

## DISEÑO Y CALCULO DE CARPINTERIAS 2

### Cálculo de resistencia al viento

La carga de viento es generalmente la máxima solicitación estructural que recibe una ventana. Su verificación, tanto de los perfiles como del vidrio son el principal cálculo que debemos enfrentar. No necesariamente lo debe realizar el diseñador, puede exigirse al carpintero su verificación. Y para un control general existen ábacos de fácil acceso para verificar ambos elementos. Lo que no puede ocurrir, es omitir este paso, ya que no sólo protege la integridad estructural de la carpintería sino que indirectamente nos selecciona perfiles de la performance adecuada para cada caso.

### ESTATICA DE LA VENTANA

#### Paso 1: Cálculo de la carga

La carga principal que soporta una carpintería es generalmente la presión del viento. La misma puede calcularse de varias formas, la más exacta y adecuada es a través del Reglamento CIRSOC 102. El cálculo normalmente lo realiza el asesor estructural, cuando son edificios de altura, y en el caso de alturas máximas de 10 metros, el nuevo reglamento suministra una tabla de entrada directa.

Otra variante, más sencilla es a través de la norma IRAM 12565 "Determinación del espesor adecuado de vidrios". Al ser un proceso simplificado del lado de la seguridad otorga valores bastante más altos, y por ende más costosos.

En la tabla siguiente sugerimos algunos valores **orientativos** con el objeto de un predimensionado. Las **cargas finales deben verificarse en forma precisa**.

Zona	Altura (m)	Presión (kg/m <sup>2</sup> )
Urbana o suburbana	< 10	60
Construcción dispersa	<10	80
Urbana	10<h<25	100

Valores válidos para la República Argentina con excepción del litoral patagónico.

Algunos especialistas toman directamente el valor de 100 kg/m<sup>2</sup> para cualquier caso en una ciudad.

Hay tres conceptos fundamentales que determinan la carga de viento:

- Velocidad básica.
- Altura.
- Rugosidad del terreno (categoría de exposición en el nuevo reglamento).

Observando la **Figura 1**, vemos que a excepción del litoral patagónico, las velocidades básicas de diseño de la República Argentina varían entre 40 y 50 m/seg.

Con lo cual si efectuamos un análisis de sensibilidad veremos que el **segundo y tercer punto son determinantes**. Fácilmente en la misma zona geográfica podemos variar el resultado en un 100 ó 200%.

El último concepto a tener en cuenta, que veremos más adelante, será el **tamaño de la ventana, y del vidrio (en paños fijos sin travesaños prestar especial atención)**.

#### Paso 2: Verificación del vidrio

El cálculo del espesor está indicado en la norma antes mencionada. El mismo pue-



ING. FABIO TONCO

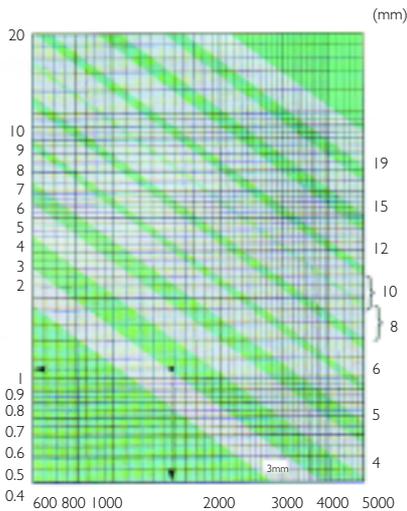
Consultor Técnico de Oblak Hnos., varias PyMEs del sector y Estudios de Arquitectura. Miembro de la comisión de Carpintería de Obra de IRAM. Ha dictado conferencias técnicas sobre carpinterías en la Argentina y Bolivia. Socio del estudio Sibiloni & Tonco.



Figura 1

de solicitarse al Departamento Técnico de VASA o en el Manual del Vidrio Plano editado por CAVIPLAN, cuya redacción y recopilación de datos estuvo a cargo del Ing. Carlos Pearson. Solo mencionaremos a título ilustrativo sus pasos conceptuales, recomendamos solicitarla ya que es de muy fácil comprensión.

**FLOAT: simple vidrio soportado en sus cuatro bordes**



**Figura 2: Abaco de vidrio**

Se necesitan los siguientes datos para el cálculo:

- Superficie del vidrio.
- Relación de lados.
- Forma de sustentación.
- Presión del viento ( $N/m^2$ ).

La tabla del ejemplo, fue confeccionada para un vidrio monolítico sustentado en sus cuatro caras, y una relación de lados no superior de 3:1. Entrando con la presión y la superficie obtenemos un punto de intersección de ambos datos, que nos ubica en una banda; dentro de ella nos movemos hacia el límite inferior si la relación de lados es de 1:1 o hacia el límite superior si es 3:1.

Para Doble Vidriado Hermético, vidrio laminado, templado o con otras formas de sustentación, existen diferentes tablas. Para casos especiales se debe recurrir a un asesor en el tema.

**Paso 3: Verificación del perfil**

El vidrio toma la carga del viento y siguiendo un modelo matemático igual al de una losa (Figura 3), la traslada a los perfiles que le sirven de apoyo. En aquellos solidarios al muro, lo hacen en forma directa, por lo cual no necesitan ninguna verifica-

ción. Nos ocuparemos de aquellos apoyados en sus extremos. Funcionarán como una viga simplemente apoyada, con una carga distribuida.

Dicha carga será la resultante de la presión de viento por el ancho de influencia de este perfil (a) (de igual modo que calculamos la carga q en una viga).

**Método exacto:**

Una memoria conceptual nos permite entender el funcionamiento de la estática de una ventana, y así poder exigir su verificación.

Una vez cargado nuestro perfil efectuaremos una verificación por deformaciones, no por resistencia.

Fórmula (simplificada para carga rectangular, la real es trapezoidal o triangular):  $F_{m\acute{a}x.} = (5/384) * q * L^4 / (E * J)$

Donde :

L: altura del poste libre a la cuarta.

Q: Ordenada de carga distribuida.

E: Modulo de elasticidad será:

Aluminio:  $700.000 \text{ kg/cm}^2$ ; Madera:  $100.000 \text{ kg/cm}^2$  (aprox.); Acero:  $2.100.000 \text{ kg/cm}^2$  (para ventanas de PVC usaremos este valor por su refuerzo)

J: Momento de inercia. El mismo será provisto por el fabricante. En caso de no conseguirlo, su cálculo en forma manual es bastante engorroso, lo más conveniente es utilizar la función de algún programa de CAD.

Una vez obtenida la deformación, verificaremos que sea menor a la admisible, según los siguientes datos:

Vidrio simple:  $l/200$  ó  $15 \text{ mm}$ ; Vidrio laminado:  $l/250$ ; Vidrio doble:  $l/300$  ó  $8 \text{ mm}$ .

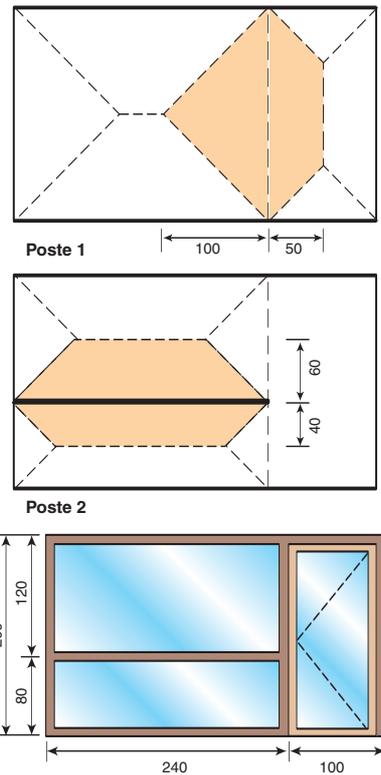
**Método simplificado:**

Los fabricantes de perfiles, publican ábacos para verificar sus ventanas. Generalmente están hechos para la tipología más frecuente, que es en el caso del aluminio es la ventana corrediza (Figura 4).

Elegimos el ábaco para la presión de viento más cercana a nuestro caso, y con el ancho de la ventana o de la hoja (depende del fabricante), y la altura verificamos que el perfil elegido sea el adecuado.

Muchas ventanas, aceptan para la misma línea varios parantes centrales, lo más frecuente es que se le agregue "un asa" que aumenta notablemente su inercia. En algunos diseños la misma es intercambiable o forma parte del perfil. El caso más llamativo es el del PVC, donde la inercia la brinda el refuerzo de acero interno, el cual pudo variar su espesor en función de la necesidad.

**Atención: La mayoría de estos ábacos fueron realizados para vidrio simple (flecha máx.  $l/200$ ), y no está aclarado en forma llamativa. Cuando se utilice DVH o laminado recordemos que las flechas admisibles son menores ( $l/300$  y  $l/250$  respectivamente). Por lo tanto, a iguales condiciones, la altura máxima admisible será menor.**



**Figura 3**

**Dimensiones máximas y mínimas**

Los manuales de perfiles proveen las medidas máximas de fabricación para cada sistema, y tipo de apertura. Para contar con el respaldo adecuado frente a un cliente, es conveniente respetarlo. También provee el dato de la medidas mínimas, las cuales responden a razones constructivas. Cuando estemos cerca de este límite no olvidemos verificar la estética de la misma, ya que la relación vidrio/perfil debe guardar cierta proporción. Son útiles los planos en escala de la carpintería a fabricar. Nos ayudará también a definir niveles de travesaños, alturas de manijas, etc. Los fabricantes de herrajes nos advierten sobre la capacidad portante de cada tipo. Un caso habitual es el peso que soporta cada modelo de rueda; cuando utilicemos DVH, vidrios laminados, o grandes dimensiones se debe verificar su resistencia.

**Norma IRAM**

La Norma IRAM 11507-1 clasifica las ventanas según su resistencia al viento en: V1, V2, V3 y V4. El criterio ha sido establecer una escala de presiones (ver cuadro) para las cuales las ventanas cumplen con la flecha máxima prevista.

**Resumen**

- **Cálculo de la presión de viento: Cirsoc 102. Método simplificado o exacto. Conceptualmente debemos observar: zona geográfica, rugosidad del terreno, altura de la carpintería, tamaño de la misma.**
- **Verificación del vidrio.**
- **Verificación del perfil. Método exacto o ábacos provistos por los fabricantes.**
- **Medidas máximas y mínimas de fabricación.**
- **Consulta de las Normas correspondientes a cada país.**

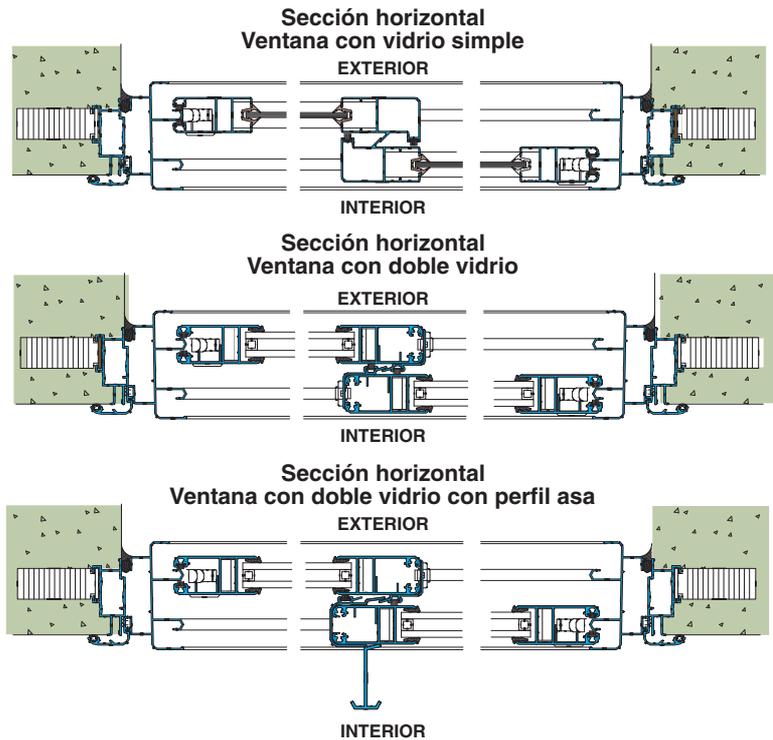


Figura 4: Abaco ventana corrediza

W: Presión de viento calculada según CIRSOC 102			
W<500 Pa	W<1000 Pa	W<1500 Pa	W<2000 Pa
V1	V2	V3	V4

V1, V2, V3, V4: categorías de ventanas según IRAM 11507-1

**Conclusión**

El objeto de esta nota es recordar que siempre debemos evaluar la resistencia al viento de una carpintería. En muchos casos no será necesaria su verificación, o algún método simplificado será suficiente. Y en la minoría deberemos efectuarla o exigir al proveedor que lo haga. Hemos brindado los elementos para evaluar esta necesidad y los conceptos básicos para resolverla técnicamente.

Si bien es cierto que los cálculos de presión se efectúan para ráfagas máximas con recurrencias muy a grandes, ya que debemos brindar seguridad estructural. Esto nos puede llevar a una conclusión falsa: El haber efectuado una inversión que el cliente sólo apreciará en ocasiones contadas.

Si una ventana no verifica estas normas, al operarla sentirá una sensación de gran fragilidad (abrir y cerrar, limpieza, desmonte de hojas). Por lo tanto en el uso cotidiano valorará la inversión realizada.

Los sistemas de perfiles más resistentes ya tienen resueltos en su diseño y accesorios otras prestaciones complementarias de ponderación más compleja: resistencia a la entrada de agua y aire, por ejemplo. Por lo tanto, al verificar al viento estoy barriendo en forma indirecta otras prestaciones importantes para el confort del usuario. En definitiva, la resistencia al viento de una carpintería se transforma en la cualidad principal para determinar la calidad de una abertura y debe encabezar la lista de exigencias de diseño