

2014

NORMAS Y ESPECIFICACIONES
PARA ESTUDIOS, PROYECTOS,
CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES

VOLUMEN 5

Instalaciones de Servicio

TOMO III

Instalaciones de Aire Acondicionado

VOLUMEN 5. INSTALACIONES DE SERVICIO.
TOMO III. INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO.

ÍNDICE.

1	TEMPERATURAS EXTERIORES DE DISEÑO.....	3
2	TEMPERATURA DE CÁLCULO EXTERIOR, PARA REFRIGERACIÓN	3
3	TEMPERATURAS DE CÁLCULO EXTERIOR, PARA CALEFACCIÓN.....	10
4	HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR PARA VERANO.....	10
5	DIVISIÓN CLIMÁTICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA.....	10
6	ACONDICIONAMIENTO DE ACUERDO A LA ZONA CLIMÁTICA	10
7	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	12
8	SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	12
9	SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE QUE DEBEN EVITARSE	12
10	CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	12
11	TEMPERATURAS INTERIORES DE DISEÑO PARA VERANO.....	12
12	TEMPERATURA DE DISEÑO INTERIOR PARA INVIERNO	13
13	HUMEDAD RELATIVA DE DISEÑO INTERIOR PARA VERANO.....	13
14	HUMEDAD RELATIVA DE DISEÑO INTERIOR PARA INVIERNO	13

15 VELOCIDAD DEL AIRE DENTRO DEL ESPACIO ACONDICIONADO	13	34 GANANCIA DE CALOR POR PERSONAS	22
16 VELOCIDAD RECOMENDADA DEL AIRE DENTRO DE LOS LOCALES.....	14	35 GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACIÓN	22
17 NIVEL DE RUIDO PERMISIBLE	14	36 GANANCIA DE CALOR POR MOTORES	24
18 NIVEL DE RUIDO EN NC	14	37 GANANCIA DE CALOR POR EQUIPO ELECTRÍCO	24
19 PUREZA DEL AIRE.....	14	38 CÁLCULO DE TUBERÍAS DE AGUA.....	24
20 FILTROS DE ALTA EFICIENCIA	14	39 MATERIAL DE LAS TUBERÍAS PARA AGUA.....	24
21 AIRE DE VENTILACIÓN	15	40 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS PARA AGUA.....	24
22 CÁLCULO DE DUCTOS DE AIRE.....	15	41 MEMORIA DE CÁLCULO	25
23 DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE	19	42 PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE AIRE ACONDICIONADO, VENTILACIÓN, EXTRACCIÓN Y AIRE LAVADO	25
24 DUCTOS FLEXIBLES.....	20	43 SIMBOLOGÍA.....	25
25 AISLAMIENTO TÉRMICO DE DUCTOS PARA AIRE ACONDICIONADO	20	44 DETALLES DE INSTALACIÓN.....	27
26 VENTILACIÓN MECÁNICA.....	20		
27 USO DE PRESIONES POSITIVAS O NEGATIVAS EN LOS LOCALES.....	20		
28 CAMPANAS DE EXTRACCIÓN	21		
29 CAMPANAS DE EXTRACCIÓN DE COCINAS.....	21		
30 DUCTOS DE EXTRACCIÓN DE COCINAS	21		
31 VELOCIDAD DEL AIRE EN LOS DUCTOS DE EXTRACCIÓN DE COCINAS.....	22		
32 AIRE DE REPOSICIÓN EN COCINAS CONTIGUAS A COMEDORES.....	22		
33 ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.....	22		

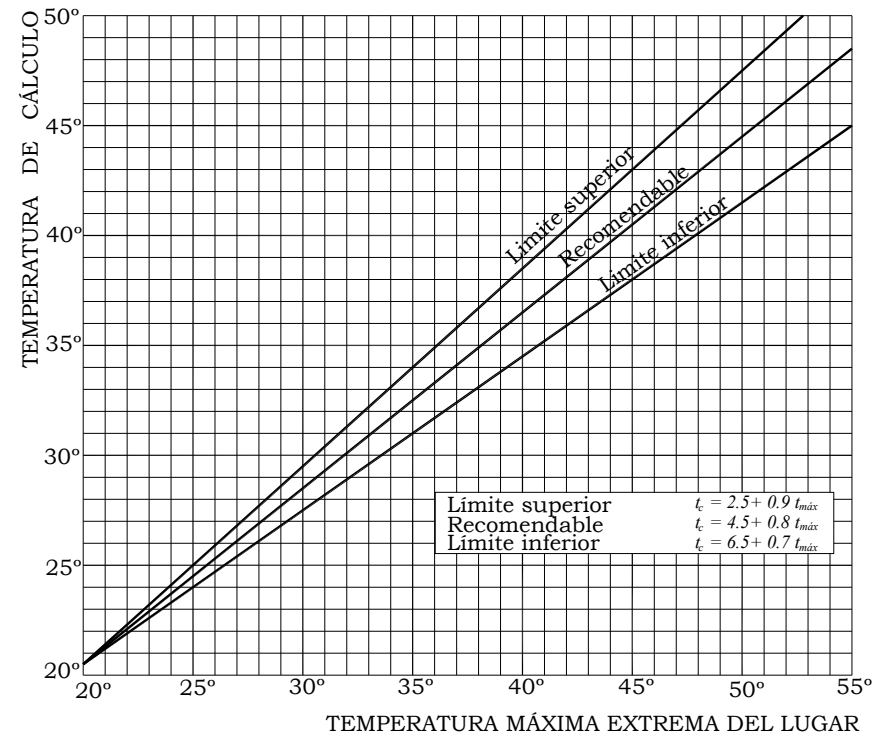
1. TEMPERATURAS EXTERIORES DE DISEÑO.

La temperatura de diseño exterior, para verano, es aquella que solo ha de ser superada el 1% de las horas de los 4 meses más calurosos del año. La temperatura de diseño exterior, para invierno, es aquella que solo ha de ser superada el 1% de las horas de los 4 meses más fríos del año. Las normales climatológicas para el cálculo de aire acondicionado en poblaciones de la República Mexicana, proporcionan las temperaturas de diseño exterior para las principales ciudades de la República Mexicana, ver Tabla 1.1.

2. TEMPERATURA DE CÁLCULO EXTERIOR, PARA REFRIGERACIÓN.

La temperatura está en función de la Temperatura Máxima Extrema del Lugar. En caso de contar con la temperatura máxima extrema del lugar se puede determinar la temperatura de diseño exterior, para verano, mediante la Gráfica 2.1., o aplicando la ecuación

$$t_c = 4.5 + 0.8 t_{m\acute{a}x}. \quad 2.1$$



Gráfica 2.1 Temperaturas de cálculo exterior para refrigeración en función de la temperatura máxima extrema del lugar.

Tabla 1.1 Normales climatológicas para el cálculo de aire acondicionado en poblaciones de la República Mexicana.

LUGAR DE LA REPÚBLICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA					DATOS DE VERANO				DATOS DE INVIERNO		
	Latitud N	Longitud O	A.S.N.M m	Presión Barométrica		Temperatura Prom. Máx. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C		Grados día Anuales °C	Temperatura Prom. Mín. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C	Grados día Anuales °C
				mb	mm Hg		BS	BH				
AGUASCALIENTES												
Aguascalientes	21° 53'	102° 16'	1879	816	612	36.8	34	19	248	-4.7	0	330
Rincón de Romos	22° 14'	102° 14'	1950	809	608	37.8	35	19	266	-7.0	-2	220
BAJA CALIFORNIA NORTE												
Ensenada	31° 52'	118° 38'	13	1012	759	36.5	34	26	109	1.1	5	492
Mexicali	32° 29'	115° 30'	1	1013	760	47.8	43	28	1660	-3.7	1	372
Tijuana	32° 29'	117° 02'	28	1010	758	38.2	35	26	754	-3.3	2	556
BAJA CALIFORNIA SUR												
La Paz	24° 10'	110° 07'	18	1011	758	38.0	36	27	1827	9.0	13	556
Mulegé	26° 53'	112° 00'	33	1009	757	41.9	38	28	---	-5.0	0	630
Cabo San Lucas	22° 53'	109° 55'	25	1010	758	37	35	27	1740	7.0	11	630
CAMPECHE												
Campeche	19° 51'	90° 32'	25	1010	758	38.9	36	26	2087	12.7	16	---
Ciudad del Carmen	18° 36'	91° 49'	3	1013	760	41.0	37	26	2126	10.8	14	---
Champotón	19° 21'	90° 43'	2	1013	760	47.0	42	28	1589	7.0	11	---
COAHUILA												
Monclova	26° 55'	101° 26'	586	948	711	42.0	38	24	1169	-7.8	-3	326
Nueva Rosita	27° 55'	101° 17'	430	965	724	45.0	41	25	1539	-8.5	-3	481
Piedras Negras	28° 42'	100° 31'	220	988	741	43.9	40	26	1547	-11.9	-6	479
Saltillo	25° 26'	101° 00'	1609	842	632	38.0	35	22	208	-9.0	-4	523
Torreón	25° 32'	103° 27'	1013	907	680	45.0	40	21	1217	-10.6	-5	227
COLIMA												
Colima	19° 14'	103° 45'	494	958	719	39.5	36	24	1683	8.5	12	---
Manzanillo	19° 04'	104° 20'	3	1013	760	38.6	35	27	2229	12.1	15	---
CHIAPAS												
Tapachula	14° 54'	92° 16'	168	994	746	37.4	34	25	2081	12.8	16	---
Tuxtla Gutiérrez	16° 45'	93° 06'	536	953	715	38.5	35	25	1601	7.2	11	---
Comitán	16° 15'	92° 08'	1635	839	630	33.5	31	20	---	-0.5	4	64

Tabla 1.1 Continuación.

LUGAR DE LA REPÚBLICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA					DATOS DE VERANO				DATOS DE INVIERNO		
	Latitud N	Longitud O	A.S.N.M m	Presión Barométrica		Temperatura Prom. Máx. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C		Grados día Anuales °C	Temperatura Prom. Mín. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C	Grados día Anuales °C
				mb	mm Hg		BS	BH				
CHIHUAHUA												
Chihuahua	28° 38'	106° 04'	1423	860	645	38.5	35	23	651	-11.5	-6	793
Ciudad Juárez	31° 44'	106° 29'	1137	889	667	43	39	24	695	-10	-5	1269
Ojinaga	29° 34'	104° 25'	841	925	694	50.0	45	24	883	-12.0	-6	680
Hidalgo del Parral	26° 58'	103° 39'	1652	838	628	42	38	21	490	-14.0	-8	---
DISTRITO FEDERAL												
Cd. México, Chapultepec	19° 25'	99° 10'	2240	780	585	33.8	30	17	78	-4.8	0	847
Cd. México, Tacubaya	19° 24'	99° 12'	2309	776	582	32.8	30	17	87	-6.5	-1	860
DURANGO												
Durango	24° 01'	104° 40'	1898	814	610	35.6	33	17	100	-5.0	0	550
Ciudad Lerdo	25° 30'	103° 32'	1140	889	667	39.0	36	21	1082	-4.2	1	227
Santiago Papasquiaro	25° 02'	105° 26'	1740	829	622	42.0	38	21	425	-14.0	-8	156
GUANAJUATO												
Celaya	20° 32'	100° 49'	1754	828	610	41.5	38	20	657	-4.5	0	136
Guanajuato	21° 01'	101° 15'	2037	801	601	33.8	32	18	49	0.1	5	245
León	21° 07'	101° 41'	1809	822	617	36.5	34	20	192	-2.5	2	176
Salvatierra	20° 13'	100° 53'	1761	827	620	38.0	35	19	367	-2.0	3	40
Irapuato	20° 40'	101° 21'	1724	831	626	38.2	35	19	573	-2.6	2	---
GUERRERO												
Acapulco	16° 50'	99° 56'	3	1013	760	35.8	33	27	2613	15.8	19	---
Chilpancingo	17° 33'	99° 30'	1250	878	658	35.2	33	23	434	5.0	9	---
Taxco	18° 33'	99° 36'	1755	828	621	36.5	34	20	518	8.0	12	---
Ixtapa Zihuatanejo	17° 58'	101° 48'	38	1009	757	36.6	34	28	2168	11.5	14	---
HIDALGO												
Actopan	20° 08'	98° 45'	2445	764	573	31.4	29	18	---	-5.8	-1	1007
Tulancingo	20° 05'	98° 22'	2181	787	590	34.7	32	19	12	-5.8	-1	849
Pachuca	20° 29'	98° 45'	2444	764	574	31.5	30	18	149	-8.0	-1	---
Ixmiquilpan	20° 29'	99° 13'	1745	829	622	41.0	37	19	57	-9.0	-7	---

Tabla 1.1 Continuación.

LUGAR DE LA REPÚBLICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA					DATOS DE VERANO				DATOS DE INVIERNO		
	Latitud N	Longitud O	A.S.N.M m	Presión Barométrica		Temperatura Prom. Máx. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C		Grados día Anuales °C	Temperatura Prom. Mín. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C	Grados día Anuales °C
				mb	mm Hg		BS	BH				
JALISCO												
Guadalajara	20° 41'	103° 20'	1589	844	633	36.0	33	20	204	-3.7	1	164
Lagos de Moreno	21° 22'	101° 56'	1680	816	628	43.2	39	20	574	-3.2	2	162
Puerto Vallarta	20° 37'	105° 15'	2	1013	760	39.0	36	26	2090	11.0	14	---
Ameca	20° 34'	104° 04'	1235	879	660	39.6	36	20	669	1.0	5	---
MÉXICO												
Texcoco	19° 31'	98° 52'	2216	784	588	34.0	32	19	175	-6.0	-1	500
Toluca	19° 17'	99° 39'	2675	743	557	26.8	26	17	---	-3.0	2	1570
Tenancingo	19° 02'	99° 33'	2080	797	598	35.0	33	19	247	-5.0	-1	---
MICHOACÁN												
Apatzingán	19° 05'	102° 15'	682	937	703	43.0	39	25	3013	11.5	15	270
Morelia	19° 42'	101° 07'	1923	812	609	31.3	30	19	165	1.6	6	270
Zamora	19° 59'	102° 18'	1633	840	630	37.5	35	20	320	-2.0	4	25
Zacapu	19° 45'	101° 45'	2000	840	603	34.8	32	19	168	-6.0	-1	675
La Piedad	20° 20'	102° 00'	1775	826	619	37.0	34	20	706	-3.0	2	446
Uruapan	19° 25'	101° 58'	1611	842	631	36.5	34	20	377	-5.0	4	219
MORELOS												
Cuautla	18° 48'	98° 57'	1291	874	655	47.4	42	22	825	5.3	9	---
Cuernavaca	18° 55'	99° 14'	1538	849	637	32.6	31	20	250	6.9	11	---
Puente de Ixtla	18° 37'	99° 10'	1470	860	645	42.0	38	28	656	2.7	7	---
NAYARIT												
San Blas	21° 32'	105° 19'	7	1013	760	36.0	33	26	1462	7.3	11	---
Tepic	21° 31'	104° 53'	918	912	684	38.9	36	26	600	1.9	6	---
Acaponeta	22° 30'	105° 23'	25	1010	758	40.0	37	27	802	7.1	11	---
NUEVO LEÓN												
Montemorelos	25° 12'	99° 50'	432	965	724	42.8	39	25	1856	0.5	5	99
Monterrey	25° 40'	100° 18'	534	954	715	41.5	38	26	1181	-5.4	0	173
Campazos	27° 02'	100° 31'	340	975	731	41.5	38	25	1147	-10.5	-5	---

Tabla 1.1 Continuación.

LUGAR DE LA REPÚBLICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA					DATOS DE VERANO				DATOS DE INVIERNO		
	Latitud N	Longitud O	A.S.N.M m	Presión Barométrica		Temperatura Prom. Máx. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C		Grados día Anuales °C	Temperatura Prom. Mín. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C	Grados día Anuales °C
				mb	mm Hg		BS	BH				
OAXACA												
Oaxaca	17° 04'	96° 42'	1563	846	635	38.0	35	22	290	2.4	7	---
Salina Cruz	16° 12'	95° 12'	56	1007	755	36.8	34	26	2403	16.0	19	---
Pochutla	15° 44'	96° 38'	1163	892	669	40.0	37	27	455	-2.0	3	---
PUEBLA												
Puebla	19° 02'	98° 11'	2150	790	593	30.8	29	17	144	-1.5	3	418
Tehuacán	18° 18'	97° 23'	1676	835	627	37.0	34	20	196	-5.0	0	80
Teziutlán	19° 48'	97° 21'	1990	805	604	39.0	36	22	238	-4.2	1	---
Huauchinango	20° 10'	98° 03'	1600	843	632	40.5	37	21	68	-3.0	2	---
QUERÉTARO												
Querétaro	20° 36'	100° 23'	1842	819	614	36.2	33	21	159	-4.9	0	248
San Juan del Río	20° 23'	100° 00'	1800	826	619	35.2	32	21	190	-4.9	0	---
QUINTANA ROO												
Cozumel	20° 31'	86° 57'	3	1013	760	35.8	33	27	1969	10.3	14	---
Chetumal	18° 30'	88° 20'	4	1013	760	38.1	35	27	2120	9.5	13	---
Cancún	19° 35'	88° 02'	3	1013	760	37	33	27	2010	8.5	12	---
Playa del Carmen	19° 10'	88° 15'	3	1013	760	38	34	27	2050	10	14	---
SAN LUIS POTOSÍ												
San Luis Potosí	22° 09'	00° 58'	1877	816	612	37.3	34	18	86	-2.7	2	345
Matehuala	23° 36'	100° 39'	1597	848	632	39.8	36	22	104	-10.0	-5	432
Río Verde	21° 56'	99° 59'	987	905	679	41.4	38	21	47	-5.4	-1	340
SINALOA												
Culiacán	24° 48'	107° 24'	53	1007	755	40.9	37	27	1659	3.1	7	---
Mazatlán	23° 11'	106° 25'	78	1004	753	33.4	31	26	1373	11.2	14	---
Topolobampo	25° 36'	109° 03'	3	1013	760	41.1	37	27	1754	8.0	12	---
El Fuerte	26° 25'	108° 38'	115	1000	750	47.3	42	28	1743	-4.5	1	---
Guamuchil	25° 27'	108° 05'	43	1008	756	43.0	39	27	1730	-3.0	2	---
San Blas	26° 06'	108° 46'	71	1006	754	45.0	41	29	1782	-4.0	1	---

Tabla 1.1 Continuación.

LUGAR DE LA REPÚBLICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA					DATOS DE VERANO				DATOS DE INVIERNO		
	Latitud N	Longitud O	A.S.N.M m	Presión Barométrica		Temperatura Prom. Máx. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C		Grados día Anuales °C	Temperatura Prom. Mín. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C	Grados día Anuales °C
				mb	mm Hg		BS	BH				
SONORA												
Guaymas	27° 55'	110° 53'	4	1013	756	47	42	27	1809	7.0	11	---
Hermosillo	29° 05'	110° 58'	211	989	742	45.0	41	28	1875	2.0	8	84
Nogales	30° 21'	110° 58'	1117	885	664	41.0	37	26	655	-9.0	-4	979
Ciudad Obregón	27° 29'	109° 55'	40	1009	757	48.0	43	28	2443	-1.1	4	---
Altar	30° 44'	111° 46'	397	969	726	47.0	42	28	2694	-10.0	-5	---
Navojoa	27° 07'	109° 28'	38	1009	757	45.0	41	28	1869	-1.0	4	---
TABASCO												
Villahermosa	17° 59'	92° 55'	10	1012	759	41.0	37	26	2206	12.2	15	---
Álvaro Obregón	16° 32'	92° 09'	2	1013	760	44.5	40	27	2429	8.9	13	---
Teapa	17° 33'	92° 57'	60	1004	753	41.0	35	25	2262	11.0	14	---
TAMAULIPAS												
Matamoros	25° 32'	87° 20'	12	1012	759	39.3	36	26	1815	-4.7	0	47
Nuevo Laredo	27° 29'	99° 30'	140	967	748	45.0	41	32	2042	-7.0	-2	118
Tampico	22° 12'	97° 81'	18	1011	738	39.3	36	26	1635	-2.5	2	---
Ciudad Victoria	23° 44'	99° 08'	221	977	733	41.7	36	26	1397	-2.3	2	87
Reynosa	26° 06'	98° 12'	25	1010	758	45.0	41	28	2123	-7.7	-3	---
TLAXCALA												
Tlaxcala	19° 32'	98° 15'	2252	781	686	29.4	28	17	34	-1.4	3	512
VERACRUZ												
Jalapa	19° 32'	96° 55'	1399	863	647	34.6	32	21	245	2.2	6	205
Poza Rica	20° 33'	97° 28'	150	995	748	40.0	37	27	1052	0.5	5	---
Veracruz	19° 12'	96° 08'	16	1011	758	35.6	33	27	1763	9.6	13	---
Coatzacoalcos	18° 09'	94° 24'	14	1012	759	41.0	37	28	2180	10.0	13	---
Tuxpan	20° 57'	97° 24'	15	1013	760	40.4	37	27	1672	6.4	10	---
YUCATÁN												
Mérida	20° 58'	89° 38'	22	1011	758	41.0	37	27	2145	11.6	15	---
Progreso	21° 17'	89° 40'	14	1012	759	38.8	36	27	1908	13.0	16	---
Valladolid	20° 41'	88° 13'	22	1011	758	40.0	37	27	1796	11.6	15	---

Tabla 1.1 Continuación.

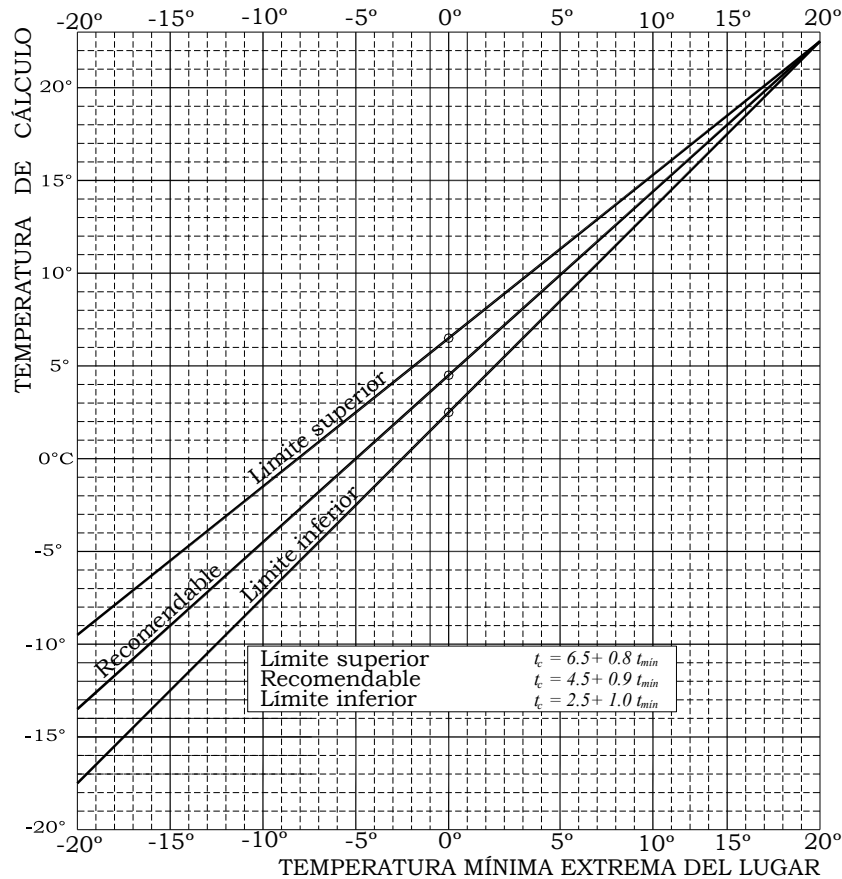
LUGAR DE LA REPÚBLICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA					DATOS DE VERANO				DATOS DE INVIERNO		
	Latitud N	Longitud O	A.S.N.M m	Presión Barométrica		Temperatura Prom. Máx. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C		Grados día Anuales °C	Temperatura Prom. Mín. Ext. °C	Temperatura de Cálculo °C	Grados día Anuales °C
				mb	mm Hg		BS	BH				
ZACATECAS												
Fresnillo	23° 10'	102° 53'	2250	781	586	39.0	36	19	235	-4.5	0	794
Sombrerete	23° 39'	103° 37'	2350	772	579	36.5	34	18	297	-9.0	-4	1330
Zacatecas	22° 47'	102° 34'	2612	784	561	29.0	28	17	263	-7.5	-2	1383
Jerez de García Salinas	23° 29'	103° 00'	2027	802	602	39.5	36	21	361	-12.6	-10	1042

3. TEMPERATURAS DE CÁLCULO EXTERIOR, PARA CALEFACCIÓN.

La temperatura está en función de la temperatura mínima extrema del Lugar. En caso de contar con la temperatura mínima extrema del lugar se puede determinar la temperatura de diseño exterior, para invierno, usando la Gráfica 3.1, o aplicando la ecuación:

$$t_c = 4.5 + 0.9 t_{min}$$

3.1



Gráfica 3.1 Temperaturas de cálculo exterior para calefacción en función de la temperatura mínima extrema del lugar.

4. HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR PARA VERANO.

La humedad relativa exterior, para cálculos de verano, debe ser la humedad relativa promedio mensual del mes más caluroso. Las normales climatológicas para el cálculo de aire acondicionado en poblaciones de la República Mexicana, proporcionan la humedad relativa de diseño exterior para las principales ciudades de la República Mexicana. Ver Tabla 1.1.

5. DIVISIÓN CLIMÁTICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

Tomando en cuenta el sistema de clasificación climática de Koppen en el país se registran, por su temperatura, los cálidos, templados y fríos, y por su grado de humedad, secos y húmedos. Combinando estas variantes se pueden considerar las siguientes condiciones climatológicas para las zonas geográficas del país. La mesa del norte como zona extremosa con clima cálido seco en verano y frío en invierno. La zona tropical con clima cálido húmedo en verano y temperatura media mayor de 18 °C en el mes más frío. La zona del altiplano contiene regiones con climas templados, cálido seco y frío. Ver figura 5.1.

6. ACONDICIONAMIENTO DE ACUERDO A LA ZONA CLIMÁTICA.

De acuerdo al clima imperante en cada una de las zonas de la República Mexicana, el acondicionamiento ambiental es necesario para confort humano solo en las zonas de los estados que cuentan con clima extremoso o tropical. Para inmuebles ubicados en la zona del altiplano se recomienda no instalar sistemas de aire acondicionado, a menos que se justifique el requerimiento, de acuerdo a condiciones especiales de uso del local; en el caso que el uso lo amerite, las circulaciones y vestíbulos no se deben acondicionar, solo los espacios de trabajo que lo requieran.

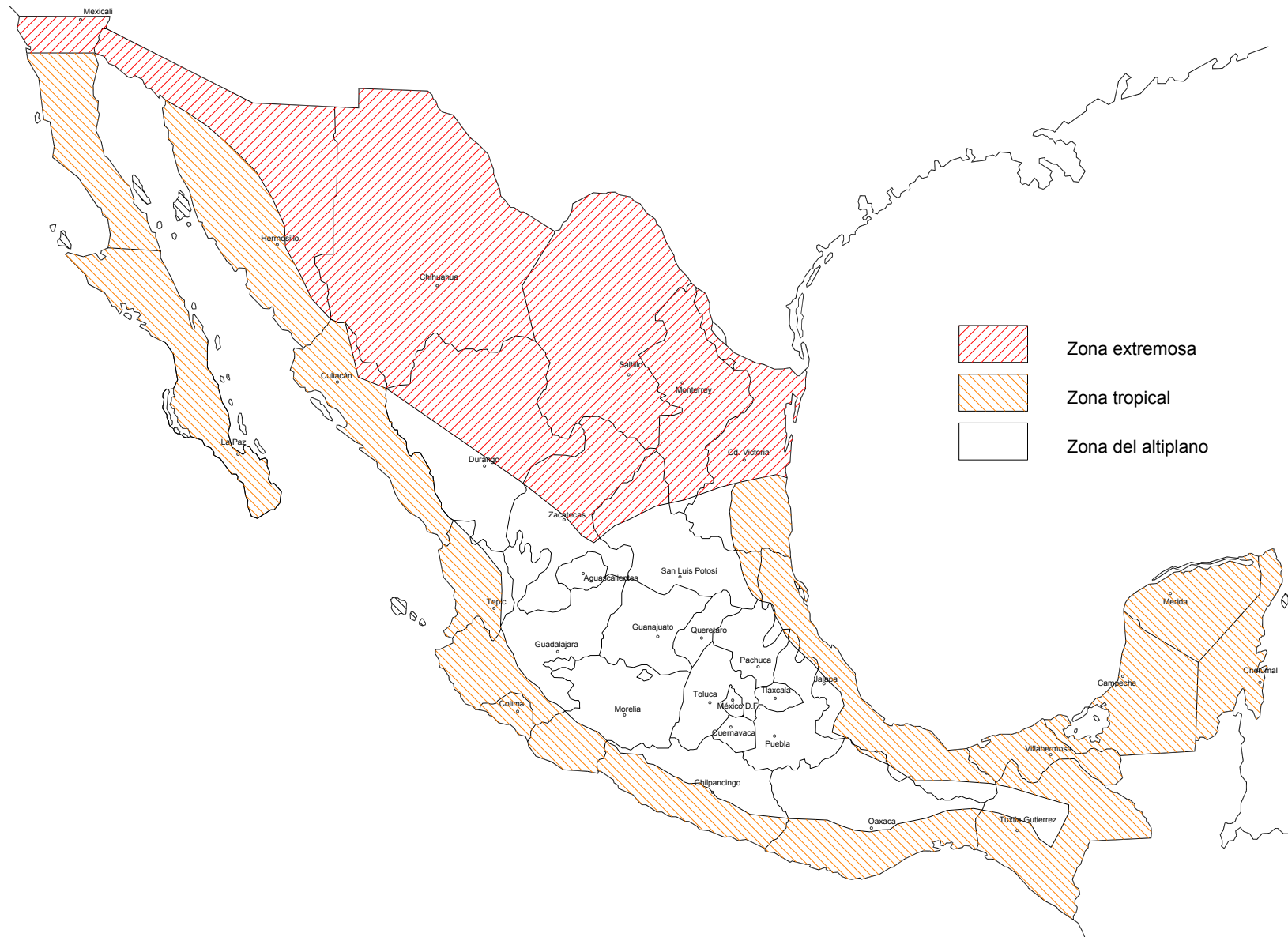


Figura 5.1 División Climática de la Republica Mexicana.

7. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

El sistema de acondicionamiento ambiental utilizado en el inmueble debe seleccionarse tomando en cuenta la flexibilidad, facilidad de mantenimiento, confiabilidad, economía de operación y uso de refrigerantes amables con el medio ambiente. Para inmuebles ubicados en climas tropicales se deberá proveer acondicionamiento para verano. En lugares con clima extremo, aire acondicionado anual (verano invierno). Los inmuebles ubicados en el altiplano, en caso necesario, se deberán acondicionar con enfriamiento evaporativo y/o ventilación mecánica, preferentemente, y con aire acondicionado solo en los casos que se justifique.

8. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

De acuerdo al medio refrigerante que se lleva al espacio acondicionado, los sistemas de aire acondicionado se clasifican en cuatro grupos: sistemas unitarios de expansión directa, sistemas todo aire, sistemas todo agua, sistemas agua-aire. Los tres últimos sistemas son conocidos como sistemas centrales si el equipo de refrigeración se encuentra centralizado en un área fuera del espacio acondicionado. Cada uno de estos sistemas puede estar compuesto por diversos equipos y accesorios como son manejadoras, condensadoras, generadoras de agua helada (chillers), bombas, compresores, ventiladores, equipos serpentín ventilador (fan & coil), termostatos, humidistatos, arrancadores, ductos, tuberías, rejillas, difusores, etc.

9. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE QUE DEBEN EVITARSE.

Entre los sistemas que por normatividad deben evitarse en espacios educativos son: sistemas de recalentamiento de aire, sistemas de doble ducto y sistemas multizona, por su exagerado consumo de energía eléctrica.

10. CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO.

La capacidad de los equipos de aire acondicionado se debe seleccionar en función a flexibilidad y facilidad de mantenimiento, ya que en la mayoría de los centros educativos el presupuesto para mantenimiento es muy reducido, por tal motivo se tiende a instalar equipos de pequeña capacidad, la cual varía de 1 a 5 TR. En caso que se instalen equipos centrales de mayor capacidad debe verificarse, con la dirección del centro educativo, la disponibilidad de recursos para un mantenimiento adecuado y oportuno de acuerdo al tipo de sistema instalado.

11. TEMPERATURAS INTERIORES DE DISEÑO PARA VERANO.

Las temperaturas de diseño interior para verano se deben calcular en función al tiempo de permanencia y las temperaturas de diseño exterior. Se debe considerar una permanencia larga para lugares de trabajo y una permanencia media para circulaciones y vestíbulos. Las temperaturas de diseño interior, para verano, se determinan utilizando la gráfica 11.1, temperaturas interiores recomendables para verano en función de la temperatura de cálculo exterior, o aplicando las ecuaciones:

- a) Para permanencia larga,

$$t_i = 18 + 0.2 t_e \quad 11.1$$

donde:

t_i Temperatura interior,

t_e Temperatura exterior.

- b) Para permanencia media

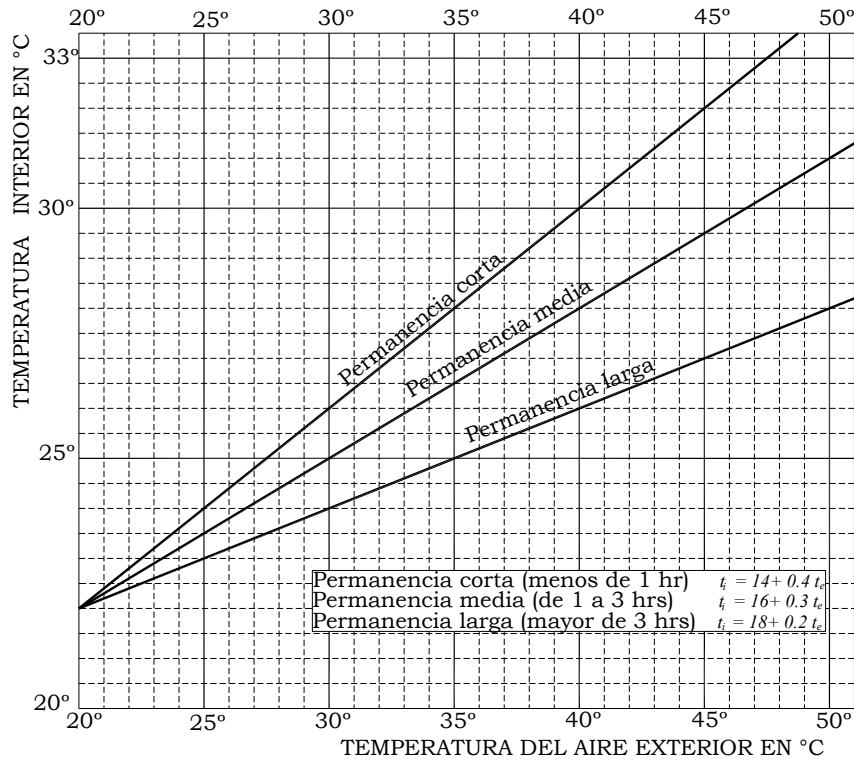
$$t_i = 16 + 0.3 t_e \quad 11.2$$

donde:

t_i Temperatura interior,

t_e Temperatura exterior.

Las variaciones permitidas dentro del espacio serán de ± 1.7 °C (3 °F).



Gráfica 11.1 Temperaturas interiores recomendables para verano en función de la temperatura de cálculo exterior.

12. TEMPERATURA DE DISEÑO INTERIOR PARA INVIERNO.

Para el invierno la temperatura de diseño interior variará entre 18 y 21 °C, según el clima imperante de la zona.

13. HUMEDAD RELATIVA DE DISEÑO INTERIOR PARA VERANO.

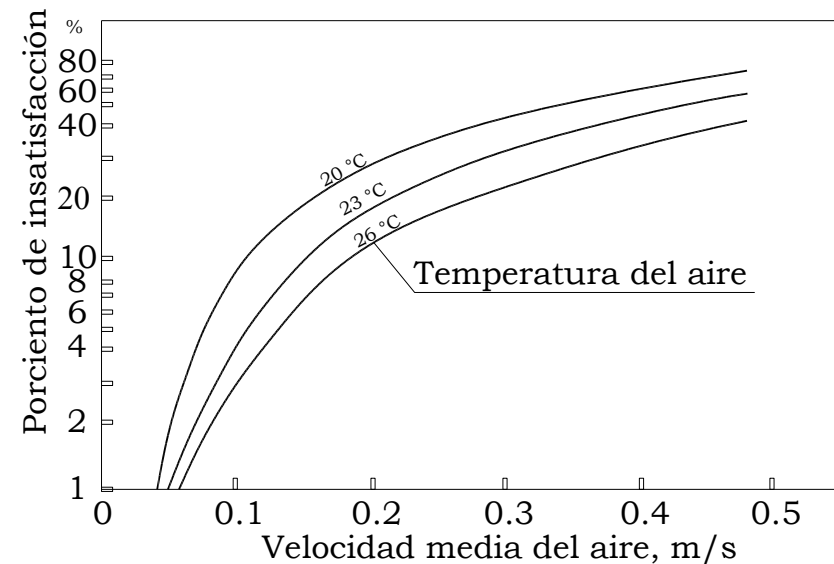
Para los cálculos de sistemas de aire acondicionado de verano se debe considerar una humedad relativa de 50% ±10%.

14. HUMEDAD RELATIVA DE DISEÑO INTERIOR PARA INVIERNO.

Para los cálculos de sistemas de aire acondicionado de invierno se debe considerar una humedad relativa interior de 30% ±10%, verificando que no se forme condensado en las ventanas.

15. VELOCIDAD DEL AIRE DENTRO DEL ESPACIO ACONDICIONADO.

La velocidad del aire que crea insatisfacción depende del diferencial de temperatura, entre el aire y el cuerpo humano, y la actividad desarrollada dentro del local. Se recomienda una velocidad media de 0.25 m/seg (50 ppm) y como máximo una de 0.75 m/seg (150 ppm), de acuerdo al local de que se trate, medida a una altura de 1.80 m sobre el nivel de piso, ver Gráfica 15.1.



Gráfica 15.1 Velocidad media del aire en espacio acondicionado.

16. VELOCIDAD RECOMENDADA DEL AIRE DENTRO DE LOS LOCALES.

Cuando se instalen sistemas de aire acondicionado en los edificios se deben respetar las velocidades siguientes, de acuerdo al local a acondicionar, ver Tabla 16.1.

Tabla 16.1 Velocidad recomendada del aire para diferentes locales.

Velocidad en m/s (ppm)	Reacción	Aplicación recomendada
0-0.08 (0-16)	Crea estancamiento del aire	Ninguna
0.127 (25)	Diseño ideal favorable	Todas las aplicaciones
0.12-0.25 (25-50)	Es el máximo tolerable para personas sentadas	Todas las aplicaciones
0.33 (65)	Papeles ligeros son movidos del escritorio	Laboratorios, cafeterías, cocinas, restaurantes y zona de butacas en auditorios
0.38 (75)	Límite máximo para personas que se mueven lentamente	Laboratorios, cocinas, talleres, salones de baile y zona de gradas en gimnasios
0.38-0.75 (75-150)	Límite máximo para personas realizando trabajo pesado o gran actividad física.	Gimnasios, talleres y cuartos de máquinas

17. NIVEL DE RUIDO PERMISIBLE.

Se recomienda que dentro de un local el equipo de aire acondicionado no genere más ruido que el emitido dentro del mismo al realizar el trabajo normalmente, ver Tabla 17.1.

Tabla 17.1 Potencias de las fuentes de sonido.

Fuente	Watts lineales	Decibeles
Hablar en voz alta (gritar)	0.001	90
Triturador de basura	0.0001	80
Hablar en tono normal	0.00001	70
Ventilador de equipo electrónico	0.000001	60
Difusor de aire	0.0000001	50
Reloj electrónico	0.00000001	40
Hablar en voz baja	0.000000001	30

18. NIVEL DE RUIDO EN NC.

Los fabricantes de rejillas y difusores presentan en sus catálogos el nivel de ruido en *NC*, el cuál es un valor relativo que toma en cuenta el nivel de absorción de ruido del local, el número de salidas, la forma del cuarto, la altura del plafón, etc. Los valores *NC* máximos y recomendados se muestran en la Tabla 18.1.

19. PUREZA DEL AIRE.

Con el fin de mantener una adecuada calidad del aire dentro de los espacios acondicionados, se debe instalar un sistema de filtrado acorde a lo requerido por cada local. Para aulas y oficinas en general es suficiente instalar un sistema de filtros que proporcione una eficiencia del 80 a 90% por la prueba de arrestancia.

20. FILTROS DE ALTA EFICIENCIA.

En laboratorios y espacios que requieran una pureza de aire mayor, que puede ser de hasta 99.99%, se debe recabar la información necesaria que justifique el uso de filtros de alta y muy alta eficiencia (filtros HEPA). En estos casos se deben instalar bancos de filtrado, con filtros de menor a mayor eficiencia, que prolonguen la vida de los filtros de alta eficiencia.

Tabla 18.1 Valores en NC recomendados y máximos para diferentes locales.

Tipo de local	Valores Recomendados	Valores Máximos
Salas de juntas	20	30
Salones de conferencias	25	35
Recepciones	30	45
Oficinas abiertas	35	45
Estancias y pasillos	35	50
Auditorios y salas de música	15	25
Teatros	25	30
Salas de estar	35	45
Bibliotecas	30	40
Salones de clase	30	40
Laboratorios	35	45
Salones de juego	35	50
Cocinas	40	50
Restaurantes	35	45
Cafeterías	40	50
Gimnasios	30	40
Estacionamientos	40	50
Talleres	40	50

21. AIRE DE VENTILACIÓN.

El volumen de aire nuevo, de ventilación o exterior, se debe determinar en función al número de personas y al tipo de actividad que realizan en el local. Para ahorrar energía pueden reducirse los niveles de ventilación hasta un 33%, pero en ningún momento este valor deberá ser menor a 2.4 L/s (5 pcm) por persona, tomando en consideración que actualmente está prohibido fumar dentro de espacios públicos, ver Tabla 21.1.

22. CÁLCULO DE DUCTOS DE AIRE.

Al calcular ductos de aire se deben considerar preferentemente sistemas de baja velocidad, donde la velocidad máxima no sea

mayor de 10 m/s (2000 ppm), y respetando las velocidades del aire recomendadas para cada uno de los componentes del sistema, ver Tabla 22.1.

Tabla 22.1 Velocidades recomendadas y máximas en sistemas de aire acondicionado.

CONCEPTO	RESIDENCIAS		LOCALES PÚBLICOS		INSTALACIONES INDUSTRIALES	
	m/s	ppm	m/s	ppm	m/s	ppm
Tomas de aire exterior	3.50	700	4.00	800	5.10	1000
	4.00	800	4.50	900	6.10	1200
Filtros	1.25	250	1.55	300	1.80	350
	1.55	300	1.80	350	1.80	350
Serpentines	2.30	450	2.50	500	3.05	600
	2.50	500	3.05	600	3.50	700
Lavadoras de aire	2.50	500	2.50	500	2.50	500
	3.50	700	4.00	800	5.10	1000
Succión de ventilador	4.50	900	5.10	1000	7.10	1400
	5.10	1000	6.60	1300	8.15	1600
Descarga de ventilador	8.65	1700	11.20	2200	14.20	2800
	3.50	700	5.10	1000	6.10	1200
Ductos principales	5.10	1000	8.15	1600	11.20	2200
	3.05	600	3.05	600	4.00	800
Ductos secundarios	5.10	1000	6.60	1300	9.15	1800
	2.50	500	3.05	600	4.00	800
Derivaciones a difusores	4.00	800	6.10	1200	8.15	1600

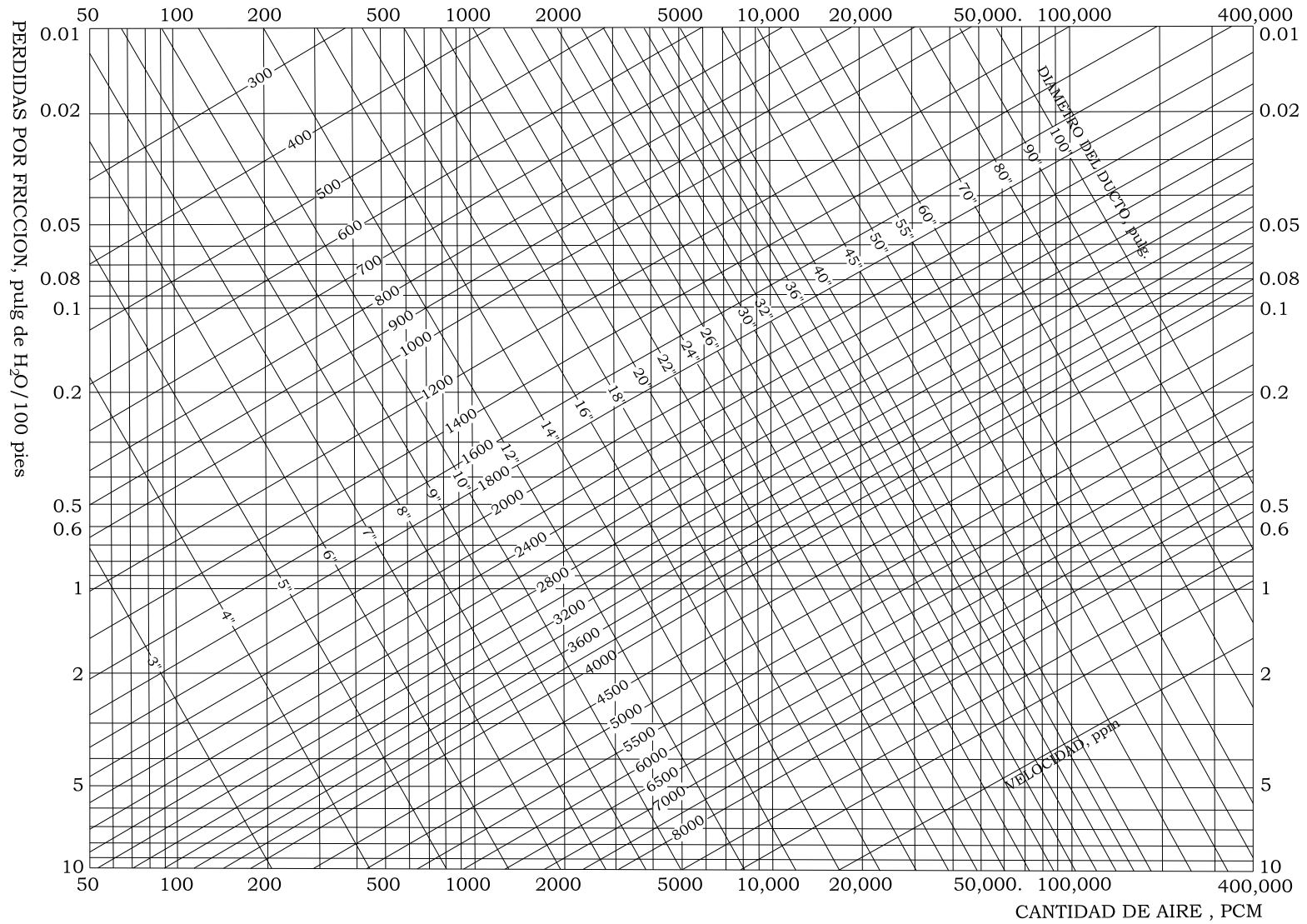
Si se utiliza el método de caída de presión constante, para el cálculo de ductos, se recomienda considerar una caída de presión de 8.50 mm/100 m (0.10 pulg/100 pies) para ductos de inyección y de 6.70 mm/100 m (0.80 pulg/100 pies) para ductos de retorno, ver Gráfica 22.1.

Tabla 21.1 Aire exterior para ventilación*

Aplicación	Ocupación máxima** estimada P/1000 pies ² ó 100 m ²	Requerimientos de aire exterior				Observaciones
		PCM/ P	L/s/ P	PCM/ pie ²	L/s/m ²	
Educación						
Salones de clase	50	15	8			Pueden requerirse sistemas especiales de control de contaminantes para algunos procesos o actividades incluyendo el manejo de animales de laboratorio.
Laboratorios	30	20	10			
Bibliotecas	20	15	8	0.10	0.50	
Corredores Auditorios	150	15	8			
Oficinas						
Área de oficinas	7	20	10			Algunos equipos de oficina pueden requerir extracción localizada.
Área de recepción	60	15	8			
Centros de comunicación y datos	60	20	10			Puede requerirse equipo suplementario de remoción de humo.
Salas de conferencia	50	20	10			
Alimentos y bebidas						
Comedores	70	20	10			Puede requerirse más ventilación al instalar una campana. La suma de aire exterior y de transferencia de calidad aceptable, de los espacios adyacentes, debe ser suficiente para proporcionar un rango de extracción no menor a 1.5 PCM/pie ² (7.5 L/s/m ²).
Cafetería, comida rápida	100	20	10			
Cocinas	20	15	8			
Deportiva y diversión						
Área de espectadores	150	15	8			
Sala de juegos	70	25	13			
Gimnasios	30	20	10			
Salón de baile	100	25	13			
Teatros						
Sala de estar	150	20	10			Será necesario aire adicional para eliminar los efectos especiales (p.e. vapor, humo, etc.)
Auditorio	150	15	8			

* La tabla indica los niveles de inyección de un aire exterior aceptable para una adecuada calidad de aire interior. Estos valores fueron seleccionados para un control del CO₂ y otros contaminantes con un adecuado margen de seguridad teniendo en cuenta una saludable variación de cantidad de personas, niveles de actividad, y una moderada cantidad de humo.

** Espacio Neto ocupable.



PERDIDAS POR FRICCIÓN EN DUCTOS CIRCULARES ($\rho = 0.075 \text{ lbm/pie}^3$ y $\mu = 0.0003 \text{ pies}$)

Gráfica 22.1 Perdas por fricción ductos circulares.

Tabla 23.1 Diámetro equivalente circular de ducto rectangular para igual fricción y capacidad.

Longitud Ady. (b)	Longitud de uno de los lados del ducto rectangular (a), mm																			
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
	Diámetro de ducto circular, mm																			
100	109																			
125	122	137																		
150	133	150	164																	
175	143	161	177	191																
200	152	172	189	204	219															
225	161	181	200	216	232	246														
250	169	190	210	228	244	259	273													
275	176	199	220	238	256	272	287	301												
300	183	207	229	248	266	283	299	314	328											
350	195	222	245	267	286	305	322	339	354	383										
400	207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	437									
450	217	247	274	299	321	343	363	382	400	433	464	492								
500	227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	488	518	547							
550	236	269	299	326	352	375	398	419	439	477	511	543	573	601						
600	245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	533	567	598	628	656					
650	253	289	321	351	378	404	429	452	474	515	553	589	622	653	683	711				
700	261	298	331	362	391	418	443	467	490	533	573	610	644	677	708	737	765			
750	268	306	341	373	402	430	457	482	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820		
800	275	314	350	383	414	442	470	496	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	
900	289	330	367	402	435	465	494	522	548	597	643	689	726	763	799	833	866	897	927	984
1000	301	344	384	420	454	486	517	546	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	1037
1100	313	358	399	437	473	506	538	569	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1022	1086
1200	324	370	413	453	490	525	558	590	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1030	1066	1133
1300	334	382	426	468	506	543	577	610	642	701	757	808	857	904	948	990	1031	1069	1107	1177
1400	344	394	439	482	522	559	595	629	662	724	781	835	886	934	980	1024	1066	1107	1146	1220
1500	353	404	452	495	536	575	612	648	681	745	805	860	913	963	1011	1057	1100	1143	1183	1260
1600	362	415	463	508	551	591	629	665	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1298
1700	371	425	475	521	564	605	644	682	718	785	849	908	964	1018	1069	1118	1164	1209	1253	1335
1800	379	434	485	533	577	619	660	698	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1371
1900	387	444	496	544	590	663	674	713	751	823	889	952	1012	1068	1122	1174	1224	1271	1318	1405
2000	395	453	506	555	602	646	688	728	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1384	1438
2100	402	461	516	566	614	659	702	743	782	857	927	993	1055	1115	1172	1226	1279	1329	1378	1470
2200	410	470	525	577	625	671	715	757	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1251	1305	1356	1406	1501
2300	417	478	534	587	636	683	728	771	812	890	963	1031	1097	1159	1218	1275	1330	1383	1434	1532
2400	424	486	543	597	647	695	740	784	826	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1561
2500	430	494	552	606	658	706	753	797	840	920	996	1068	1136	1200	1262	1322	1379	1434	1488	1598
2600	437	501	560	616	668	717	764	810	853	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1459	1513	1617
2700	443	509	569	625	678	728	776	822	866	950	1028	1102	1173	1240	1304	1366	1425	1483	1538	1644
2800	450	516	577	634	688	738	787	834	879	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1670
2900	456	523	585	643	697	749	798	845	891	977	1058	1135	1208	1277	1344	1408	1469	1529	1586	1696

Tabla 23.1 (Continuación) Diámetro equivalente circular de ducto rectangular para igual fricción y capacidad.

Longitud Ady. (b)	Longitud de uno de los lados del ducto rectangular (a), mm																			
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
Diámetro de ducto circular, mm																				
1000	1093																			
1100	1146	1202																		
1200	1196	1256	1312																	
1300	1244	1306	1365	1421																
1400	1289	1354	1416	1475	1530															
1500	1332	1400	1464	1529	1584	1640														
1600	1373	1444	1511	1574	1635	1693	1749													
1700	1413	1486	1555	1621	1684	1745	1803	1858												
1800	1451	1527	1598	1667	1732	1794	1854	1912	1968											
1900	1488	1566	1640	1710	1778	1842	1904	1964	2021	2077										
2000	1523	1604	1680	1753	1822	1889	1952	2014	2073	2131	2186									
2100	1558	1640	1719	1793	1865	1933	1999	2063	2124	2183	2240	2296								
2200	1591	1676	1756	1833	1906	1977	2044	2110	2173	2233	2292	2350	2405							
2300	1623	1710	1793	1871	1947	2019	2088	2155	2220	2283	2343	2402	2459	2514						
2400	1655	1744	1828	1909	1986	2060	2131	2200	2266	2330	2393	2453	2511	2568	2624					
2500	1685	1776	1862	1945	2024	2100	2173	2243	2311	2377	2441	2502	2562	2621	2678	2733				
2600	1715	1808	1896	1980	2061	2139	2213	2285	2355	2422	2487	2551	2612	2672	2730	2787	2842			
2700	1744	1839	1929	2015	2097	2177	2253	2327	2398	2466	2533	2598	2661	2722	2782	2840	2896	2952		
2800	1772	1869	1961	2048	2133	2214	2292	2367	2439	2510	2578	2644	2708	2771	2832	2891	2949	3006	3061	
2900	1800	1898	1992	2081	2167	2250	2329	2406	2480	2552	2621	2689	2755	2819	2881	2941	3001	3058	3115	3170

Fuente: Normas ASHRAE 2001, 34-10

La gráfica 22.1 esta basada en aire estándar, ductos de lámina galvanizada con una rugosidad absoluta de 0.09 mm (0.0003 pies).

23. DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE.

Los ductos pueden ser de sección circular, rectangular, ovalada o combinación de estas formas. Si se requiere transformar el ducto circular a ducto rectangular éste último debe conservar, preferentemente, como máximo una proporción de $3:1$, del lado mayor al menor. Para hacer la transformación de ducto circular a rectangular y viceversa, se utiliza la fórmula siguiente:

$$De = \frac{1.3(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}} = 1.3 \sqrt[8]{\frac{(ab)^5}{(a+b)^2}} \quad 23.1$$

donde:

- De Diámetro equivalente de ducto circular a ducto rectangular para igual longitud, resistencia del fluido, flujo de aire, mm,
- a Dimensión de uno de los lados del ducto, mm,
- b Dimensión del otro lado del ducto, mm.

La ecuación anterior es la base para desarrollar la tabla de equivalente circular de ducto rectangular para igual fricción y capacidad, ver Tabla 23.1.

En la elaboración de ductos deberá usarse lámina galvanizada o de aluminio, según el nivel de contaminación de la zona. Para lugares con condiciones ambientales normales debe usarse lámina galvanizada, y lámina de aluminio para lugares con alta contaminación. Los ductos deben ser del calibre adecuado según sus dimensiones, para determinar el calibre de lámina de ductos rectangulares, ver Tabla 23.2.

Tabla 23.2 Tabla de calibres de lamina.

Dimensión del lado mayor del ducto		Calibre de lámina	
cm	pulgadas	Galvanizada	Aluminio
0-30	0-12	26	24
31-76	13-30	24	22
77-135	31-54	22	20
136-210	55-84	20	18

24. DUCTOS FLEXIBLES.

Los ductos flexibles son utilizados para conectar accesorios a equipos terminales tales como cajas de mezcla, cajas de volumen variable, difusores y rejillas, etc. a los ramales principales. Los ductos flexibles más utilizados son de alambre reforzado en espiral y cubierto con tela de vinil, al interior una tela del mismo material debidamente sellado y rematado con collares metálicos para unir a los diferentes dispositivos por medio de grapas. Los ductos flexibles con aislamiento térmico y barrera de vapor integrada de fábrica se recomiendan solo donde se requieren niveles de ruido muy bajos.

25. AISLAMIENTO TÉRMICO DE DUCTOS PARA AIRE ACONDICIONADO.

Los ductos de aire acondicionado interiores deberán aislarse con colchoneta de fibra de vidrio, con recubrimiento de aluminio reforzado con kraft, de 25 mm (1”) de espesor y resistividad de 0.581 (m²*K)/W [3.3 hr*pie²*F/BTU]. Los ductos de aire acondicionado que se instalen a la intemperie deberán aislarse con colchoneta de fibra de vidrio, con recubrimiento de aluminio reforzado con kraft, con espesor de 38 mm (1-1/2”) y resistividad de 0.581 (m²*K)/W [3.3 hr*pie²*F/BTU], debiendo protegerse el aislamiento con sobreducto de lámina galvanizada calibre 24 o

con un recubrimiento a base de cemento monolítico de 25 mm (1”) de espesor aplicado sobre manta y tela de metal desplegado, ambos acabados con impermeabilizante y pintura color claro.

Los ductos de aire acondicionado que alimenten locales muy sensibles al ruido deben aislarse térmica y acústicamente por el interior de los mismos por medio de aislantes térmicos aprobados para este fin, tomando en cuenta la temperatura de operación del ducto y la velocidad del aire dentro del mismo.

26. VENTILACIÓN MECÁNICA.

La forma más económica de eliminar el aire viciado de un local es por medio de la ventilación mecánica, ya sea ventilación, extracción o combinación de ambas. Esta forma de acondicionamiento es usada donde la temperatura y la humedad del aire no son parámetros a controlar, como en cuartos de máquinas, cocinas, estacionamientos, talleres pesados y cualquier local de edificios ubicados en el altiplano, suponiendo que la ventilación natural no es suficiente por el tipo de construcción.

La cantidad de aire a manejar se debe determinar en función al uso del local y su volumen, ver Tabla 26.1.

27. USO DE PRESIONES POSITIVAS O NEGATIVAS EN LOS LOCALES.

En locales altamente contaminados se debe mantener una presión negativa con respecto a los espacios circunvecinos; por el contrario, en locales donde el aire es más limpio, que el de los alrededores, se debe crear una presión positiva.

Tabla 26.1 Ventilación mecánica recomendada para diferentes locales.

ESPACIOS A VENTILARSE	Cambios por hora	Minutos por cambio
Almacenes	4-6	15-12
Auditorios	12	5
Aulas	10	6
Casetas de proyección	30	2
Clubes	12	5
Cocinas	30	2
Cocheras	12	5
Cuartos de Máquinas	7.50	8
Laboratorios	10-20	6-3
Lavanderías	20-30	3-2
Oficinas	10	6
Panaderías y Reposterías	20	3
Restaurantes	12	5
Sanitarios privados	12	5
Sanitarios públicos	20	3
Talleres	10	6
Vestidores	10	6

28. CAMPANAS DE EXTRACCIÓN.

En locales donde la fuente de contaminación o calor esté muy concentrada, como en cocinas, casetas de soldadura y mesas de laboratorio, deberán instalarse campanas de extracción. El sistema de extracción deberá tener la capacidad suficiente para mantener una velocidad de entrada, a las campanas, no menor a lo indicado en la Tabla 28.1.

Tabla 28.1 Velocidad de entrada a campanas de extracción.

Área en m ²	Velocidad mínima en m/seg según el tipo de campana	
	Campanas adosadas a muro	Campanas aisladas
Hasta 1	0.80	1.00
2	0.62	0.77
4	0.41	0.51
6	0.31	0.38
8	0.26	0.32
10	0.24	0.30

29. CAMPANAS DE EXTRACCIÓN DE COCINAS.

Las campanas de extracción de cocinas serán de acero inoxidable y estarán equipadas con filtro de grasa de aluminio lavable de alta velocidad, con depósito de grasa.

30. DUCTOS DE EXTRACCIÓN DE COCINAS.

Los ductos de extracción de cocinas serán de lámina negra calibre 16 o de acero inoxidable calibre 18, con uniones soldadas, debiéndose instalar un registro en la cara lateral del codo de cambio de dirección de horizontal a vertical, para la limpieza de la grasa, con un cople de 25 mm de diámetro y tapón capa galvanizado, soldado en la parte más baja de la trampa, con compuerta contra incendio que desconecte el extractor en caso de incendio, ver detalles en la Figura 30.1.

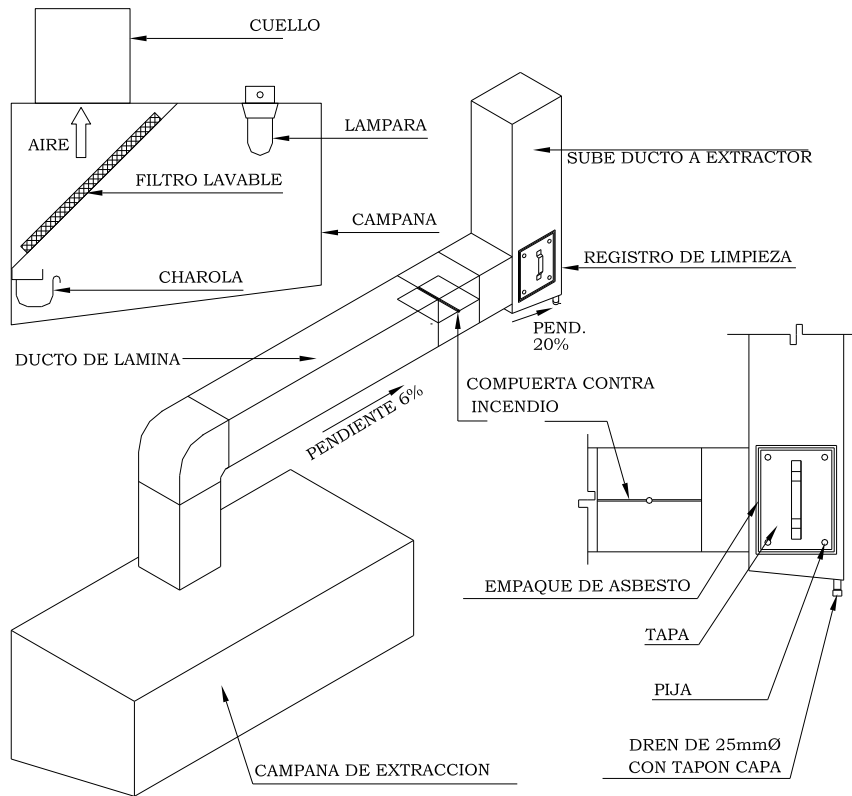


Figura 30.1 Detalle de instalación de campana de extracción

31. VELOCIDAD DEL AIRE EN LOS DUCTOS DE EXTRACCIÓN DE COCINAS.

La velocidad del aire en los ductos de extracción de cocinas debe variar entre 7.50 y 10.50 m/seg (1500 y 2100 ppm), con el fin de evitar el condensado de grasa en las paredes de los ductos.

32. AIRE DE REPOSICIÓN EN COCINAS CONTIGUAS A COMEDORES.

En las cocinas contiguas a comedores, ubicadas en zonas climáticas que ameriten la instalación de aire acondicionado, se deberá proveer un sistema de aire de reposición, previamente

filtrado pero sin tratamiento de temperatura y humedad, el cual se suministrará alrededor de la campana. La cantidad de aire de reposición debe ser el 85% del aire extraído por la campana, con el fin de asegurar que no haya fuga de olores hacia el comedor.

33. ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

Un método sencillo y económico para acondicionar un local es el enfriamiento evaporativo, el cuál es muy aplicado en lugares con clima cálido y seco, cuando la humedad relativa alta no causa problemas al equipo o la actividad desarrollada en el local. El volumen de aire manejado que se recomienda es igual al indicado para la ventilación mecánica, ver Tabla 26.1.

34. GANANCIA DE CALOR POR PERSONAS.

Las personas que ocupan un lugar acondicionado producen una gran cantidad de calor dependiendo de la temperatura interior y el grado de actividad física o mental que estén realizando, ver Tabla 34.1.

35. GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACIÓN.

El calor generado por la iluminación incandescente es:

$$Q = E \times 0.86 \text{ Kcal/hr}, \tag{35.1}$$

donde:

E Consumo eléctrico en watts.

Por la iluminación fluorescente es:

$$Q = E \times Fb \times 0.86 \text{ Kcal/hr}, \tag{35.2}$$

donde:

E Consumo eléctrico en watts,

Fb Factor de balastro.

El valor de *Fb* es de 1.20 para balastros electromagnéticos y 1.05 para balastros electrónicos de alta eficiencia.

Tabla 34.1 Calor producido por las personas, kcal/h.

Grado de actividad	Aplicación típica	Relación metabólica de un hombre adulto	Grupo de personas % de composición del grupo			Promedio de la relación metabólica	Temperaturas del cuarto °C									
			Hombre	Mujer	Niño		28		27		26		24		21	
							Sens.	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Lat.
Sentado	Teatro	98	45	45	10	88	44	44	49	39	53	35	58	30	66	23
Sentado trabajo ligero	Escuela	113	50	50	0	101	45	55	49	52	54	47	60	40	69	32
Trabajo de oficina, actividad moderada	Oficinas, Hoteles, Deptos.	120	50	50	0	113	50	68	50	63	54	59	62	52	72	42
Parados; Caminando despacio	Tienda de ropa, Almacenes	137	10	70	20	113	50	68	50	63	54	71	62	52	72	42
Caminando, sentado, de pie, caminando despacio	Cafeterías Bancos	139	21	71	10	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
Trabajo sedentario	Restaurantes	126	50	50	0	139	48	91	55	83	60	78	71	68	81	58
Trabajo ligero	Fabrica, Trabajo ligero	201	60	40	0	189	48	141	55	134	62	127	74	145	92	72
Baile moderado	Salas de baile	227	50	50	0	214	55	159	62	152	69	145	82	132	101	113
Caminando, 5 kph	Fabricas, Trabajo algo pesado	252	100	0	0	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	136
Jugando	Boliche	378	75	25	0	365	113	252	117	248	122	243	132	233	152	213

36. GANANCIA DE CALOR POR MOTORES.

Los motores eléctricos proporcionan calor sensible al funcionar, cuando estos se encuentran dentro de la corriente de aire o dentro del espacio acondicionado, esta ganancia se debe considerar, ver Tabla 36.1.

Tabla 36.1 Ganancia de calor por motores eléctricos.

Datos de placa HP	Eficiencia aproximada	Ganancia de calor, kcal/hr/HP para operación continua
¼ HP y menor	60	1060
½ a 1	70	910
1 ½ a 5	80	810
7 ½ a 20	85	760
Mayor de 20 HP	88	730

Nota: se asume que la carga y el motor están dentro de la corriente de aire y que la carga es igual o similar al dato de placa del motor. En general, estas consideraciones son ciertas, especialmente para motores de 20 HP o menores.

37. GANANCIA DE CALOR POR EQUIPO ELÉCTRICO.

El calor producido por los diferentes tipos de aparatos y equipos eléctricos, incluyendo los contactos para cargas pequeñas, debe cuantificarse tomando en cuenta un factor de demanda, cuando no todo el equipo funcione simultáneamente.

$$Q = E \times 0.86 \times Fd \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (37.1)$$

Donde:

E Consumo eléctrico en watts,

Fd Factor de demanda.

38. CÁLCULO DE TUBERÍAS PARA AGUA.

Deben diseñarse las tuberías para agua tomando en cuenta el costo inicial, costo de operación y mantenimiento, velocidad del

agua y caída de presión, con una caída de presión no mayor a 10 m de columna de agua por cada 100 m de tubería equivalente, verificando que la velocidad del agua se mantenga entre 1.00 y 3.00 m/s (3.00 y 10 pies/seg).

39. MATERIAL DE LAS TUBERÍAS PARA AGUA.

Las tuberías para la conducción de agua fría o caliente pueden ser de los siguientes materiales.

- a) Cobre tipo "M", hasta 50 mm de diámetro (2"), (agua fría o caliente).
- b) Fierro galvanizado cédula 40 (agua fría o caliente).
- c) Polipropileno o similar (agua fría).

40. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS PARA AGUA.

Todas las tuberías de agua helada, retorno de agua helada, agua caliente y retorno de agua caliente deberán aislarse térmicamente. Al aislamiento térmico de las tuberías de agua helada se les deberá agregar una capa permeable como barrera de vapor y una protección a base de lámina de aluminio, tipo insulcover de 0.718 mm de espesor, traslapada un centímetro longitudinalmente y sujeta con remaches pop de 3.2 mm (1/8") a cada 30 cm, aplicando sellador en las juntas. Ver tabla 40.1

Tabla 40.1 Aislamiento térmico de tuberías para agua helada.

Temperatura del agua en °C (°F)	Diámetro de la tubería				
	Hasta 2.5 cm (1")	3.2 a 5.0 cm (1.1/4" a 2")	6.3 a 10 cm (2.5" a 4")	15 cm (6")	20 cm (8"9 o más)
4.4 a 12.8 (40-55)	1.27 cm (1/2")	1.27 cm (1/2")	1.94 cm (3/4")	2.54 cm (1")	2.54 cm (1")
Menos de 4.4 (40)	2.54 cm (1")	2.54 cm (1")	3.81 cm (1.1/2")	3.81 cm (1.1/2")	3.81 cm (1.1/2")

La conductividad del aislamiento debe ser de 0.11 a 0.13 W/(m2 °K) [0.23 a 0.27 BTU in /hr pie2 °F].

La temperatura media exterior considerada es de 23.4 °C (75 °F).

41. MEMORIA DE CÁLCULO.

Se debe presentar la memoria de cálculo correspondiente que justifique la capacidad de los equipos especificados, que contenga las bases de proyecto indispensables, como son: ubicación geográfica, altura sobre nivel de mar, condiciones de diseño exterior, condiciones de diseño interior, coeficientes de transmisión térmica, número de personas y carga eléctrica.

42. PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE AIRE ACONDICIONADO, VENTILACIÓN, EXTRACCIÓN Y AIRE LAVADO.

Los proyectos de instalación de aire acondicionado, ventilación, extracción y aire lavado deben contener simbología, especificaciones de materiales, cuadros de equipo, detalles de instalación, diagramas de control, dimensiones y caudal de aire en ductos, rejillas y difusores, dimensiones y caudal de tuberías para agua, y todo lo necesario para su correcta interpretación, ejecución en obra y su mantenimiento futuro.

43. SIMBOLOGÍA.

Los símbolos empleados en el diseño de las instalaciones de aire acondicionado, deben ser claros y a la escala del plano. Con el fin de tener uniformidad en la presentación del diseño de los sistemas de aire acondicionado deberán emplearse los siguientes símbolos, ver Tabla 42.1.

Tabla 43.1 Simbología.

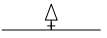
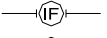
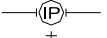
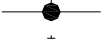
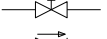









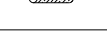
	ACUASTATO
	INTERRUPTOR DE FLUJO
	INTERRUPTOR DE PRESION
	VALVULA DE GLOBO
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE RETENCION
	VALVULA SOLENOIDE
	VALVULA MOTORIZADA DE TRES VIAS
	VALVULA MOTORIZADA DE DOS VIAS
	VALVULA DE EXPANSION
	FILTRO DESHIDRATADOR
	MIRILLA
	VALVULA DE FLOTADOR
	COLADERA
	AISLAMIENTO PARA TUBERIA

Tabla 43.1 (Continuación) Simbología.

	DUCTO DE INYECCION QUE SUBE
	DUCTO DE INYECCION QUE BAJA
	DUCTO DE RETORNO QUE SUBE
	DUCTO DE RETORNO QUE BAJA
	DUCTO DE EXTRACCION QUE SUBE
	DUCTO DE EXTRACCION QUE BAJA
	JUNTA FLEXIBLE DE LONA
	DUCTO QUE SE DIVIDE DE LA DIMENSION INDICADA
	FILTROS METALICOS LAVABLES
	FILTROS DE BOLSA
	FILTROS ABSOLUTOS
	MANOMETRO
	TERMOSTATO DE CUARTO
	HUMIDISTATO DE CUARTO
	TERMOSTATO DE BULBO REMOTO
	DREN DE CONDENSADOS
	LINEAS DE GAS REFRIGERANTE
	TUBERIA DE AGUA HELADA
	RETORNO DE AGUA HELADA
	LINEA DE SUCCION
	LINEAS DE LIQUIDO
	FILTRO "Y"
	REDUCCION CONCENTRICA
	REDUCCION EXCENTRICA
	JUNTA DE EXPANSION
	CONEXION FLEXIBLE
	TUERCA UNION
	MANOMETRO
	TERMOMETRO

Tabla 43.1 (Continuación) Simbología.

VI	VENTILADOR DE INYECCION	
VE	VENTILADOR DE EXTRACCION	
BAH	BOMBA DE AGUA HELADA	
BAC	BOMBA DE AGUA CALIENTE	
UP	UNIDAD TIPO PAQUETE	
UV	UNIDAD DE VENTANA	
UD	UNIDAD DIVIDIDA	
MS	UNIDAD MINI SPLIT	
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	
UC	UNIDAD CONDENSADORA	
F&C	UNIDAD FAN & COIL	
UGAH	UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA (CHILLER)	
TEX	TANQUE DE EXPANSION	
ULA	UNIDAD LAVADORA DE AIRE	
VG	VENTILADOR DE GRAVEDAD	
VT	VENTILADOR DE TECHO	
P.E.	PRESION ESTATICA	
P.C.M.	PIES CUBICOS POR MINUTO	
R.P.M.	REVOLUCIONES POR MINUTO	
TAE	TOMA DE AIRE EXTERIOR	
	DI	DIFUSOR DE INYECCION
	RR	REJILLA DE RETORNO
	RP	REJILLA DE PASO
	RI	REJILLA DE INYECCION
	RE	REJILLA DE EXTRACCION
	CCV	COMPUERTA DE CONTROL DE VOLUMEN
		DUCTO DE LA DIMENSION Y GASTO INDICADOS
		DUCTO CON AISLAMIENTO TERMICO INTERIOR
		DUCTO FLEXIBLE
	CG	COMPUERTA DE GRAVEDAD

44. DETALLES DE INSTALACIÓN.

Los proyectos de aire acondicionado, ventilación, extracción y aire lavado deberán contar con los detalles constructivos necesarios para su correcta interpretación y ejecución en obra, para tal efecto se presentan los siguientes detalles de instalación.

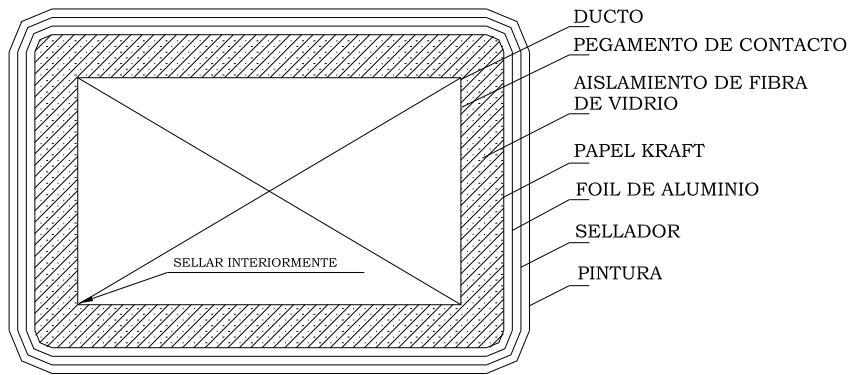


Figura 44.1 Detalle de aislamiento de ducto interior.

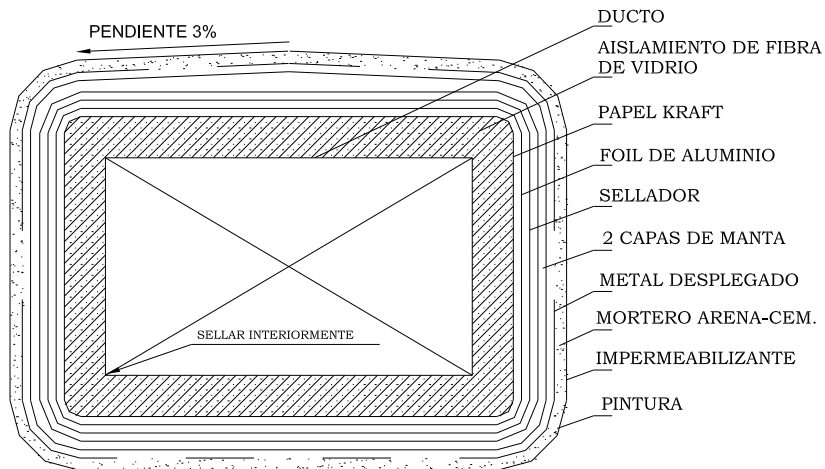
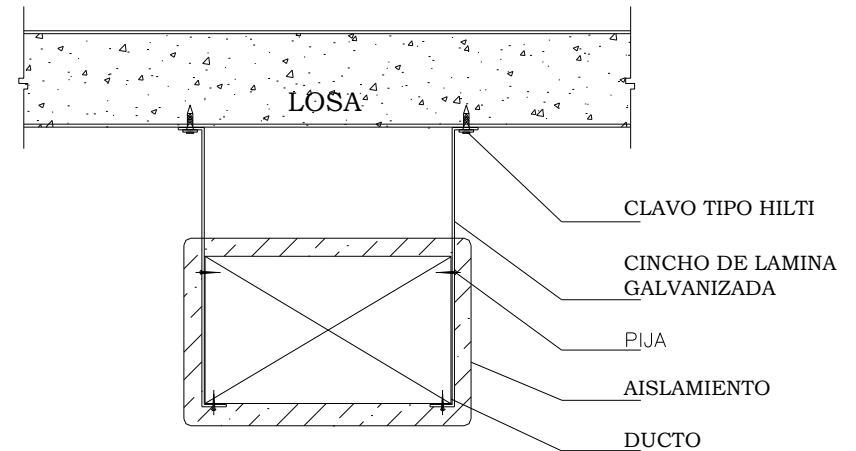
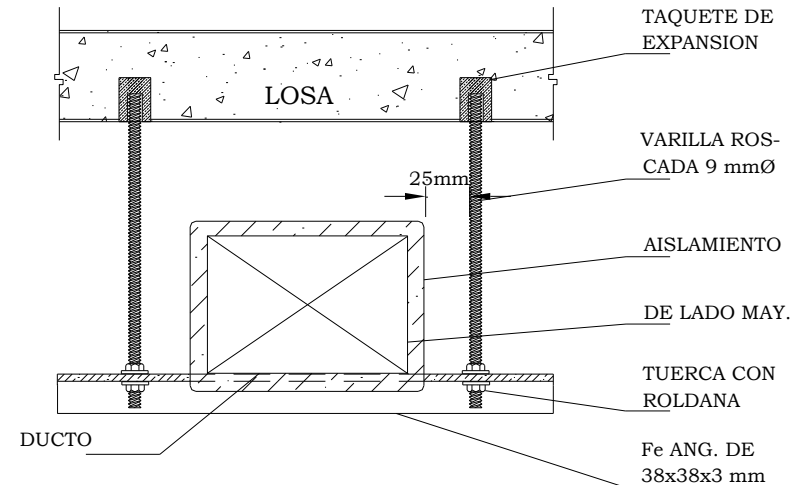


Figura 44.2 Detalle de aislamiento de ducto exterior.



DUCTO CON LADO MAYOR MENOR A 1.00 m

Figura 44.3 Detalle de soporte de ducto a losa.



DUCTO CON LADO MAYOR MAYOR A 1.00 m

Figura 44.4 Detalle de soporte de ducto a losa.

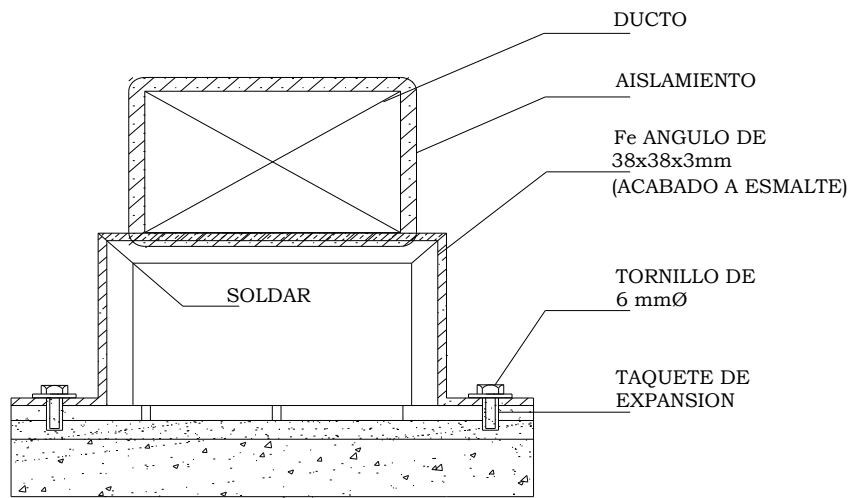


Figura 44.5 Detalle de soporte de ducto en azotea.

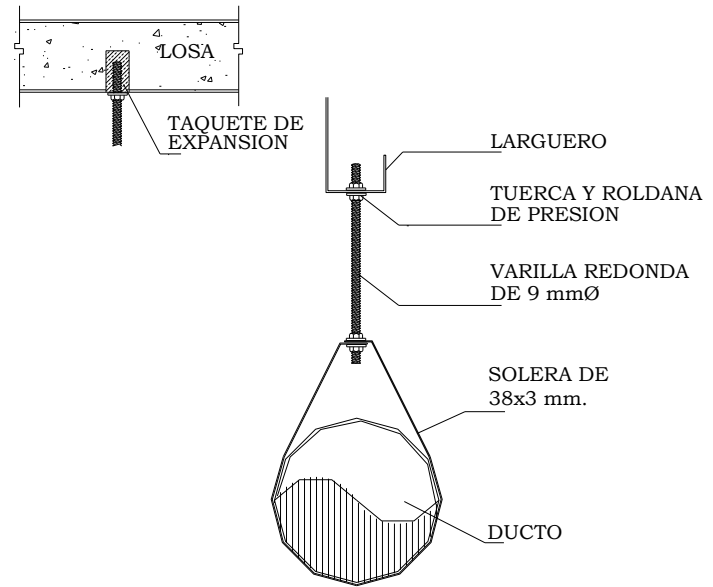


Figura 44.7 Detalle de soporte de ducto redondo.

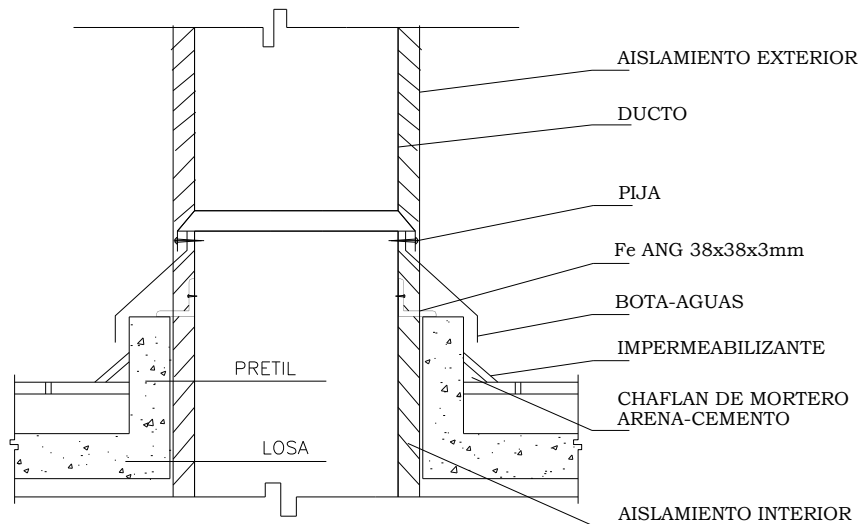


Figura 44.6 Detalle de paso de ducto en azotea.

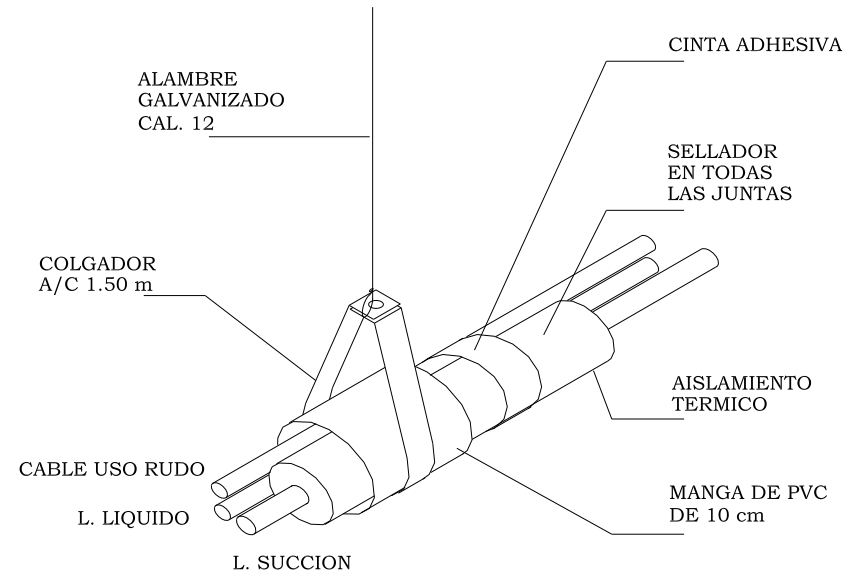


Figura 44.8 Detalle de soporte de tuberías de gas REF.

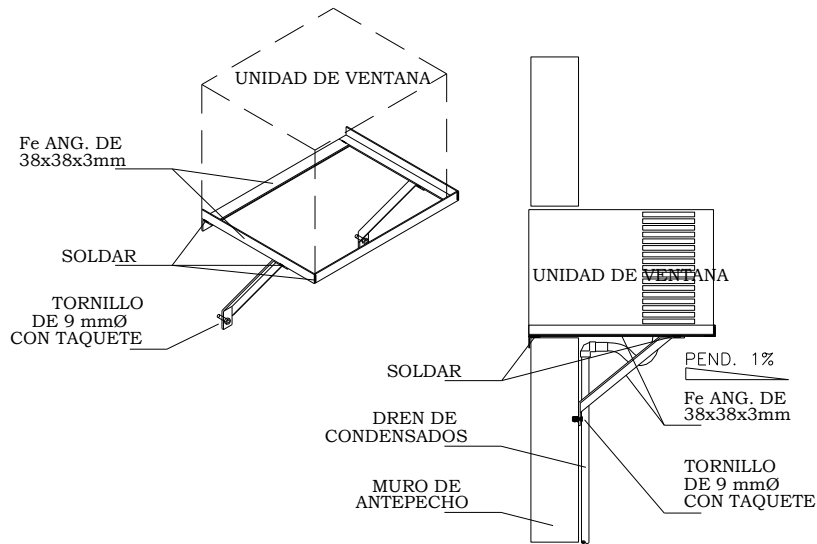
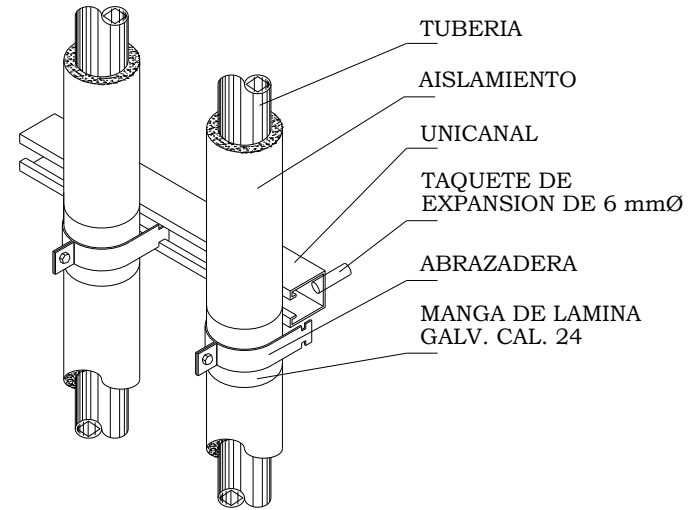


Figura 44.9 Detalle de soporte unidad de ventana S. muro.



TUBERIAS DE 50 mmØ Y MENORES

Figura 44.11 Detalle de soporte de tubería verticales.

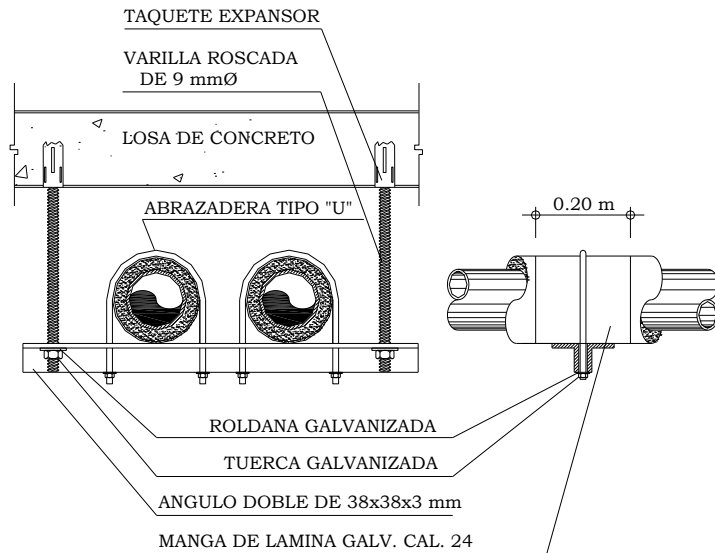
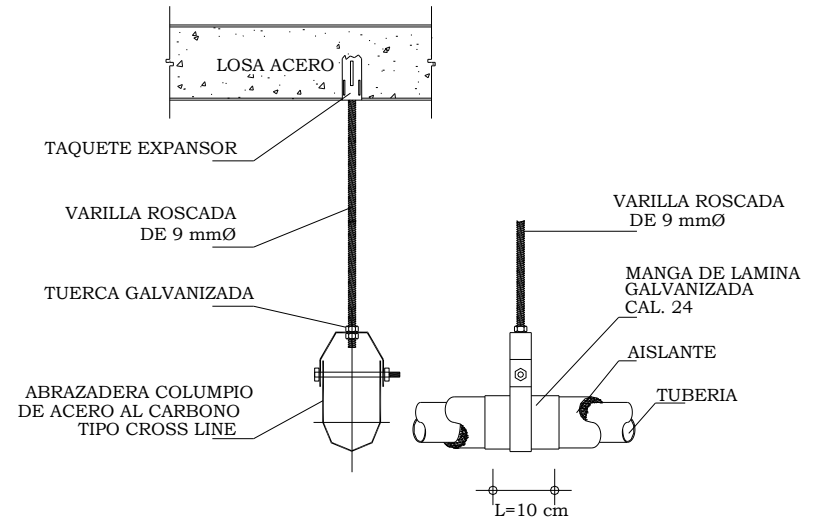


Figura 44.10 Detalle de soporte de tubería en losa.



SEPARACION ENTRE SOPORTES 1.80 m

Figura 44.12 Detalle de soporte individual de tubo en losa.

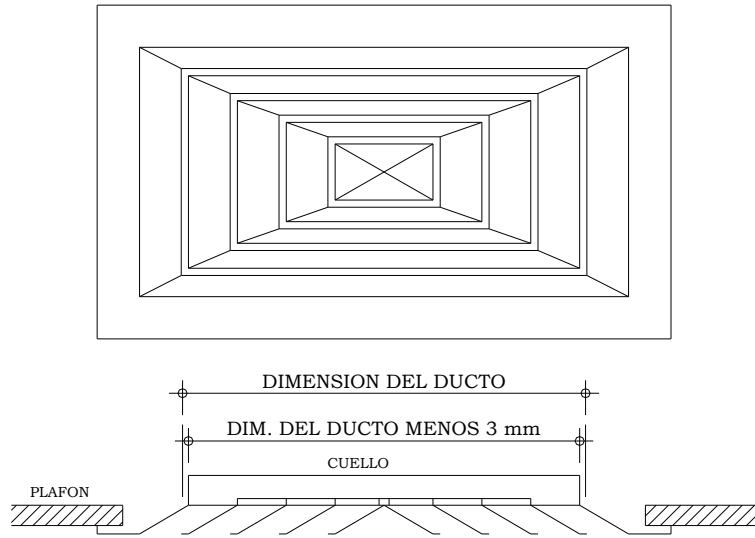


Figura 44.13 Detalle de instalación del difusor.



Figura 44.14 Detalle de instalación de rejilla.