

2024



AH inGeniería
Tu aliado en cada proyecto Arquitectónico

C.C. SAN NICOLAS

MEMORIA DE CALCULO VENTANERIA

DESCRIPCIÓN

Memoria de cálculo de cerramientos de ventaneria y en aluminio y vidrio, cumpliendo los requerimientos mínimos exigidos en la norma de diseño y construcción sismo resistente del 2010 (NSR-10).

ANDRES HURTADO

Ingeniero Civil | Esp. | MSc. |



Alumínios y Fachadas
A N T I O Q U I A S. A. S.

INDICE

1. ESPECIFICACIONES	3
2. AVALÚO DE CARGAS	5
2.1. CARGA MUERTA.....	5
2.2. CARGA VIVA	5
2.3. CARGA DE VIENTO	6
2.4. CARGA DE SISMO.....	8
2.5. COMBINACIÓN DE CARGAS.....	9
3. DISEÑO	11
3.1. VENTANAS V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25 y V26	12
4. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN	20
4.1. VENTANAS V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25 y V26	20
5. VIDRIO FLOTADO	22
5.1. VIDRIO 4 MM SOPORTADO EN CUATRO LADOS	23
5.2. VIDRIO 10 MM TEMPLADO SOPORTADO EN TRES LADOS	24
6. CONCLUSIONES	25

GRAFICOS

FIGURA 1.	ALZADAS DE PROYECTO DE REFERENCIA	3
FIGURA 2.	GEOMETRÍA GENERAL DE VENTANA V26	12
FIGURA 3.	D01 – DIVISOR VERTICAL DE VENTANA DE V26	12
FIGURA 4.	D02 – HORIZONTAL DE VENTANA V26	15
FIGURA 5.	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN V26	20
FIGURA 6.	RESISTENCIA MÁXIMA DE VIDRIO DE 4 MM TEMPLADO	23
FIGURA 7.	RESISTENCIA MÁXIMA DE VIDRIO DE 10 MM TEMPLADO	24

1. Especificaciones

Localización: Rionegro, Antioquia.

Proyecto: C.C. San Nicolas

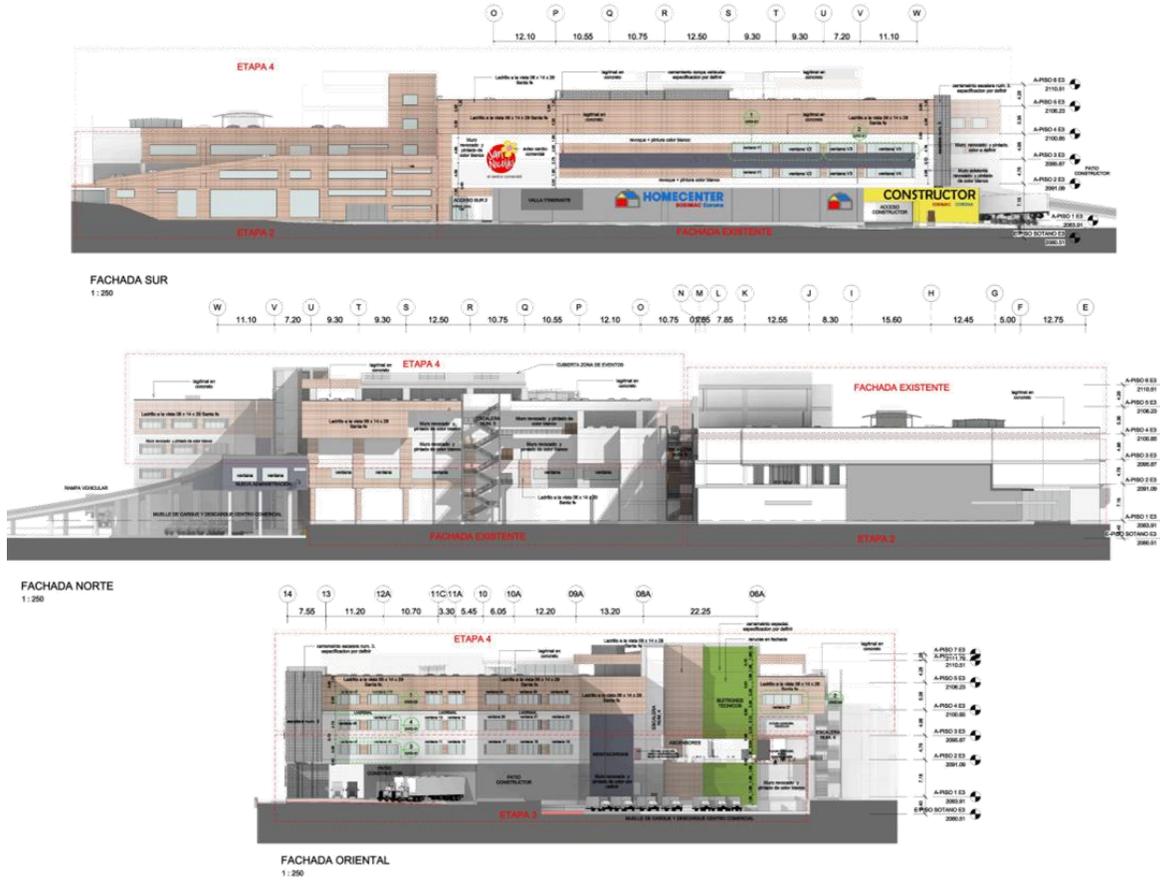


Figura 1. ALZADAS DE PROYECTO DE REFERENCIA

Descripción: Calculo de capacidad resistente a cargas de viento para cerramientos de ventanería en aluminio extruido y vidrio flotado, para un edificio de uso comercial de 6 pisos con altura máxima promedio de instalación de estos cerramientos de 17 m sobre el nivel del andén, para un grado de desempeño BUENO, como lo exige el título A.9.2 del *Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente de 2010 (NSR10)*.

Método de diseño: Se empleó el método LRFD, juntamente con las especificaciones de la NSR-10 títulos A, B y K, decreto 0340 de febrero 2012, y decreto 1711 de diciembre de 2021.

- Aluminio AA6063-T5:
 - Esfuerzo límite para Compresión: $F_y = 113 \text{ N/mm}^2$.
 - Esfuerzo límite para Tensión: $F_u = 130 \text{ N/mm}^2$.
 - Módulo de elasticidad: $E = 7000 \text{ N/mm}^2$.

- Vidrio flotado crudo y/o laminado:
 - Esfuerzo límite para Compresión: $F_c = 10000 \text{ N/mm}^2$.
 - Esfuerzo límite para Tensión: $F_t = 35 \text{ N/mm}^2$.
 - Módulo de elasticidad: $E = 73000 \text{ N/mm}^2$.

- Vidrio flotado templado:
 - Esfuerzo límite para Compresión: $F_c = 10000 \text{ N/mm}^2$.
 - Esfuerzo límite para Tensión: $F_t = 120 \text{ N/mm}^2$.
 - Módulo de elasticidad: $E = 73000 \text{ N/mm}^2$.

Elaboro: Ing. Andrés Eduardo Hurtado D.
Ing. Civil – TP 76.202.092.502 VII
Fecha Elaboración Rev. 00: julio de 2024
Contacto: gerencia@ahingenieria.com

Nota Legal: La información contenida en este documento, es confidencial y sólo puede ser conocida y utilizada por su destinatario. Si no es el receptor autorizado, está prohibido y sancionado por la ley usar, revelar, retener, distribuir o copiar alguna de sus partes sin autorización escrita de **ALUMINIOS Y FACHADAS ANTIOQUIA S.A.S**

2. Avalúo De Cargas

Las cargas empleadas para el análisis de los elementos se basan en las indicaciones de la NSR-10, descritas en el título B de esta norma.

2.1. Carga Muerta

Para el avalúo de cargas muertas tenemos dos elementos importantes a evaluar, que son el aluminio con sus accesorios, y el vidrio, los cuales se discriminan así:

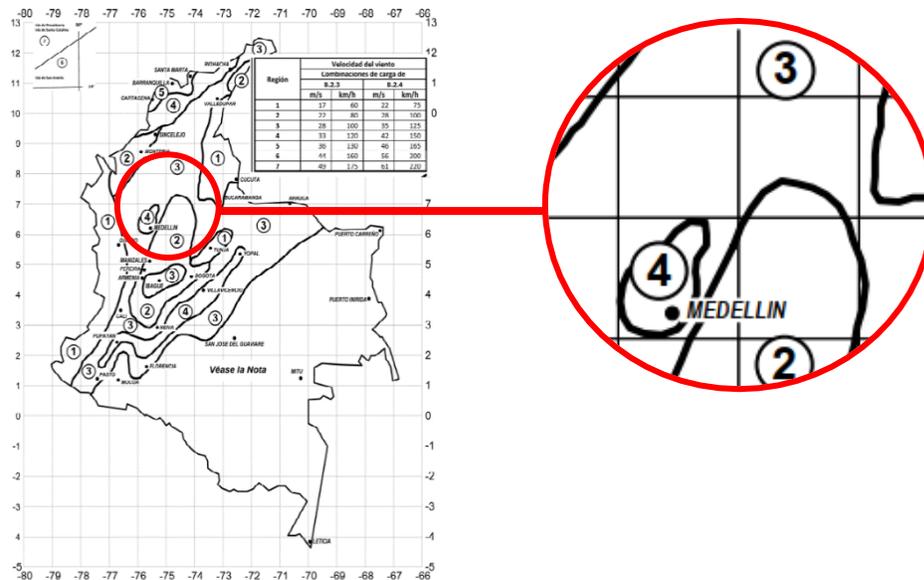
Estructura Aluminio	=	0.025 kN/m ²
Accesorios - Uniones	=	0.005 kN/m ²
Total, Carga Muerta - Aluminio :	DL_a	= 0.03 kN/m²
Espesor de vidrio ventanas	=	4 mm
Densidad vidrio	=	0.025 kN/m ² /mm
Total, Carga Muerta – vidrio:	DL_{v4}	= 0.10 kN/m².
Espesor de vidrio ventanas	=	10 mm
Densidad vidrio	=	0.025 kN/m ² /mm
Total, Carga Muerta – vidrio:	DL_{v10}	= 0.25 kN/m².
Peso por M² ventanería v₄:	DL_{v4}	= 0.13 kN/m²
Peso por M² ventanería v₁₀:	DL_{v10}	= 0.28 kN/m²

2.2. Carga Viva

Los sistemas de ventanería no se diseñan para soportar cargas vivas permanentes.

2.3. Carga de Viento

Cumpliendo las especificaciones de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente NSR-10, con el decreto 0340 de febrero de 2012 y decreto 1711 de diciembre de 2021, específicamente el Capítulo B.6, como base de análisis realizamos el cálculo para la presión de viento de la ciudad de **RIONEGRO** según la figura B.6.4-1 en la región eólica 3, con exposición B, factor de importancia II y sin afectación topográfica; para el caso particular de indicar la metodología de análisis a una altura máxima de instalación del sistema de ventanearía sobre el nivel del andén.



			B.2.3	B.2.4
Altura de instalación Diseño H [m]	17	Símbolo	Valor [unidad]	Valor [unidad]
Velocidad de viento básica - Figura B.6.4-1 [m/s] - Región	3	V	28	35
Factor de importancia	II	I	1.00	1.00
Coefficiente de exposición	B	Kz	0.837	0.837
Efectos Topográficos B.6.5.7		Kzt	1.00	1.00
Factor de Direccionamiento del Viento [componentes y revestimientos] Tabla B.6.5-4		Kd	0.85	0.85

Presión Dinámica, según Ecuación B.6.5-13	[N/m ²]	Qz	342	534
Factor de Ráfaga B.6.5.8		G	0.85	0.85
Coeficiente externo de presión zona 4 - Figura B.6.5-8A		GCp	0.7	0.7
Coeficiente externo de Succión zona 5 - Figura B.6.5-8A		GCp	-1.1	-1.1
Coeficiente externo de Succión zona 4 - Figura B.6.5-8A		GCp	-0.8	-0.8
Coeficiente Interno de Presión - Figura B.6.5-2		Gcpi	0.18	0.18
Coeficiente Interno de Succión - Figura B.6.5-2		GCpi	-0.18	-0.18
Presión Ejercida - Presión Zona 4 y 5	+ [kN/m ²]	P	0.178	0.278
Presión Ejercida - Presión Zona 4 y 5	- [kN/m ²]	P	0.301	0.47
Presión Ejercida - Succión Zona 5	+ [kN/m ²]	P	-0.438	-0.684
Presión Ejercida - Succión Zona 5	- [kN/m ²]	P	-0.315	-0.491
Presión Ejercida - Succión Zona 4	+ [kN/m ²]	P	-0.335	-0.523
Presión Ejercida - Succión Zona 4	- [kN/m ²]	P	-0.212	-0.331
Presión B.2.3, en zona 4 = 0.3 kN/m ² / -0.34 kN/m ² y en zona 5 de 0.3 kN/m ² / -0.44 kN/m ²				
Presión B.2.4, en zona 4 = 0.47 kN/m ² / -0.52 kN/m ² y en zona 5 de 0.47 kN/m ² / -0.68 kN/m ²				

Para el análisis de los elementos de ventanería ubicados hasta una altura de 17 m sobre el nivel del piso se considerará una presión máxima de diseño bajo B.2.3 de para los cerramientos en zonas centrales (zona 4) de +0.40 kN/m²/ - 0.40 kN/m² y de esquina (zona 5) de +0.40 kN/m²/ - 0.44 kN/m², y para B.2.4 para los cerramientos centrales (zona 4) emplearan carga de +0.47 kN/m²/ - 0.52 kN/m² y para zona de esquina (zona 5) de +0.47 kN/m²/ - 0.68 kN/m², considerando la presión de viento mínima solicitado en el párrafo B.6.1.3.2 de la NSR10, donde la carga mínima de diseño para componentes y revestimientos es de 0.40 kN/m².

2.4. Carga de sismo

a. Pesos para análisis

a. Perfiles	0.03	kN/m ²
b. Vidrio	<u>0.25</u>	kN/m ²
Peso Total =	0.28	kN/m ²

b. Parámetros para análisis sísmico

La edificación se encuentra en zona de amenaza sísmica intermedia

Aa=	0.15	: Aceleración máxima Tabla A.2.3-2
Av=	0.20	: Velocidad máxima Tabla A.2.3-2
Fa=	1.20	: Coeficiente de amplificación T cortos Figura A.2.4-1
Fv=	1.60	: Coeficiente de amplificación T intermedios Figura A.2.4-2
S=	1.78	
T _o =	0.18	: Periodo inicial
T _C =	0.85	: Periodo corto
T _L =	3.84	: Periodo largo

Altura de los cerramientos

h _n =	17.0	m	Altura de edificio
h _x =	15.0	m	Altura de piso análisis máxima
h _{eq} =	12.75	m	h _x > h _{eq}
C _t =	0.047	Pórticos de concreto resistente a momento	
T _a =	0.61	segundos	A.4.2-3

El periodo T_a de la estructura se encuentra en la zona de periodos cortos

$$T_a < T_c$$

Coeficiente de importancia

$$I = 1.10$$

Según el capítulo A,9, para elementos no estructurales tenemos:

S _a =	0.50		
A _s =	0.198	A.5	
V _s =	0.14	kN/m ²	
a _x =	0.58	A.9.4-2	Cumple
a _p =	1.00	Tabla A.9.5-1	
R _p =	1.50	A.9.4.9.3	
F _{px} =	0.11	kN/m ²	Cumple
F _{py} =	0.08	kN/m ²	

2.5. Combinación de cargas

- Zona Central (Zona 4) - Ventanería

CARGAS HORIZONTALES

		Factores de Mayoración												
Área [m ²]	1.00	Carga x Área	B.2.4-1	B.2.4-2	B.2.4-3	B.2.4-3	B.2.4-4	B.2.4-4	B.2.4-5	B.2.4-5	B.2.4-6	B.2.4-6	B.2.4-7	B.2.4-7
DL [kN/m ²]	0.00	0.00	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	0.9
LL [kN/m ²]	0.00	0.00		1.6	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0				
WL [kN/m ²]	-0.52	-0.52				0.8	1.6	-1.6			1.6	-1.6		
EY [kN/m ²]	0.11	0.11							1.0	-1.0			1.0	-1.0

Σ Carga Total [kN/m ²]												
0.00	0.00	0.00	-0.42	-0.84	0.84	0.11	-0.11	-0.84	0.84	0.11	-0.11	

Σ Carga Total [kN]												
0.00	0.00	0.00	-0.42	-0.84	0.84	0.11	-0.11	-0.84	0.84	0.11	-0.11	

CARGAS VERTICALES

		Factores de Mayoración												
Área [m ²]	1.00	Carga x Área	B.2.4-1	B.2.4-2	B.2.4-3	B.2.4-3	B.2.4-4	B.2.4-4	B.2.4-5	B.2.4-5	B.2.4-6	B.2.4-6	B.2.4-7	B.2.4-7
DL [kN/m ²]	0.28	0.28	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	0.9
LL [kN/m ²]	0.00	0.00		1.6	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0				
WL [kN/m ²]	-0.05	-0.05				0.8	1.6	-1.6			1.6	-1.6		
EY [kN/m ²]	0.08	0.08							1.0	-1.0			1.0	-1.0

Σ Carga Total [kN/m ²]												
0.39	0.34	0.34	0.29	0.25	0.42	0.42	0.25	0.17	0.34	0.34	0.17	

Σ Carga Total [kN]												
0.39	0.34	0.34	0.29	0.25	0.42	0.42	0.25	0.17	0.34	0.34	0.17	

- Zona de esquina (Zona 5) - ventaneria

CARGAS HORIZONTALES

Área [m ²]	1.00	Factores de Mayoración												
		Carga x Área	B.2.4-1	B.2.4-2	B.2.4-3	B.2.4-3	B.2.4-4	B.2.4-4	B.2.4-5	B.2.4-5	B.2.4-6	B.2.4-6	B.2.4-7	B.2.4-7
DL [kN/m ²]	0.00	0.00	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	0.9
LL [kN/m ²]	0.00	0.00		1.6	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0				
WL [kN/m ²]	-0.68	-0.68				0.8	1.6	-1.6			1.6	-1.6		
EY [kN/m ²]	0.11	0.11							1.0	-1.0			1.0	-1.0

Σ Carga Total [kN/m ²]												
0.00	0.00	0.00	-0.55	-1.09	1.09	0.11	-0.11	-1.09	1.09	0.11	-0.11	

Σ Carga Total [kN]												
0.00	0.00	0.00	-0.55	-1.09	1.09	0.11	-0.11	-1.09	1.09	0.11	-0.11	

CARGAS VERTICALES

Área [m ²]	1.00	Factores de Mayoración												
		Carga x Área	B.2.4-1	B.2.4-2	B.2.4-3	B.2.4-3	B.2.4-4	B.2.4-4	B.2.4-5	B.2.4-5	B.2.4-6	B.2.4-6	B.2.4-7	B.2.4-7
DL [kN/m ²]	0.28	0.28	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	0.9	
LL [kN/m ²]	0.00	0.00		1.6	1.0		1.0	1.0	1.0					
WL [kN/m ²]	-0.07	-0.07				0.8	1.6	-1.6			1.6	-1.6		
EY [kN/m ²]	0.08	0.08							1.0	-1.0			1.0	-1.0

Σ Carga Total [kN/m ²]												
0.39	0.34	0.34	0.28	0.23	0.45	0.42	0.25	0.14	0.36	0.34	0.17	

Σ Carga Total [kN]												
0.39	0.34	0.34	0.28	0.23	0.45	0.42	0.25	0.14	0.36	0.34	0.17	

3. Diseño

Para el análisis de los elementos que tienen compromiso estructural para un correcto desempeño en las ventanas externas, se analiza como elemento principal los verticales de los cerramientos y los perfiles horizontales correspondientes de las ventanas, los cuales tienen luces libres entre sus uniones y soportan las mayores aferencias de cargas.

Los valores obtenidos de este análisis aplican para cargas permanentes, lo cual está dentro de los parámetros de seguridad del producto, las cargas de viento de diseño son cargas momentáneas, las cuales equivalen al pico efectivo de carga aplicada de viento durante 3 segundos en un periodo de ocurrencia de 50 años. Los valores aquí obtenidos de resistencia de los enganches pueden llegar a incrementarse por aplicación de cargas instantáneas hasta en un 30% del valor obtenido en el análisis de ingeniería.

La resistencia final de estos productos de aluminio también se afecta por el incremento del módulo de fluencia del aluminio aleación 6063 T5, el cual en su gran mayoría es producto de lingotes de aluminio reciclado, pudiendo obtener incrementos en la resistencia del enganche de hasta un 50%, este incremento en la resistencia no afecta la rigidez de los sistemas de aluminio, el cual conserva su módulo elástico.

3.1. Ventanas V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25 y V26

Para el análisis de las ventanas fijas con naves laterales proyectantes en sistema 3890, se analizó la referencia V26, con diseño de producto X-OOOO-X, con medidas totales de 7.77 m de ancho y 2.00 m de alto, con naves laterales de 0.40 m de ancho y 1.00 m de alto. los tubulares divisores empleados son el perfil T244 en aleación 6063T5. Esta ventana emplea como divisor horizontal el perfil DIVIS0292 de 0.40 m de ancho y referencias superior de 1.00 m e inferior de 1.00 m Fijada perimetralmente al vano mediante tornillo y chazo plástico, para lo cual se procederá a analizar el sistema de este producto, acorde a lo requerido en el capítulo K.4 de la NSR10.

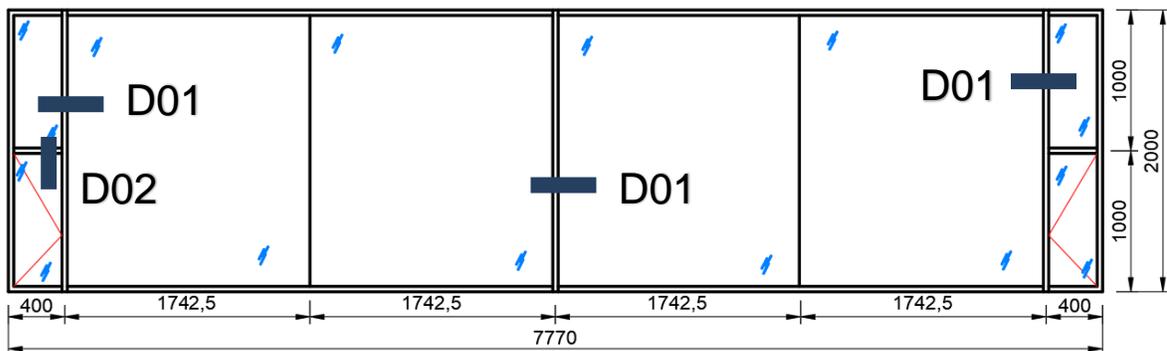


Figura 2. GEOMETRÍA GENERAL DE VENTANA V26

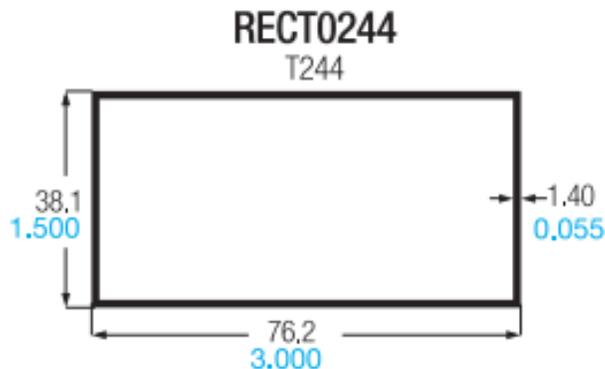


Figura 3. D01 – DIVISOR VERTICAL DE VENTANA DE V26

PRODUCTO : FACHADA
ELEMENTO : VERTICAL
PERFIL : T244

1. POR RESISTENCIA PERFIL

1.1. Propiedades Perfil Vertical

Perfil :

T244

Área Sección : Ag =	312.00	mm ²
Ix =	241,508.00	mm ⁴
Iy =	82,141.00	mm ⁴
Zx o Sx o Sex =	6,355.47	mm ³
Zy o Sy o Sey =	2,161.61	mm ³
rx =	27.82	mm
ry =	16.23	mm
G =	2,660.00	kgf/mm ²
J =	1,000.00	mm ⁴
d =	76.00	mm
tf =	1.40	mm
Cw =	10,000.00	mm ⁶
Esfuerzo Límite de Fluencia : Po =	11.30	kgf/mm ²

1.2. Dimensiones Vano

Altura ventana : L =	2000	mm
Ancho nave - lado izquierdo : L1 =	1742	mm
Ancho nave - lado derecho : L2 =	1742	mm

1.3. Cálculo de los K

			K	Kd	Km
Lado izquierdo : K1 =	0.436	1	0.44	60.39	6.06
Lado derecho : K2 =	0.436	2	0.44	60.39	6.06

1.4. Módulo de Elasticidad

Sección solo Aluminio

Ag aluminio =	312	mm ²
E diseño =	7138	kgf/mm ²

1.5. Áreas

1.5.1. Nave lado izquierdo - 1

$$A1 = 983359 \text{ mm}^2 = 0.98 \text{ m}^2$$

1.5.1. Nave lado derecho - 2

$$A2 = 983359 \text{ mm}^2 = 0.983 \text{ m}^2$$

1.5.3. Área total : At =

$$1966718 \text{ mm}^2 = 1.967 \text{ m}^2$$

$$\text{Porcentaje de área 1 : P1} = 0.50$$

$$\text{Porcentaje de área 1 : P2} = 0.50$$

1.6. Por deflexión

Factor de deflexión : F =	175
Deflexión Admisible : Dadm. =	11.43 mm

1.6.1. Nave lado izquierdo - 1

$$W_{max1} = K1d^4 E I^3 d^3 / L^3 = 148.73 \text{ kgf}$$

$$\text{Presión resistente : } Q_{wd1} = 37.81 \text{ kgf/m}^2$$

1.5.2. Nave lado derecho - 2

$$W_{max2} = K2d^4 E I^3 d^3 / L^3 = 148.73 \text{ kgf}$$

$$\text{Presión resistente : } Q_{wd2} = 37.81 \text{ kgf/m}^2$$

Presión res. por deflexión-perfil : $Q_{wd} = 76 \text{ kgf/m}^2 = 0.76 \text{ kN/m}^2$

1.6. Por Flexión

Distancia Centroides áreas medias: $h_z = 41070.5 \text{ mm}$
 Z_x o S_x o $S_{ex} = 6,355.47 \text{ mm}^3$
 Mom. Ultimo Resistente $M_{umax.} = 59.61 \text{ kgf-m}$
 Mom. De servicio : $M_{max} = 59.61 \text{ kgf-m}$

1.6.1. Nave lado izquierdo - 1

Carga de servicio max. Resistente $W_{max1} = 180.75 \text{ kgf}$
 Presión resistente : $Q_{wm1} = 45.95 \text{ kgf/m}^2$

1.6.2. Nave lado derecho - 2

Carga de servicio max. Resistente $W_{max2} = 180.75 \text{ kgf}$
 Presión resistente : $Q_{wm2} = 45.95 \text{ kgf/m}^2$

Presión res. por flexión-perfil : $Q_{wm} = 92 \text{ kgf/m}^2 = 0.92 \text{ kN/m}^2$

El divisor vertical de la ventana para la luz libre tienen una capacidad resistente a deflexión de 0.76 kN/m^2 , y una resistencia a flexión de 0.92 kN/m^2 , ambos valores superiores al mínimo requeridos para este tipo de cerramiento con factor de deformación de $L/175$, cumplimiento los requerimientos de resistencia y rigidez solicitados por la NSR10 para cerramientos en zona 4 Y 5. Cerramientos con medidas menores quedan cubiertos en este análisis.

Ahora analizamos en divisor horizontal, el cual puede ser empleado por el perfil en aleación 6063T5, de referencia comercial DIVIS0292, con una luz libre máxima de 0.40 m y referencia superior de 1.00 m e inferior de 1.00 m , como se ilustra en la siguiente figura.

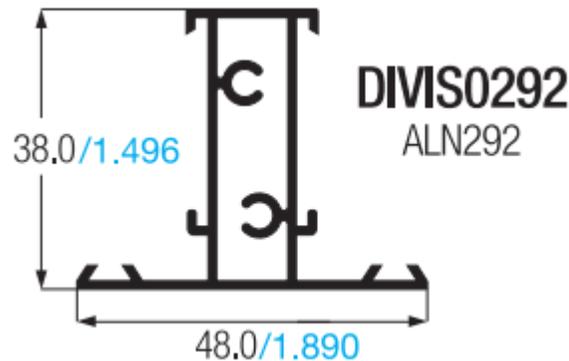


Figura 4. D02 – HORIZONTAL DE VENTANA V26

ELEMENTO : HORIZONTAL
PERFIL : DIVIS0292

1. POR RESISTENCIA PERFIL

1.1. Propiedades Perfil Vertical

Perfil : DIVIS0292

Área Sección : Ag =	222	mm ²
Momento Inercia I =	40,419	mm ⁴
Módulo Plástico: Zx =	2,599	mm
Esfuerzo Límite de Fluencia : Fy =	11.3	kgf/mm ²

1.2. Dimensiones ventana

Longitud : L =	400	mm	t Vidrio	4	mm
Altura vano superior : L1 =	1000	mm	PUNTOS DE CARGA	2P	
Altura vano inferior : L2 =	1000	mm	CONTINUO	NO	

1.3. Cálculo de los K

	K	Kd	Km
Lado izquierdo : K1 =	0.5	1 0.5000	60.0000 6.0000
Lado derecho : K2 =	0.5	2 0.5000	60.0000 6.0000

1.4. Módulo de Elasticidad

Sección solo Aluminio

Ealum. (kgf/mm ²) =	7000
Agalum. (mm ²) =	222.0

1.5. Áreas

1.5.1. Nave lado izquierdo - 1

$$A1 = 40000 \text{ mm}^2 = 0.04 \text{ m}^2$$

1.5.1. Nave lado derecho - 2

$$A2 = 40000 \text{ mm}^2 = 0.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total : } At = 80000 \text{ mm}^2 = 0.08 \text{ m}^2$$

$$\text{Porcentaje de área 1 : } P1 = 0.5$$

Porcentaje de área 1 : P2 = 0.5

1.6. Por deflexión

Factor de deflexión : F = 175 Defl. Adm: 51 mm **Cumple**
Deflexión Admisible : Dadm. = 2.29 mm

1.6.1. Nave lado izquierdo - 1

$W_{max1} = K1d * E * I / (F * L^2) = 607.42$ kgf
Presión resistente : Qwd1 = 3796.38 kgf/m2

1.5.2. Nave lado derecho - 2

$W_{max2} = K2d * E * I / (F * L^2) = 607.42$ kgf
Presión resistente : Qwd2 = 3796.38 kgf/m2

Presión res. por deflexión-perfil : Qwd = 7593 kgf/m2 = 75.93 kN/m2

1.6. Por Flexión

Distancia Centroides áreas medias: hz= 1299.5 mm
Módulo Elástico : Sx = 2,599.00 mm3
Mom. Ultimo Resistente Mumax. = 24.38 kgf-m
Factor de reduccion: 1.3
Mom. De servicio : Mmax = 18.75 kgf-m

1.6.1. Nave lado izquierdo - 1

Carga de servicio max. Resistente Wmax1 = 281.25 kgf
Presión resistente : Qwm1 = 1757.81 kgf/m2

1.6.2. Nave lado derecho - 2

Carga de servicio max. Resistente Wmax2 = 281.25 kgf
Presión resistente : Qwm2 = 1757.81 kgf/m2

Presión res. por flexión-perfil : Qwm = 3516 kgf/m2 = 35.16 kN/m2

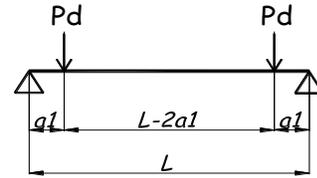
El Horizontal intermedio de la ventana para la luz libre tienen una capacidad resistente a deflexión de 75 kN/m2, y una resistencia a flexión de 35 kN/m2, ambos valores superiores al mínimo requerido para cargas de viento de para este tipo de cerramiento con factor de deformación de L/175, cumplimiento los requerimientos de resistencia y rigidez solicitados por la NSR10 para cerramientos en zona 4 Y 5.

Ahora analizamos la interacción de esfuerzos de este vertical para considerando un límite de deformación horizontal máxima de L/175, y límite de formación máxima vertical de L/360 o 3.1 mm el menor valor de ambos

2. Geometría vano

2.1. Dimensiones

Longitud : L =	400 mm
Altura vano superior : L1 =	1000 mm
Altura vano inferior : L2 =	1000 mm



2.2. Cálculo de los K

Lado superior : K1 =	0.5	K	Kd	Km	
Lado inferior : K2 =	0.5	1	0.5000	65.0000	6.0000
		2	0.5000	65.0000	6.0000

2.3. Áreas

2.3.1. Vano superior - 1

$$A1 = 40000 \text{ mm}^2 = 0.04 \text{ m}^2$$

2.3.2. Vano inferior - 2

$$A2 = 40000 \text{ mm}^2 = 0.04 \text{ m}^2$$

1.6.3. Área total : At =

$$80000 \text{ mm}^2 = 0.08 \text{ m}^2$$

$$\text{Porcentaje de área 1 : P1} = 0.5$$

$$\text{Porcentaje de área 1 : P2} = 0.5$$

3. Módulo de Elasticidad

Sección solo Aluminio

$$E_{\text{alum.}} (\text{kgf/mm}^2) = 7000$$

$$A_{\text{alum.}} (\text{mm}^2) = 222$$

4. Esfuerzo de Fluencia : Fy (kgf/mm2) =

11.3

5. Cargas

5.1. Carga Muerta

Espesor Vidrio	4 mm	10 kgf/m ²
Estructura Aluminio		3 kgf/m ²
Total Carga Muerta		13 kgf/m ²

5.2. Carga Viva :

0 kgf/m²

$$\text{Altura Aferente(car. Vert)} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Carga Muerta de Serv. W} = 13 \text{ kgf/m} = 0.013 \text{ kgf/mm}$$

$$\text{Carga de Diseño U} = 18.2 \text{ kgf/m}^2$$

$$\text{Carga de Diseño Wu} = 18.2 \text{ kgf/m}$$

5.3. Carga Viento :

$$\text{Presión de viento} : 2988.6 \text{ kgf/m}^2$$

5. Deflexiones :

5.1. Horizontal (X) -Viento

$$\text{Factor F} : 175$$

$$\text{Dadm.(L/F)} = 2.29 \text{ mm}$$

5.1.1. Vano superior - 1

Carga total viento sobre perfil : $W1 = 119.54$ kgf
 $D_{max1} = W1 \cdot L^3 / (Kd1 \cdot E \cdot I) = 0.42$ mm

5.1.2. Vano inferior - 2

Carga total viento sobre perfil : $W2 = 119.54$ kgf
 $D_{max1} = W2 \cdot L^3 / (Kd2 \cdot E \cdot I) = 0.42$ mm

5.1.3. Deflexión total : $D_{max}(X) = 0.84$ mm Chequea

5.2. Vertical (Y)-Cargas gravitacionales

Factor F : 360 o 3,18 mm El menor Valor
Dadm (L/F) = 1.11 mm
 Carga puntual P = 2.6 kgf
 a = L/4 = 40 mm

$D_{max} = P \cdot a (3L^2 - 4a^2) / (24EI) = 0.01$ mm Chequea

6. Flexión :

6.1. Horizontal (X) - Viento

Mom. Res. : $MRS(x) = 24.38$ kgf-m

6.1.1. Vano superior - 1

Carga de diseño total viento sobre perfil : $Wu1 = 155.4$ kgf
 Momento de diseño : $Mu1 = 10.36$ kgf-m

6.1.2. Vano inferior - 2

Carga de diseño total viento sobre perfil : $Wu2 = 155.4$ kgf
 Momento de diseño : $Mu2 = 10.36$ kgf-m

6.1.3. Momento de diseño total : $Mux = 20.72$ kgf-m Chequea

6.2. Vertical (Y)

Mom.Res.Max. $MRS(y) = 15.54$ kgf-m
 Carga de diseño $Wu = 18.2$ kgf/m
 Carga Puntual de diseño : $Pu = 3.64$ kgf
Mom. De Diseño : $Mu = Pu \cdot a = 0.15$ kgf-m Chequea

6.3 Pandeo Lateral Flexo-Torsional

Coef. Red. Resist, $\phi = 0.86$
 $\varepsilon = 1.49$
 $L_{bmax} = 560.24$ mm

S.Compacta:

$P1 = 11.30$ kgf/mm²
 $Mcr = 436.18$ kgf-m
 $\lambda = 20.29$
 Ps (flexo-torsión) = 11.3 kgf/mm² Curva F.5.4.5-2
 $MRX = 25.26$ kgf-m **Chequea**

6.4, Resistencia a Flexión Definitivas

MRS (x) =	24.38 kgf-m	Chequea
MRS (y) =	15.54 kgf-m	Chequea

7. Ecuación interacción

$M_{ux}/\phi M_{nx} + M_{uy}/\phi M_{ny} =$	0.86	Chequea
---	------	---------

El Horizontal intermedio para las cargas analizadas tienen una interacción de esfuerzos de 0.86, valor menor de la unidad ($0.86 < 1.00$), cumplimiento los requerimientos de resistencia y rigidez solicitados por la NSR10 para cerramientos en zona 4 Y 5. Otros cerramientos con menores dimensiones tendrán una resistencia superior y quedan cubiertos por este análisis.

4. Recomendaciones de instalación

4.1. Ventanas V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25 y V26

Las fijaciones de los marcos y jambas, se realizan mediante el empleo de chazos plásticos de nylon, con tonillo de fijación N.10, separados aprox. 15 - 20 cm de los extremos y máximo cada 80 cm entre ellos se emplean:

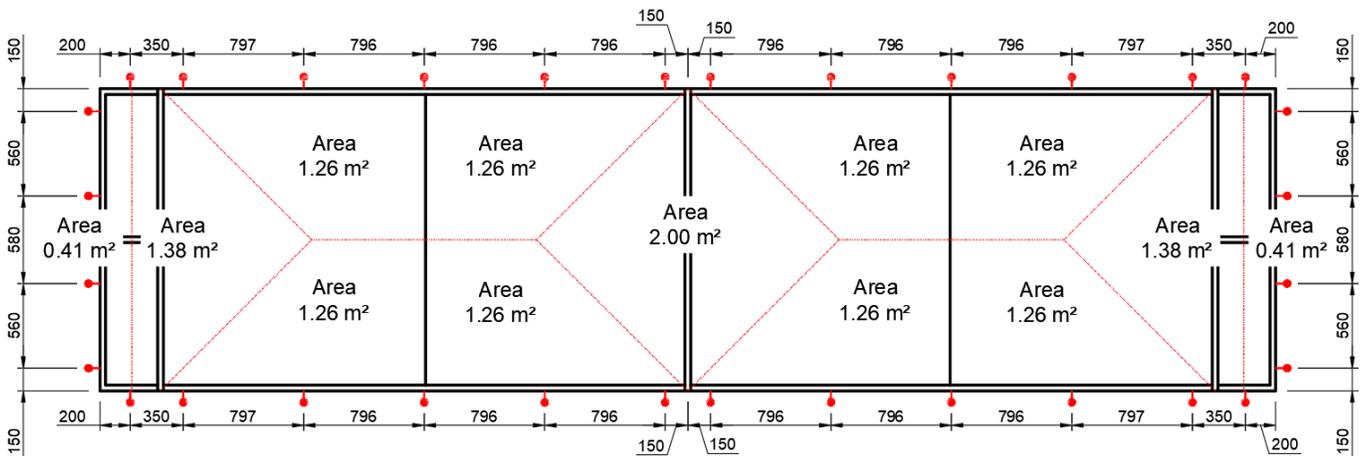
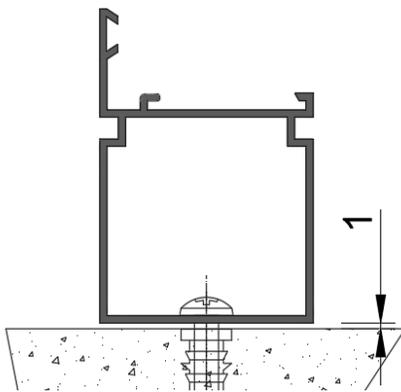


Figura 5. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN V26

Ancho [A]	7700 mm
Alto [H]	2000 mm
Área Total	15.40 m ²
carga diseño	0.84 kN/m ²
Diseño	X-O000-X
Puntos por cabezal/sillar	12
puntos por jambas	4
Área máxima	2.00 m ²
Carga validación	1.680 kN
Carga por lado	0.840 kN
Altura interna perfil	1 mm

Momento en tornillo	0.84 kN*mm
Tornillos fijación por Área/lado	2 Und

Conociendo que la resistencia a la extracción admisible de un chazo plástico de poliamida común es de 0,15 kN, y resistencia al corte del tornillo # 10, es de 3.08 kN y ultima a momento de 2.70 kN.mm, considerando que el material base de fijación tiene una resistencia mayor a la fijación, y no empleando perforaciones a menos de 1.5 veces la profundidad del chazo de fijación, mínimo 25 mm (1”), descartando espesores de recubrimientos de baja resistencia.



$$\frac{Mn}{Mu * n} + \frac{Vn}{Vu * n} \leq 1.0$$

$$\frac{0.84}{5.4} + \frac{0.84}{6.16} \leq 1.0$$

$$0.156 + 0.136 \leq 1.0$$

$$0.292 \leq 1.0 \quad \text{Cumple}$$

El uso de (2) tornillo #10 por lado de area de carga, **CUMPLE** la capacidad resistente de las cargas de diseño de viento requeridos para este proyecto. Con el anterior análisis se entiende que los demás elementos de fijación de las ventanas superan la resistencia a las cargas aplicadas de diseño, dado que convergen en áreas aferentes menores para las diferentes configuraciones de productos.

5. Vidrio Flotado

El análisis de los vidrios especificados para la obra, se listan con sus dimensiones máximas, y condiciones de apoyo, las cuales con necesarias para obtener su capacidad resistente y consideraciones de seguridad.

Tabla de dimensiones máximas de vidrio

Espesor [mm]		Ancho [mm]	Alto [mm]	Área [m ²]	Lados de Apoyo	Chequeo NSR-10 Tabla K.4.2-4	Chequeo NSR-10 Tabla K.4.2-5	Chequeo NSR-10 Tabla K.4.3-1	Chequeo NSR-10 Tabla K.4.3-7	Chequeo NSR-10 K.4.3.9
V01 a V26	4 mm Templado	400	1000	0.40	4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
V01 a V26	10 mm Templado	1740	2000	3.48	3	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Cumple	Cumple

En la norma NSR-10, capítulo K.4, regula los requerimientos de vidrios para uso en edificaciones, con lo cual debemos tener claro el uso, empleando las tablas K.4.2-2, K.4.2-4, K.4.2-5, K.4.3-1, K.4.3-2, K.4.3-3, K.4.3-7 y los párrafos K.4.3.9, cumpliendo los requerimientos de área solicitados en esta tablas y criterios.

Un vidrio flotado rectangular soportado en tres lados se chequea empleando el método de diseño indicado por la ASTM E1300 “*Standard Practice for Determining Load Resistance of Glassing Buildings*”, donde se emplea el grafico de la figura A1.5 y A1.22 para el diseño por resistencia, y deflexiones, cumpliendo paralelamente lo especificado en la NSR-10 capítulo K.4.

La presión máxima de viento del análisis es **0.44 kN/m²**, bajo B.2.3, buscando tener un factor de seguridad de 2 (FS=2) para estos elementos.

Con estos valores y las áreas máximas de los vidrios, identificamos gráficamente el espesor adecuado para la presión y área de diseño, lo cual nos otorga un espesor de vidrio que debe ser menor del espesor empleado en la obra.

5.1. Vidrio 4 mm soportado en cuatro lados.

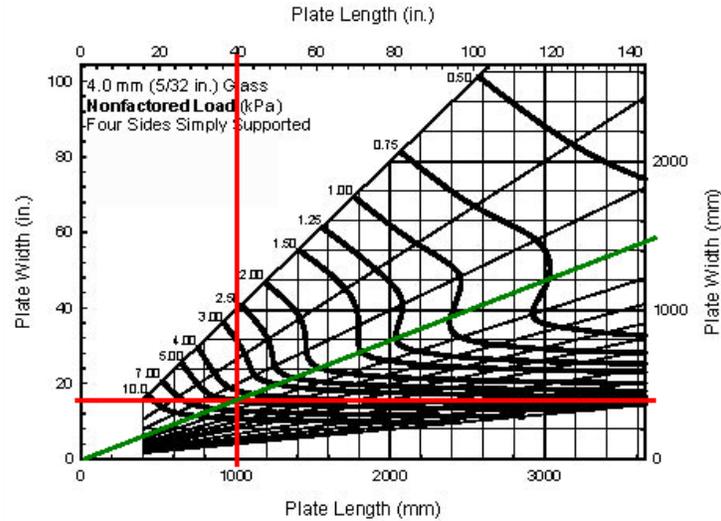


Figura 6. RESISTENCIA MÁXIMA DE VIDRIO DE 4 MM TEMPLADO

En la anterior nomograma obtenemos que para el cerramiento el vidrio de 4 mm con medidas de 400 mm por 1000 mm, soportado en cuatro lados, tiene una carga resistente de $NFL=4.92 \text{ kN/m}^2$, de la tabla 1 de esta norma, obtenemos el $GTF=4.0$ para cargas de corta duración en vidrios templados, con lo cual obtenemos una carga resistente $LR=NFL \times GTF > 10 \text{ kN/m}^2$, siendo esta la resistencia a cargas del vidrio, valor superior a los 0.44 kN/m^2 , con un factor de seguridad de 20, superior a lo requerido por las cargas de viento de diseño, cumpliendo por resistencia. Los vidrios de menor dimensión y templados tendrán una carga resistente mayor y quedan cubiertos por el presente análisis.

5.2. Vidrio 10 mm templado soportado en tres lados.

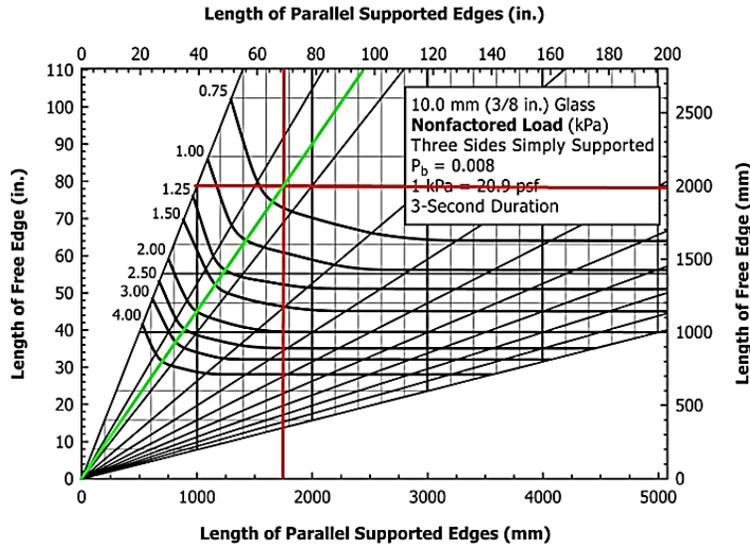


Figura 7. RESISTENCIA MÁXIMA DE VIDRIO DE 10 MM TEMPLADO

En la anterior nomograma obtenemos que para el cerramiento el vidrio templado de 10 mm con medidas de 1740 mm por 2000 mm, soportado en tres lados, tiene una carga resistente de $NFL=0.65 \text{ kN/m}^2$, de la tabla 1 de esta norma, obtenemos el $GTF=4.0$ para cargas de corta duración en vidrios templados, con lo cual obtenemos una carga resistente $LR=NFL \times GTF = 2.60 \text{ kN/m}^2$, siendo esta la resistencia a cargas del vidrio, valor superior a los 0.44 kN/m^2 , con un facto de seguridad de 5.9, superior a lo requerido por las cargas de viento de diseño, cumpliendo por resistencia. Los vidrios de menor dimensión y templados tendrán una carga resistente mayor y quedan cubiertos por el presente análisis.

6. Conclusiones

Los cerramientos de las ventanas V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25 y V26, cumplen los parámetros de resistencia y rigidez solicitados por la Ley 400 en el *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente De 2010* (NSR10), así como los requerimientos de seguridad exigidos en el capítulo K.4 de esta misma norma, cumpliendo los requerimientos, materiales, especificaciones y vidrios indicados en este documento.

Los puntos de fijación, o anclaje, pueden tener una tolerancia de ubicación según el plano especificado de +/- 30 mm, dadas las condiciones normales de fabricación de este tipo de producto, lo cual no afecta su desempeño y estabilidad

