios - bajos y de 3.7 a 4.6 m². o más por persona en estableci- mientos más exclusivos.

El tiempo que un comprador serio invierte en la búsqueda de un artículo concreto, se estima en una hora y es el mismo a considerar para un intercambio completo de clientes.

En estos edificios escaleras y ascensores se complementan.

La instalación de elevadores se hace necesaria tanto para transportar personas que tienen su tiempo limitado o clientes decididos que conocen de antemano la ubicación del producto que buscan como para transportar personas inválidas y empleados.

Las escaleras deben preverse para transportar el 90% de los usuarios quedando el 10% restante para los ascensores. Estos además deben ser capaces de transportar un 15% de los empleados del almacén durante las horas de trabajo, sea para llevarlos a comer o durante los puntos de relevo.

Si las oficinas del almacén como departamentos de crédito están en o por encima de las plantas de venta, su población necesita un servicio similar al de un edificio de ocupante único.

EDIFICIOS PARA TRANSPORTE

En edificios para estaciones de tráfico como aeropuertos, terminales de autobuses y trenes, la gente se mueve en grupos y considerables distancias horizontales. El uso de escaleras y aceras móviles es justificable además de un servicio de ascensores suplementario.

Las escaleras se colocan usualmente para tráfico en -- ambos sentidos y en caso de presentarse un tráfico poco -- usual, se puede invertir el sentido de marcha de una para -- duplicar la capacidad de transporte.

Para confort de los usuarios y prestigio del inmueble es recomendable la instalación de aceras móviles en edificios como éstos, donde grupos elevados de personas tienen que trasladarse continuamente entre dos zonas distantes -- del edificio. Si los usuarios tienen además que cargar -- sus equipajes durante su traslado la instalación de las -- aceras se vuelve justificable.

Situaciones de tráfico como las anteriores se presentan también en estadios y museos.

EJEMPLO III.1.

EDIFICIO COMERCIAL

Un edificio de oficinas con objeto de inversión, está localizado en una área suburbana. Cuenta con 11 plantas de $1\ 300\ m^2$ cada una y una altura de entrepiso de 3.4-m. Bajo el vestíbulo tendrá un estacionamiento público -- con 2.40 m. de altura para 150 autos por sótano.

PRIMER TANTEO: Ascensores de vaivén en los sótanos.

A). Servicio Principal:

AREA UTIL; $1300 \times 0.85 = 1105\ m^2$

POBLACION: $1105 \div 11 = 101 \times 10$ plantas = 1010 personas.

TRAFICO DE ENTRADA: $1010 \times 0.13 = 131$ personas

Asumido; ascensores de 1125 kg. a 2.5 m./seg. en 10 - plantas superiores.

NUMERO DE PARADAS PROBABLE (13 pasajeros, 16 plantas)
= 8

TIEMPO EN PARADAS $8 \times 9.3 = 74.4$ seg.

TIEMPO EN VESTIBULO = 20 "

TIEMPO EN VIAJE $\frac{10 \times 3.4 \times 2}{2.5} = \underline{27.2}$ "

TIEMPO DE UNA VUELTA 121.6 seg.

CAPACIDAD EN 5 MINUTOS $\frac{13 \times 300}{121.6} = 32$ pasajeros

NUMERO DE ASCENSORES $\frac{131}{32} = 4$ ascensores

PORCENTAJE EN 5 MINUTOS $\frac{32 \times 4 \times 100}{1010} = 12.7\%$

$$\text{INTERVALO} = \frac{121.6}{4} = 30 \text{ seg.} < 35$$

B) Servicio a sótanos

Estacionamiento de abono: Es de esperar que el 30% de la población del edificio reserve lugar en el estacionamiento.

DEMANDA DE TRANSPORTE:

- a). Estacionamiento de abono (Inquilinos y empleados) $1010 \times 0.3 = 303$ personas ó

$$\frac{303}{1.4} = 216 \text{ autos}$$

TRAFICO DE ENTRADA: $303 \times 0.13 = 39$ personas

- b). Estacionamiento de tránsito (clientes y público $150 \times 2 = 300 - 216 = 84$ lugares restantes.
 $84 \times 1.4 = 118$ personas

TRAFICO EN AMBOS SENTIDOS; INTERCAMBIO DE LUGARES EN 1 hr.

$$\frac{118 \times 2}{12} = 20 \text{ personas en 5 minutos}$$

(Todas subir y todas bajar)

DEMANDA DE TRANSPORTE = $a + b = 39 + 20 = 59$ personas en 5 minutos.

Asumido: Ascensores de 900 kg. a 1 m./seg.

Número de paradas (10 pasajeros, 2 plantas) = 2

$$\text{TIEMPO EN PARADAS } 2 (8.7 + 0.8) = 19 \text{ seg.}$$

$$\text{TIEMPO EN VESTIBULO } 16 + 0.8 = 16.8 \text{ "}$$

$$\text{TIEMPO DE VIAJE } \frac{2 \times 2.4 \times 2}{1} = \underline{9.6 \text{ "}}$$

$$\text{TIEMPO DE UNA VUELTA} = 45.4 \text{ seg.}$$

$$\text{CAPACIDAD EN 5 MINUTOS} = \frac{10 \times 300}{45.4} = 66 \text{ pasajeros}$$

$$\text{NUMERO DE ASCENSORES} = \frac{59}{66} = 0.9 \doteq 1$$

$$\text{INTERVALO} = 45 \text{ seg.}$$

2. EDIFICIOS RESIDENCIALES

Dentro de este tipo se consideran todos los edificios en que vivan personas. Tales edificios incluyen hoteles, moteles, condominios, residencias colegiales, etc.

El tráfico de ascensores en esta clase de edificios es normalmente menos intenso que en edificios comerciales e institucionales.

OCUPACION Y TRAFICO VERTICAL

En los edificios residenciales a diferencia de los comerciales, la determinación de la población es más sencilla porque se tiene la posibilidad de contar el número de camas previsto. Esta sería la forma de determinar la población de hoteles y moteles.

En caso de desconocer la disposición y el uso de una planta residencial, se pueden suponer una área útil de 19 m^2 por persona y en proyectos de viviendas de interés social se puede tomar 10.2 m^2 por persona.

En edificios de apartamentos de barrio o suburbanos el pico de tráfico tiende a presentarse en las tardes, cuando sus inquilinos vuelven de sus compras y diversas actividades.

En condominios y hoteles céntricos, suele haber un considerable pico de bajada al final y al comienzo de un día laborable ocasionado principalmente por niños y hombres de negocio.

En hoteles de recreo la última hora de la tarde suele ser la crítica, porque coinciden los cambios de clientes con las terminaciones de reuniones y los ascensos y descensos a restaurantes.

Todas las situaciones de tráfico mencionadas para los diversos edificios residenciales cumplen con características de tráfico intenso en ambos sentidos.

El porcentaje de la población total que los edificios deben transportar así como sus intervalos varían según el tipo de establecimiento. En la mayoría de los edificios residenciales sus habitantes son más tolerantes con sus medios de transporte que en los comerciales y regularmente admiten tiempos de espera mayores. En la tabla III.4. se recomiendan valores de densidades, capacidades e intervalos de edificios residenciales.

TABLA III.4.

EDIFICIOS RESIDENCIALES

TIPO DE EDIFICIO	CAPACIDAD 5 min. RECOMENDABLE	INTERVALO MAXIMO
Hotel 1.5 - 1.9 personas por habitación	10 - 15 %	40 - 60 S.
Motel 1.5 - 1.9 persona por dormitorio	10 - 12 %	40 - 60 S.
Departamentos		
Céntricos 1.5 - 1.9 personas por dormitorio.	5 - 7 %	50 - 70 S.
Suburbanos 1.75 - 2 personas por dormitorio.	6 - 7 %	50 - 70 S.
Residencias escolares 19 m ² . por persona	10 - 15 %	50 - 70 S.

La presencia de instalaciones adicionales como salones restaurantes o albercas en la última planta y diversas distribuciones de áreas públicas, requieren una capacidad de--

transporte adicional que se debe determinar para poder considerar su impacto sobre el servicio de los ascensores.

HOTELES Y MOTELES

Desde el punto de vista de transportación vertical, se considera que un hotel se desarrolla verticalmente y tiene a diferencia del motel, servicios frecuentes de alimentos hacia los cuartos. Se considera también como hotel a los establecimientos que tengan locales para congresos, grandes comedores y salas de reunión.

Con propósitos de planeación de elevadores, los hoteles son considerados dentro de los edificios residenciales porque sus patrones de tráfico se rigen mayormente por individuos y familias en vacaciones que por hombres de negocios.

Los gerentes de hoteles y moteles gustan de que los ascensores paren en todas las plantas, incluso las de estacionamiento lo que redundaría en capacidades grandes de cabinas. De todas formas se hubiera llegado a seleccionar cabinas grandes, debido a la necesidad de acomodar huéspedes con equipajes.

En hoteles y moteles, las áreas públicas localizadas en los niveles superiores provocan las más graves condiciones de tráfico porque interfieren el servicio general de los ascensores. Es imposible solventar la intensidad de tráfico provocada por la terminación de una sesión de congreso, porque se llegaría a un número de elevadores tal, que reduciría sensiblemente el área útil del edificio. En casos como éste y similares es recomendable destinar un grupo de elevadores con servicio exclusivo para esa planta y prever atracciones adicionales para hacer menos pesada-

la espera.

Si la ubicación de las áreas públicas fuera en mezzanines o sótanos una pequeña escalera móvil de servicio independiente entre el vestíbulo y dichas plantas sería suficiente para solucionar su tráfico.

Las áreas públicas o los servicios de limpieza y modificaciones arquitectónicas requieren para su abastecimiento de ascensores de servicio o montacargas. Mediante observaciones físicas, se ha obtenido que un hotel requiere de uno por cada 200 a 300 huéspedes.

Los requisitos de servicio se pueden estimar determinando el tiempo medio para efectuar uno de ellos obteniendo a continuación el número total de servicios a realizar en un período dado. Esto implica el conocimiento del número de comidas capaz de servirse en un tiempo dado, la frecuencia de cambio de mudas en las habitaciones, el número de empleados a transportar por turno, etc.

CONDOMINIOS Y DEPARTAMENTOS

Con objeto del estudio de tráfico vertical, condominios y departamento no tienen diferencias.

En cuanto a transportación vertical, los edificios bajos y altos comparten un número básico de requerimientos de transportación.

- El servicio de elevadores se debe extender a todos los niveles.
- El arreglo de tráfico de saltar paradas ha sido usado en edificios de rentas bajas, como medida económica, pero esto ha sido a costa de pérdidas excesivas de calidad.

Este arreglo obliga a los usuarios a bajar cargando - una planta, niños o bolsas de mandado. Las molestias al bajar una planta a pie para una persona inválida o de edad avanzada son obvias.

La demanda de transporte en edificios de departamentos y condominios se intensifica por las mañanas cuando la salida al trabajo se traslapa con el movimiento de los niños hacia la escuela. Poco antes de medio día, las amas de casa y la servidumbre provocan un pequeño tráfico entre plantas y finalmente el principal pico de tráfico se produce a última hora de la tarde, cuando parte de los inquilinos, vuelven de cenar o reciben visitas y los niños vuelven de sus juegos.

Una regla común, indica que se necesita un elevador - para edificios menores de seis plantas y con 75 departamentos.

La población de estos edificios varía conforme al nivel de rentas. Aunque no es común que departamentos populoso y de interés social cuenten con servicio de ascensores, si estos sobrepasan los cuatro niveles, se debe considerar un promedio de 2.5 personas o más por habitación. Si el alquiler es algo mayor, se consideran 2 personas por dormitorio. En departamentos de renta elevada una estimación de 1.5 personas por recámara es adecuada.

El elevado costo de los terrenos para edificios de departamentos lujosos, así como las elevadas rentas de los departamentos con vista panorámica, han provocado la construcción de altos edificios residenciales. En estos departamentos los ascensores de servicio, son una necesidad. Estadísticas recientes confirman que una de cada doce familias se mudan por año (en condominios este valor es mucho-

menor). Si se admite que una mudanza de entrada y otra de salida absorben un ascensor durante un día, resulta que -- 500 familias en un edificio durante un día de cada nueve - absorben totalmente un ascensor. A esto se ha de agregar el tráfico provocado por servicios de mantenimiento y limpieza.

Por lo anterior, es recomendable instalar un ascensor de servicio por cada 500 familias como mínimo. En edificios de menor ocupación, conviene que uno de los ascensores cuente con paredes desmontables para no dañarlas durante las mudanzas y un mando que lo independice del resto de los ascensores.

De la misma manera que en otros edificios, un estacionamiento en el sótano aumenta los tiempos de vuelta, sólo que en este caso, todos los ascensores deben atender a llamadas del estacionamiento. Esta última regla rige para todas las plantas con áreas públicas.

Los inquilinos de los departamentos invierten tiempos mayores en montar y apearse de las cabinas que los señalados al principio del capítulo II y además sus puertas son usualmente de una hoja con 0.92 m. de luz. Se puede demostrar que el tiempo invertido en paradas es de 13 a 14 segundos dependiendo de los accesorios de las puertas.

El número de paradas probables se estima en una por pasajero y por vuelta.

RESIDENCIAS ESCOLARES

La mayoría de los criterios enunciados para la selección de ascensores en departamentos, son comunes para escuelas y residencias. Una diferencia esencial, consiste en que los alumnos están sujetos a horarios rígidos, por -

lo que se deben prever capacidades del 10 al 15% de la población, dependiendo de la ubicación de las áreas públicas.

Los señalamientos, mandos y accesorios deben ser de materiales resistentes capaces de soportar el maltrato de los alumnos.

Los estudiantes tienden a sobrecargar las cabinas por lo que es recomendable instalar un pesa-carga que accione un dispositivo de alarma tan pronto llegue la carga a un 125% de su capacidad y la ponga fuera de servicio si se alcanza al 150%.

3. EDIFICIOS INSTITUCIONALES

Son aquellos que están diseñados para cumplir una función específica, donde normalmente las personas reciben un servicio particular o un tratamiento.

Los principales tipos de edificios institucionales son: Hospitales, Bibliotecas, Colegios, Tribunales, Museos Estadios y Prisiones.

La cantidad de instalaciones de tipo institucional -- que el Gobierno de México ha tenido que construir para beneficio y seguridad de la sociedad, ha provocado que éstos tengan características económicas comunes.

Con objeto de evitar gastos de instalación y mantenimiento de equipos, el gobierno ha optado por construir predominantemente edificios de desarrollo horizontal menores de cuatro pisos, donde no es necesaria la instalación de equipos de transporte. Edificios gubernamentales como tribunales, bibliotecas y prisiones superiores a cuatro niveles, son excepcionales, por lo que el estudio se enfocará más hacia escuelas de enseñanza y hospitales.

Los edificios institucionales, tienden a ampliarse a menudo para satisfacer la demanda creciente de servicio.

El técnico encargado de la selección del sistema de transporte para estos edificios, debe prever incrementos exagerados de la población, así como considerar la posibilidad de futuras ampliaciones. Si esta posibilidad existe y no es remota, la mejor manera de evaluar el impacto de futuras ampliaciones, consiste en suponer que todo el edi-

ficio se construya hoy y desarrollar una solución integral para los medios de transporte.

POBLACION Y TRAFICO.

La población de un edificio institucional, se determina a menudo por la índole de los servicios prestados.

En hospitales, el personal por cama es el valor más significativo de su población, considerándose en la actualidad 3.1 personas por cama. Este valor incluye además del paciente, personal de enfermería, administrativo, estudiantes y visitas.

En edificios para colegios o universidades, la población depende del grado de utilización de las clases, que los directores especialmente en las escuelas gubernamentales están obligados a elevar. En la actualidad se han logrado ocupaciones de hasta el 80% del tiempo por alumno.

Dependiendo del destino de las diversas áreas del plantel, se conceden diferentes valores de ocupación. En locales destinados a laboratorios, se considera más espacio por estudiante que en el resto del plantel; un promedio de 4.5 m². por estudiante es razonable. En una biblioteca la densidad de ocupación varía de 1.4 m². por persona a 1.9 m².

En la tabla III.5. se muestran capacidades e intervalos recomendables para edificios institucionales.

TABLA III.5.

EDIFICIOS INSTITUCIONALES.

TIPO DE EDIFICIO	CRITERIO DE PO BLACION	CAPACIDAD EN 5 MINUTOS	INTERVALO MAXIMO
Hospital	2.5-3 por cama	10 - 12 %	30 - 50 S
Sanatorio privado	1 - 1.5 "	8 - 10 %	40 - 70 S
Enseñanza		30 - 50 %	Veáse tex to
Colegios	0.9 m ² /estud.	30 - 50 %	Veáse tex to
Laboratorios	4.5 m ² /estud.	20 %	40 - 60 S
Bibliotecas	Depende del nú- mero de asien-- tos	15 %	40 - 60 S

Las características de tráfico, dependen del tipo de establecimiento. En hospitales el tráfico principal es entre plantas con algunos períodos de tráfico considerable - en ambos sentidos a las horas de los dos o tres cambios de turno.

En colegios especialmente durante los períodos de cambio de clase, el tráfico crítico es entre plantas. El tráfico en estadios, teatros y otros centros de diversión, es enteramente de entrada y salida.

Como ya se ha mencionado los estacionamientos y los medios de transporte horizontal masivo, afectan también el tráfico vertical de edificios institucionales. Si varias plantas de estacionamiento fueran requeridas, nuevamente -

los ascensores de vaivén representan la mejor solución. De no ser posible su instalación se deberá aumentar los tiempos de una vuelta en el cálculo de la capacidad de transporte.

La diversidad de usuarios y visitas que concurren a los edificios institucionales al no estar familiarizados con los sistemas de mando y señalamientos requieran que éstos sean claros y bien definidos. Hay que prever señales luminosas de gran tamaño e indicar muy visiblemente el sentido de marcha de los ascensores.

Para el personal del edificio no hacen falta señales tan elaboradas, pero los sistemas de transporte deben situarse de forma que los tiempos que el personal debe invertir en sus continuos desplazamientos, sean mínimos.

HOSPITALES

El tráfico vertical en hospitales puede subdividirse en dos clases: a). "tráfico de personas" que comprende médicos, técnicos, enfermeras, visitantes, estudiantes y pacientes. b). "tráfico de vehículos" que incluye pacientes en camillas o sillas, carritos con ropa o alimentos e instrumentos portátiles. El mejor método para resolver problemas de tráfico en hospitales, consiste en separar éstos dos tipos de tráfico.

La relación entre el número de personas y de vehículos a transportar es aproximadamente de siete a uno.

En hospitales pequeños donde la instalación de cabinas para uso exclusivo de vehículos no sea justificable, se debe optar por cabinas estrechas y profundas para dar cabida a vehículos y pasajeros. Esta configuración de cabinas reduce la rapidez de tránsito de los pasajeros y re-

trasa el servicio.

En hospitales mayores que sólo requieren de un ascensor para vehículos, una de las cabinas para pasajeros debe preverse para transportar tanto vehículos como pasajeros y deberá entrar en servicio en casos de emergencia o siempre que se suspenda temporalmente el servicio de ascensores para vehículos. El elevador de vehículos puede usarse durante períodos de tráfico ligero en el traslado de ropa y otros suministros que no estén condicionados a un tiempo concreto. En la figura III.1. se muestran disposiciones de estos tipos de cabinas.

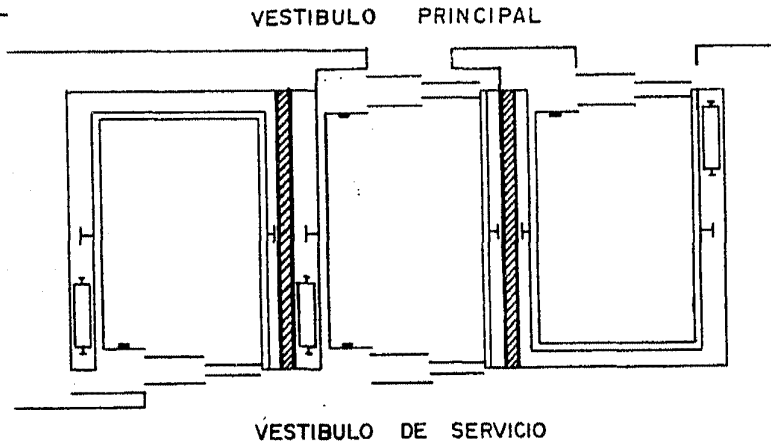


Figura III.1. DISPOSICION DE ASCENSORES EN HOSPITALES PEQUEÑOS.

Estas disposiciones ofrecen la flexibilidad de utilizar las cabinas únicamente desde los accesos frontales o desde los traseros, consiguiendo así una separación completa de los dos tipos de tráfico. Un conmutador manual o automático permite cambiar al mando para servir a los accesos

frontales o traseros. Los tiempos que componen una vuelta conviene consultarlos con los proveedores por la diversidad de tipos de cabinas. Conservadoramente se pueden estimar tres paradas con carga y/o descarga de 15 segundos y -manobra de puertas de 5 segundos.

En hospitales mayores de 15 plantas se impone el servicio por zonas para los ascensores de pasajeros que causarían un tiempo de espera excesivo si tuvieran que servir a todas las plantas. Este arreglo de servicio acarrea el --problema del tráfico entre ambas zonas. Una solución consiste en crear una planta de enlace, como en los edificios de oficinas. Lo ideal sería que los ascensores de la zona superior tuviesen acceso a todas las plantas y sirviesen a las de la zona inferior únicamente en respuesta a llamadas de subida y mandatos de bajada.

El objetivo principal en la transportación de alimentos en un hospital, es la entrega de la comida caliente a los pacientes. El empleo de carritos calentadores elimina este problema. Si además se hace coincidir el intervalo -de servicio de los ascensores con el tiempo necesario para cargar las bandejas de comida, se tendrá la mejor solución para el reparto de alimentos en un hospital.

El minicarga a veces en parejas, uno para artículos--limpios y otro para usados, se puede instalar con ventaja entre las salas de operación y el almacén de instrumentos, entre varias plantas clínicas y el depósito de materiales--farmacéuticos o entre la cocina y las plantas de consumo.

Existen en la actualidad minicargas que se cargan manual o automáticamente. Tales instalaciones alivian el --servicio principal y eliminan al empleado que acompaña a -los carritos durante el viaje.

El pico de transporte de vehículos puede llegar a --- tres hasta cuatro por cien camas en un período de 5 minu-- tos. A fin de conseguir un buen rendimiento hace falta -- programar el transporte de vehículos conforme a la máxima- capacidad de sus ascensores.

Minicarga y otras instalaciones similares para el --- transporte de pequeños suministros pueden reducir la deman- da de transporte de vehículos a cerca de tres por cien ca- mas.

COLEGIOS

Los sistemas de transportación en hospitales, se dise- ñan como ya se mencionó para los tres cambios de turno de- su personal. En aulas de colegios y universidades, los -- cambios de salón realizados por los estudiantes cada hora- representan el pico de demanda para los ascensores o esca- leras móviles.

La demanda de servicio para los edificios destinados- a aulas, depende del turno de clases. Durante el turno -- diurno se pueden esperar demandas hasta del 50% de la po- blación en 5 minutos y conservadoramente se acepta el 40%.

En el turno nocturno se puede tomar un promedio del - 30%. Estos porcentajes pueden reducirse considerablemente saltando los períodos de iniciación de clases en 15 ó 30- minutos pero se acarrea el riesgo de que una nueva adminis- tración uniformice nuevamente los horarios, volviendo insu- ficiente la capacidad del sistema.

La población a considerar en la selección de ascenso- res para colegios, se obtiene multiplicando el número de - asientos por un factor de utilización que varía en un 50 - a 75% para clases diurnas y en un 80 a 90% durante las noc-

turnas, dependiendo de la programación de las clases.

Las escaleras móviles son, desde luego, el mejor medio de transportación en edificios de 1500 a 2000 estudiantes. Prestan servicio a todas las plantas y pueden invertirse para atender picos de tráfico de subida o de bajada.

Si los ascensores constituyen el medio de transporte vertical, es imperativo instalar el servicio con paradas--salteadas con el fin de reducir las paradas probables y --los tiempos de vuelta. Incluso reducir las paradas en ---tres o cuatro plantas, obliga a los estudiantes a utilizar las escaleras a pie, cuando sólo se necesiten trasladar --dos o tres plantas.

Todos los ascensores deben servir a las plantas seleccionadas. Agrupamientos en que unos ascensores paren en - las plantas pares y otros en las impares no obligan a nadie a trasladarse a pie.

En el capítulo II, se encuentran ejemplos de transportación para este tipo de edificios.

C A P I T U L O IV

FACTORES DE COSTO EN LA

SELECCION DE EQUIPO

I N T R O D U C C I O N

Con objeto de poder tratar los principales factores - relativos al costo de un ascensor, será necesario conocer primero los tres tipos de elevadores y sus características principales:

A). Elevadores a tracción directa.

En los elevadores a tracción la cabina está suspendida por un conjunto de cables en un extremo y por un contrapeso en el otro. El contrapeso tiene un peso aproximado - al de la cabina con un 40% de su capacidad total. En el - cuarto de máquinas, usualmente sobre el cubo de despla-- miento del elevador, los cables cuelgan de las poleas de-- un motor impulsor.

La fuerza elevadora de los cables, se obtiene por la- fricción entre las ranuras de la polea motriz y los cables que la abrazan.

La ranuración de las poleas puede ser como se indica- en la figura IV.1. Con el arreglo indicado en "A" se consi- gue menor desgaste de cables-poleas pero menor tracción, - al inverso de la forma "B"

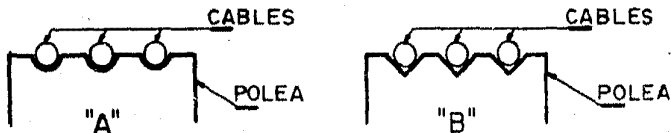


Figura IV.1

Cuando las poleas giran accionadas por el motor, hacen que el contrapeso se desplace en dirección opuesta a la cabina.

Los cables deben ser de una longitud tal, que el contrapeso toque el fondo de su recorrido antes que la cabina la parte superior del cubo. El contrapeso al llegar a tocar el fondo, suspende la tracción eliminando así la posibilidad de que la cabina choque contra la parte superior del cubo.

La acción directa de la polea motriz hacia los cables el trabajo silencioso y el reducido número de las partes - componentes de sus máquinas, hacen de éstas las más eficientes. Además tienen la ventaja de poder acelerar a los elevadores a su máxima velocidad en el mínimo tiempo consistente con el confort de los pasajeros.

Los ascensores de tracción directa se emplean en edificios de tráfico pesado que requieren de alta calidad en su servicio y son aplicables para velocidades comprendidas entre 1.75 y 2.5 m./seg. o mayores.

B). Elevadores de tracción con engranajes

Estos elevadores utilizan motores más revolucionados con un engranaje reductor que actúa sobre la polea motriz, consiguiéndose así una amplia gama de aplicaciones debido a la posibilidad de variar la reducción del engranaje y el número de cables en suspensión. Los elevadores con reductor pueden ascender cargas de hasta 14 ton. a velocidades que varían entre 0.1 y 1.75 m./seg.

La diversidad de sus partes componentes, dificulta la exactitud de la parada en las plantas. Para lograr exactitudes razonables bajo diversas cargas, es necesario intro-

ducir equipos adicionales que lo hagan trabajar a dos velocidades. El funcionamiento normal es arrancar con velocidad alta, mantener ésta durante el viaje, cambiar a la velocidad reducida a una distancia determinada de la planta de destino y efectuar la parada final mediante la aplicación del freno. Así se pueden conseguir desniveles de parada de más o menos 1.5 a 2.5 cm. que mejoran los de un ascensor de una sola velocidad que llegan, según la carga, a desniveles de 2.5 a 7.5 cm. Su aplicación principal es en edificios donde se prevea la necesidad de transportar cargas considerables ya sea esporádica o continuamente.

C) Elevadores hidráulicos

Estos ascensores son empujados directamente desde abajo por lo que no requieren cuarto de máquinas. Un ariete (cuyo cilindro penetra en la tierra hasta una distancia equivalente al recorrido del ascensor) impulsa el elevador mediante la presión ejercida por el aceite impulsado por bombas de alta velocidad.

Los ascensores hidráulicos se utilizan actualmente -- tanto para montacargas como para transporte de personas en edificios de dos a seis plantas con velocidades de 0.125 a 0.75 m./seg. Su capacidad de carga varía hasta 10 000 Kg. para instalaciones de un sólo ariete. Cargas mayores de -- hasta 50 ton. implican el empleo de varios arietes con la combinación de varias bombas. Las características de funcionamiento y la calidad de servicio alcanzables son similares a las de un ascensor con reductor.

Su costo inicial y de mantenimiento es sensiblemente inferior al de los ascensores con engranaje y de tracción directa, por lo que es frecuente encontrarlos en edificios

bajos donde no se requiera una alta calidad de servicio.

COMPARACION DEL COSTO ENTRE ASCENSORES CON REDUCTOR Y TRACCION DIRECTA

En edificios que requieran un servicio de alta calidad, puede resultar difícil escoger entre equipos con reductor o de tracción directa.

La máquina con reductor es menos costosa porque emplea un motor de elevada velocidad angular, que es mucho más fácil de fabricar que un motor poco revolucionado. Bajo las mismas condiciones de recorrido, accesos y capacidad el aumento del costo para la máquina de tracción directa, suele variar de un 10 a un 15%. Sin embargo, la máquina de tracción directa logra mejor calidad porque invierte en un viaje entre plantas contiguas de 2 a 3 seg. menos que la máquina con reductor debido a su mayor capacidad de aceleración.

Por otra parte, la duración de vida de una máquina de tracción directa, es prácticamente ilimitada. La simplicidad de su diseño hacen que muy pocas piezas estén sujetas a desgaste, de forma que los costos de conservación son -- prácticamente nulos. En las máquinas con reductor, se puede esperar una duración de vida del engranaje de unos 20-- años, según su calidad y conservación.

EJEMPLO IV. 1

	Costo Reductor	Tracción Di-- recta
Costo inicial	A	1.15 A
Costo de energía de ope ración	B	B
Rendimiento	0.65	0.8
Costo de viaje	1.15 C	C
Costo de conservación	0.06 A/año	0.05 x 1.15 A/año
Duración de vida	40 años	40 años

DATOS RELATIVOS:

COSTO INICIAL A = 120,000.00 \$

COSTO DE ENERGIA B = 12,096.00 \$/año

COSTO DE VIAJAR C = 118,144.00 \$/año

$$\text{COSTO TOTAL CON REDUCTOR} = A + 40 \frac{B}{0.65} + 40 \times 1.15 C +$$

$$40 \times 0.06 A = 120,000 + 40 \frac{12,096}{0.65} + 40 \times 1.15 \times 118,144 +$$

$$40 \times 0.06 \times 120,000 =$$

COSTO TOTAL CON REDUCTOR = 6,587,000.00 \$

$$\text{COSTO TOTAL, TRACCION DIRECTA: } 1.15 A + 40 \frac{B}{0.8} + 40 C +$$

$$40 \times 0.05 \times 1.15 A = 1.15 \times 120,000 + 40 \frac{12,096}{0.8} + 40 \times$$

$$118,144 + 40 \times 0.05 \times 1.15 \times 120,000$$

COSTO TOTAL TRACCION DIRECTA = 5,744,500.00 \$

El costo de energía se tomó bajo las siguientes consideraciones:

UN ELEVADOR COMUN CONSUME EN PROMEDIO

80 Kw. hr. c/día x 252 días laborables con semanas de 40 hrs.

Se obtiene un consumo de 20,160 Kw. hr/año

Con un costo actual de 0.60 \$/Kw. hr.

COSTO DE ENERGIA = 12,096.00 \$/año

Según datos de fabricantes, el rendimiento de un elevador de tracción directa es de un 80%, mientras que el de uno con máquina reductora, debido a las pérdidas en el engranaje y la reposición de engranes a los 20 años, se considera de un 65%.

El costo de viaje se obtuvo de la siguiente forma:

CADA PERSONA UTILIZA	6 viajes al día
CADA PASAJERO CONSUME	55 seg. en espera y recorrido
CADA PERSONA INVIERTE	330 seg. al día en viajes x 250 personas que se trasladan
EL TIEMPO CONSUMIDO - POR DIA SERA	82 500 seg. - hombre = 22.9 hrs. - hombre ÷ 8 hrs. laborables -- día.
CADA DIA SE INVIERTEN EN TRASLADOS	2.86 días - hombre x 252 días - laborables
CADA AÑO SE INVIERTEN EN TRASLADOS	721 días - hombre
CON UN SALARIO PROMEDIO DE	<u>164 \$/día</u>
COSTO DE VIAJE POR -- ELEVADOR	= 118,144.00 \$/año

Considerando que un ascensor de tracción directa, invierte tres segundos menos por viaje entre plantas contiguas que uno con engranaje reductor y asumiendo arbitrariamente un promedio de tres paradas por viaje, se puede demostrar mediante la secuencia anterior, que el costo de viaje del ascensor con engranaje aumenta en un 15%.

A las consideraciones que anteceden, hay que añadir la financiación de la inversión inicial y el costo de conservación (en el ejemplo se asume un 6 y un 5% respectivamente por año).

En el ejemplo se ha obtenido una diferencia mínima de un 15% por elevador en el costo de ambos tipos de ascensores. En edificios altos donde se tengan grupos de ascensores, la diferencia del costo llega a ser considerable en el transcurso de los años. Por otra parte se pueden presentar situaciones en las que un grupo de 6 ascensores a tracción directa dan un servicio similar al de 7 con reductor y a menor costo.

PRINCIPALES FACTORES DE COSTO EN ASCENSORES

Cada unidad de elevadores comprende tres componentes principales que son la maquinaria, la cabina y el equipo del foso. Como equipo adicional o accesorios, se consideran las puertas de acceso con su interconexión eléctrico de planta en planta.

Esta división de las partes componentes de un ascensor, se debe a que la mayor parte de su costo, reside en la maquinaria y el espacio ocupado, componentes que normalmente no admiten cambios significativos. Por ejemplo, el costo de un mando eléctrico para el funcionamiento de un elevador, importa solamente entre un 5 al 10% del costo to

tal y la diferencia entre un mando de la mejor calidad y otro de eficiencia mínima no pasa de un 15% del costo total del mando eléctrico, lo que equivale a una diferencia de solamente el 1 al 1.5% del costo total de la instalación. Por los porcentajes relativos mencionados, se deduce que es inconcebible intentar ahorros en una componente tan importante de un elevador como es su sistema de mandos.

El costo de accesorios y cabinas varía según su tipo. Una cabina con acabados de madera y dotada de frecuencia modulada es desde luego más cara que la terminada en formaica. Un acceso con puerta manual es mucho más sencillo que uno dotado de puertas automáticas, telescópicas o de apertura central. Un botón de llamada simple cuesta menos que otro que se ilumine al ser pulsado.

El costo de un ascensor varía dependiendo de su capacidad, velocidad, número de accesos y calidad de accesorios como los mencionados anteriormente. Es por tanto difícil lograr formar catálogos confiables de precios considerando además las fluctuaciones provocadas por los fabricantes y el cambio de salarios. Sin embargo, hay situaciones como la que se muestra a continuación en donde se pueden reducir significativamente los costos mediante la reducción del número de accesos.

En edificios altos que presenten un tráfico mínimo entre plantas como condominios y apartamentos y en edificios con agrupamientos de elevadores por zonas, donde el tráfico entre plantas se circunscriba exclusivamente dentro de cada zona, la distribución de servicio mediante elevadores local-directos significa un ahorro considerable en el número de accesorios y en el costo del espacio ocupado.

En la figura IV.2 se muestra esquemáticamente, las ventajas del sistema local-directo para un edificio de 20 plantas.

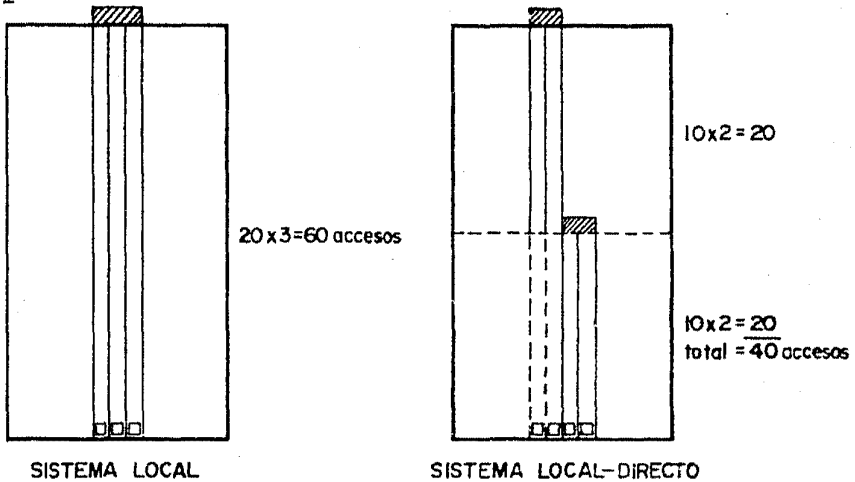


Figura IV.2

Cuatro elevadores agrupados en servicio local-directo reducen los intervalos y ofrecen mejor servicio que tres locales al mismo costo aproximado. El servicio local-directo requiere de un tercio menos de las puertas del local y permite aumentar el área de las plantas de renta elevada.

B I B L I O G R A F I A

ALDER. VERTICAL TRANSPORTATION FOR BUILDINGS

HIDDER-FRANK. MANUAL DEL ARQUITECTO Y DEL CONSTRUCTOR

RAMSEY-SLEEPER. ARCHITECTURAL GRAPHIC STANDARDS

STRAKOSCH, GEORGE. ELEVADORES Y ESCALERAS MOVILES