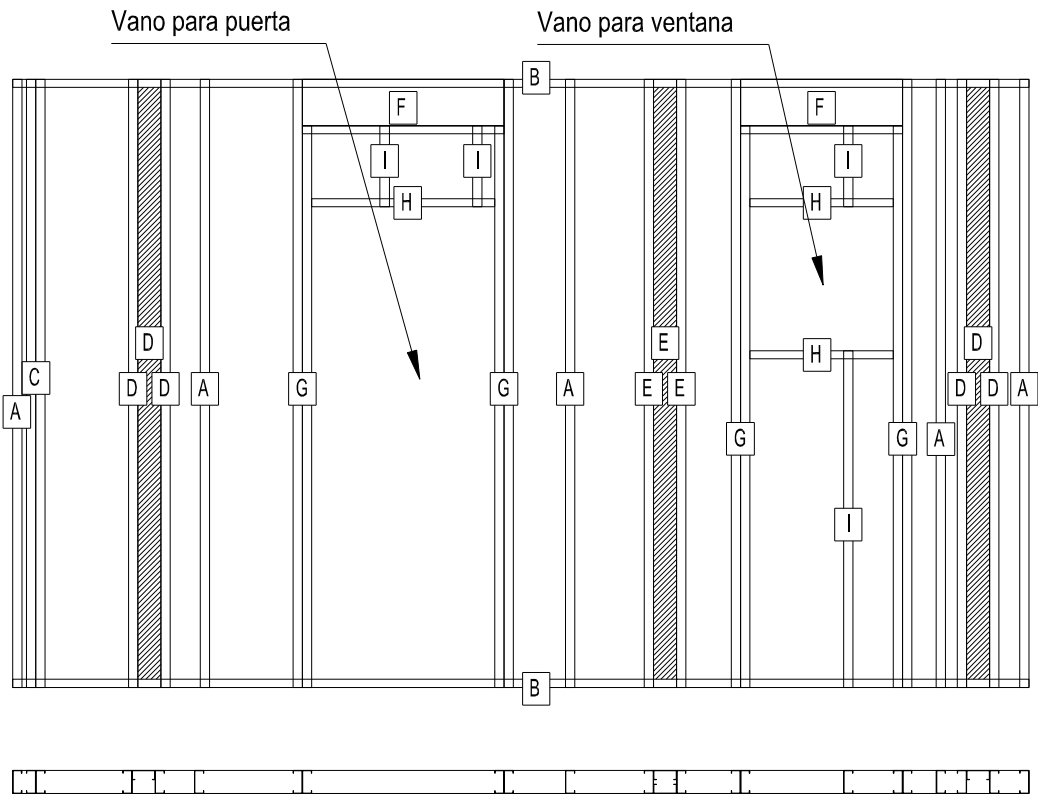


4.2 Elementos de un Panel

• Vista de un Panel



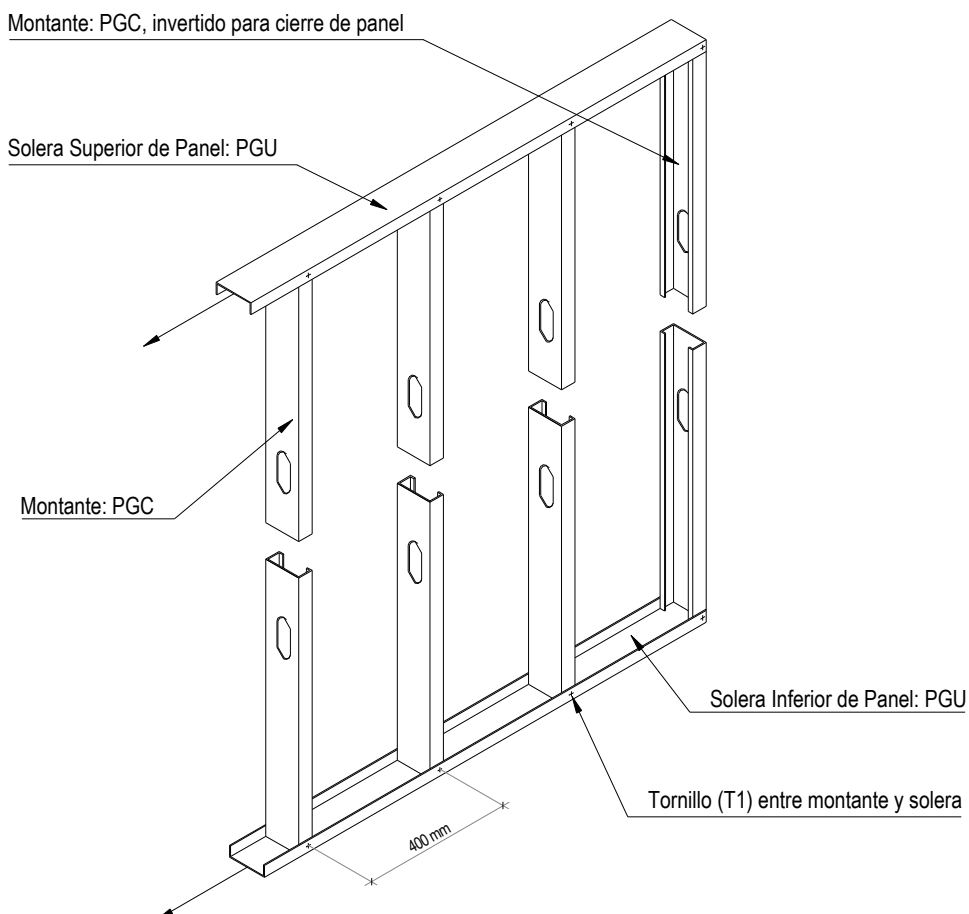
4.2.1 Elementos básicos

- A. Montante: perfil PGC dispuesto en forma vertical entre la solera inferior y la solera superior del panel. El largo de la montante define la altura del panel.
- B. Solera de panel: perfil PGU que une los montantes en sus extremos superior e inferior. El largo de las soleras define el ancho del panel.

Una serie de montantes ubicados cada 40 o 60 cm. (según sea la modulación adoptada) y unidos en sus extremos superior e inferior por las soleras, da origen a un **panel**.

La conformación final de un panel dependerá de cada proyecto de arquitectura y de cada situación específica dentro del mismo. Por lo tanto, incluso en un mismo proyecto, habrá paneles de diversos largos y alturas, así como paneles portantes y no portantes, paneles ciegos o paneles con vanos, etc.

• Detalle de las Piezas que conforman un Panel

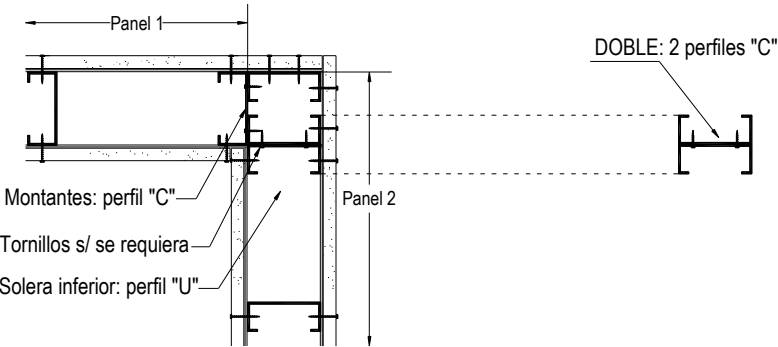


4.2.2 Piezas para Encuentros

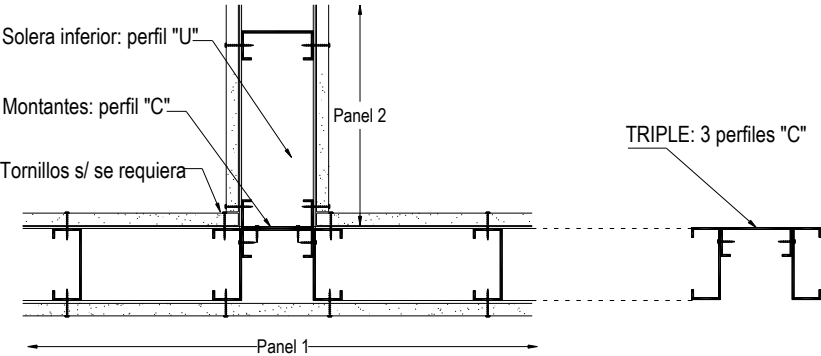
El armado de un panel implica la unión de perfiles “simples” y piezas pre-armadas que son necesarias para resolver uniones entre paneles. Estas piezas “especiales” se conforman a partir de la unión de montantes unidos entre sí por medio de tornillos.

▪ Plantas de Encuentros:

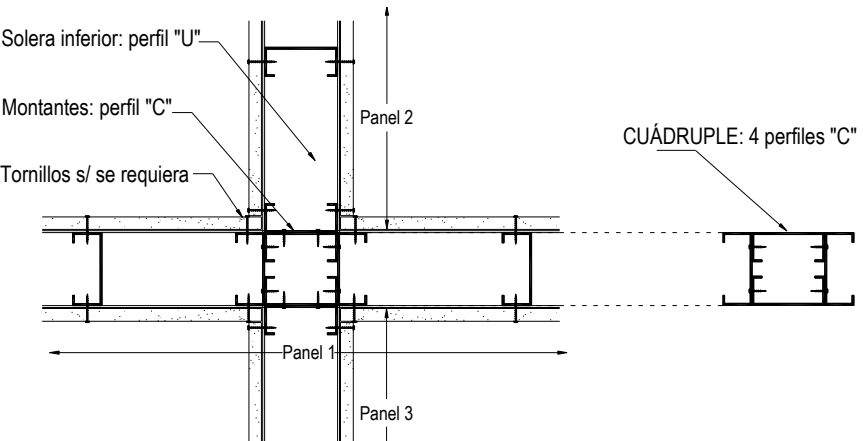
- C. Doble: dos montantes PGC unidos por el alma. El uso más frecuente de esta pieza es en la materialización del encuentro de esquina entre dos paneles.



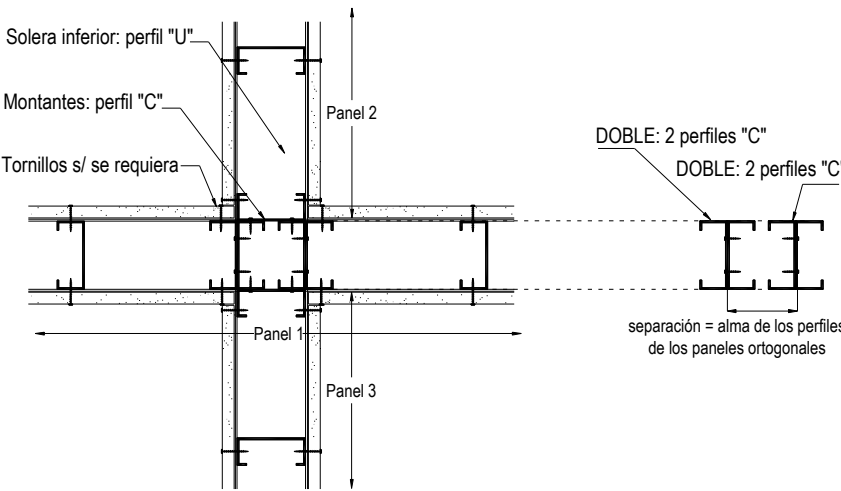
- D. Triple: está compuesto por tres montantes PGC, uno de los cuales (el central) está rotado 90° respecto de los otros dos. De este modo, la superficie del alma del perfil rotado permite la fijación del montante de inicio de una unión en "T".



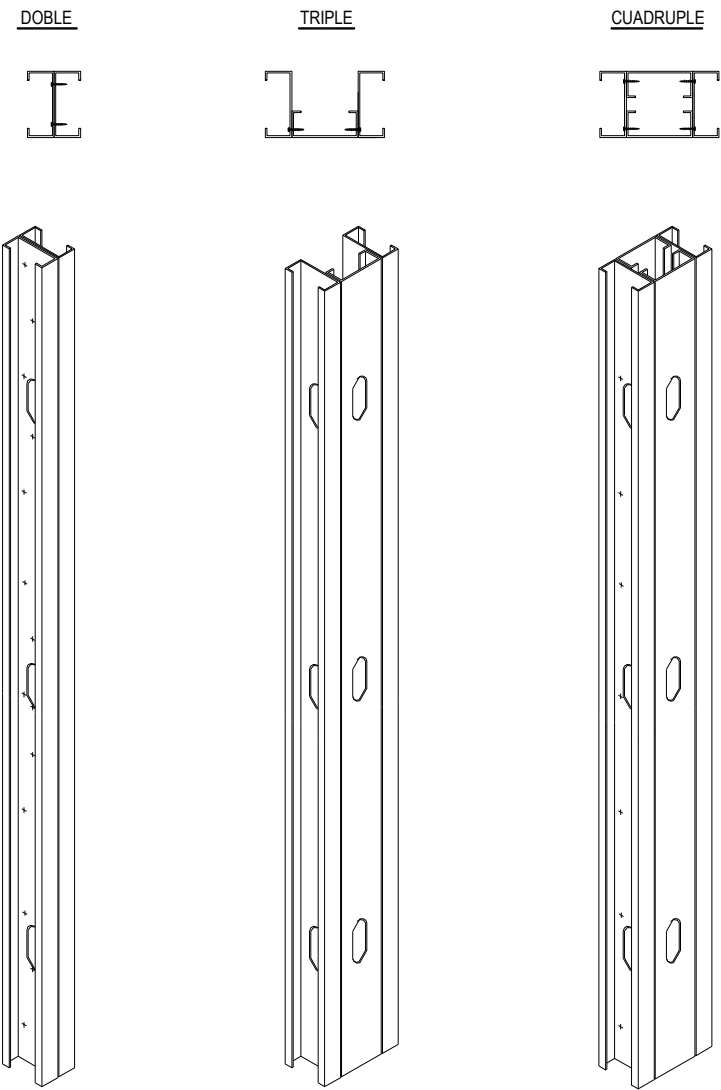
- E. Cuádruple: cuatro montantes PGC, dos de los cuales (los centrales) están rotados 90° respecto de los otros dos, generando la superficie de fijación de los montantes de inicio de dos paneles a uno y otro lado del panel (encuentro en cruz).



- Los encuentros en cruz también pueden materializarse mediante dos dobles, como se muestra en la figura siguiente:



■ Perspectivas de piezas para encuentros



4.2.3 Piezas para Vanos

- Ver 4.3.1
- F. Dintel: pieza que se dispone en forma horizontal sobre el vano de un panel portante, para desviar las cargas verticales hacia los montantes más cercanos.
 - G. King: pieza que se utiliza como apoyo del dintel y que delimita lateralmente el vano en un panel portante.
 - H. Solera de Vano: perfil PGU dispuesto en forma horizontal para delimitar el vano en su parte superior e inferior.
 - I. Cripple: perfil PGC que se utiliza para materializar la estructura de un panel por encima y/o por debajo de un vano. El cripple inferior va de la solera inferior de panel a la solera inferior de vano. El cripple superior va de la solera superior de vano a la solera de dintel (en el caso de los paneles portantes) o a la solera superior de panel (en paneles no portantes).

4.2.4 Fijaciones

Ver 7.4

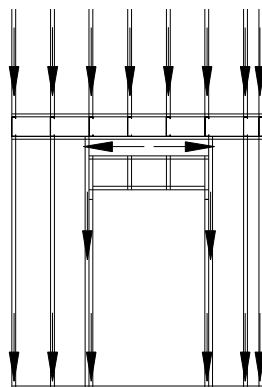
Para completar el armado del panel, es necesario unir entre sí las distintas piezas que lo componen. Entre los distintos tipos de fijaciones aptos para estructuras resueltas con Steel Framing, el de uso más generalizado es el **tornillo autoperforante**. El tipo específico de tornillo (cabeza, largo, diámetro, mecha) variará según sean las piezas a unir y su ubicación dentro del panel.

Ver 7.2/ 7.3

Otros métodos disponibles para fijación de los elementos de una estructura resuelta con Steel Framing son el *Clinching* y la *Soldadura*. La vinculación entre los paneles de acero y su estructura de apoyo (fundaciones, entrepisos, etc.) se realiza por medio de distintos tipos de anclajes y conectores, en función del material al que se esté sujetando la estructura (hormigón, acero, etc.) y las cargas a las que ésta se encuentra sometida.

4.3 Vanos

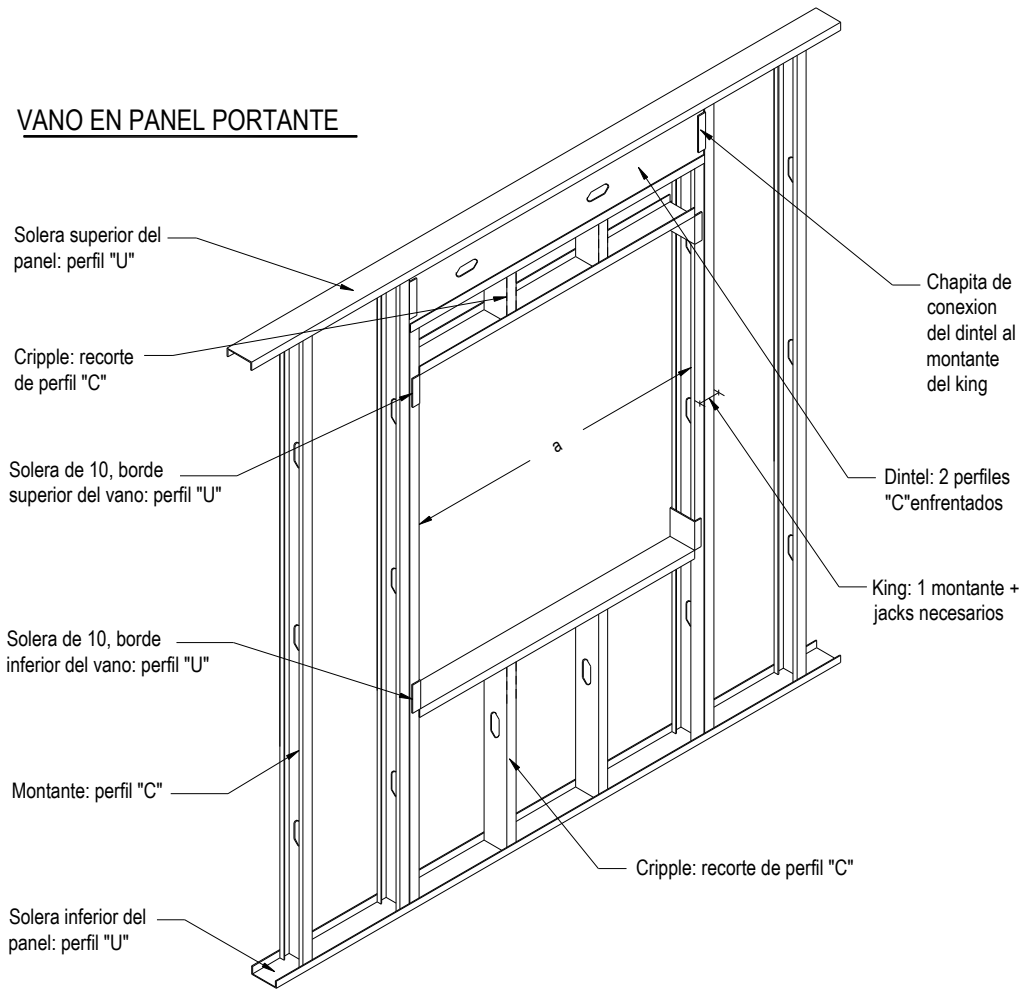
Ante la necesidad de abrir un vano en un panel (colocación de puertas y/o ventanas) deberán redireccionarse las cargas que eran transmitidas a través de los montantes, que ahora se verán interrumpidos por el vano. Esto deberá hacerse únicamente en paneles portantes, ya que en el caso de paneles sin recepción de cargas (o sea, que no sirve de apoyo a ningún otro elemento estructural como vigas, cabriadas y otros paneles portantes en plantas superiores), no hay carga a redireccionar.



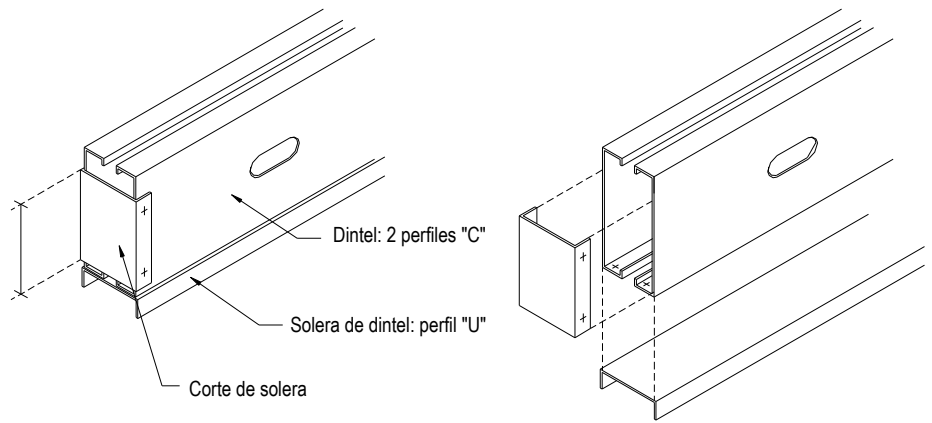
4.3.1 Paneles Portantes

Al igual que en los sistemas tradicionales de construcción, el elemento destinado a desviar las cargas que aparecen por sobre un vano es el **dintel**.

- **Dintel**

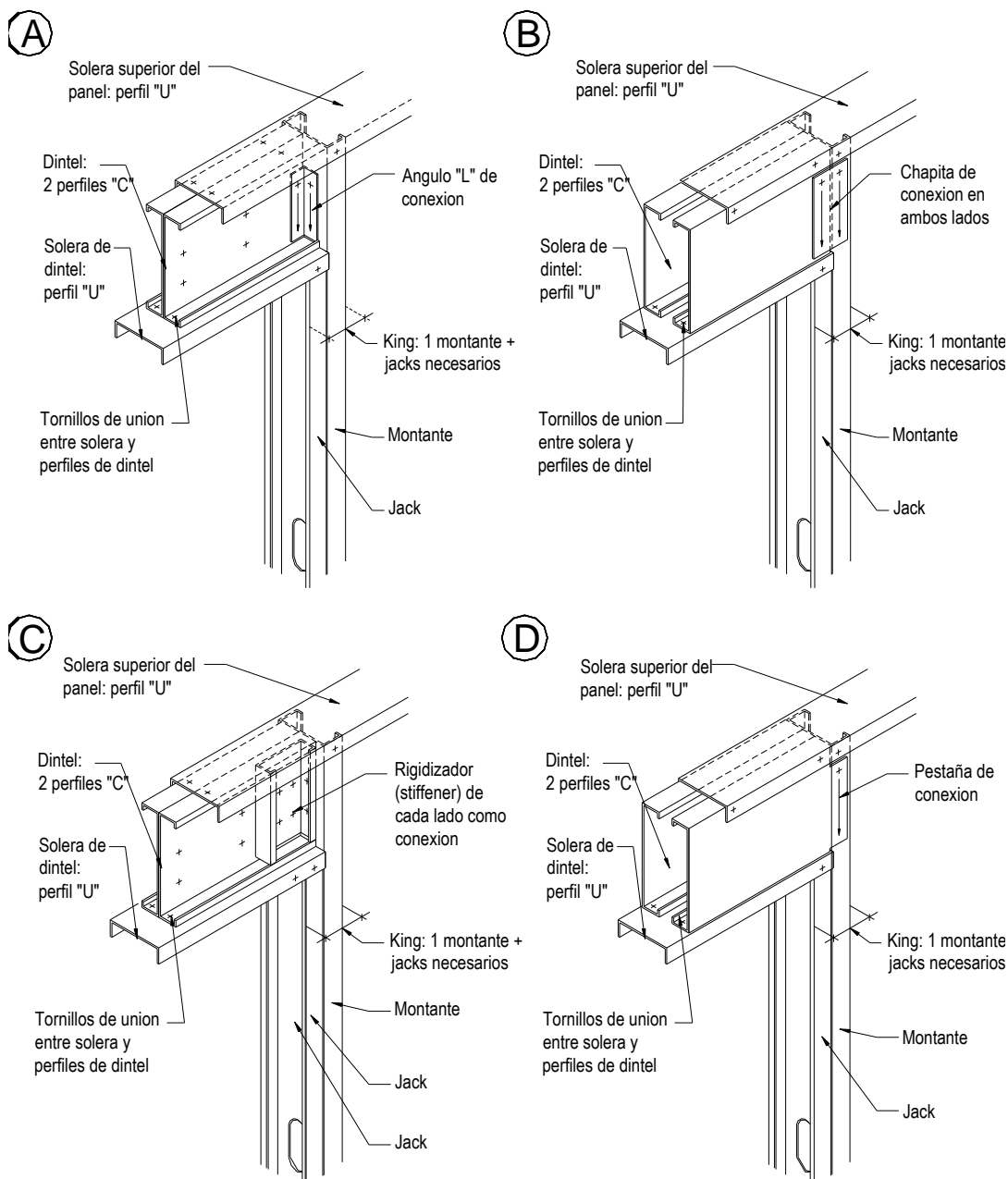


En estructuras resueltas con Steel Framing los dinteles son resueltos como piezas prearmadas, combinando una conjunto de perfiles "C" y "U", tal como se indica en la figura siguiente:



- 2 perfiles C: componen la viga o dintel propiamente dicha. Habitualmente tienen una altura de alma y espesor de chapa mayores que los montantes del panel.
- Solera de dintel: está sujeta por su alma a las alas inferiores de los 2 perfiles C del dintel. Su finalidad es recibir los cripples por encima de la abertura.
- Corte de solera: permite conectar los 2 perfiles C del dintel y sujetarlo al montante del king adyacente, evitando su rotación. Su altura es igual a la altura del dintel, menos la altura del ala de la solera superior del panel.

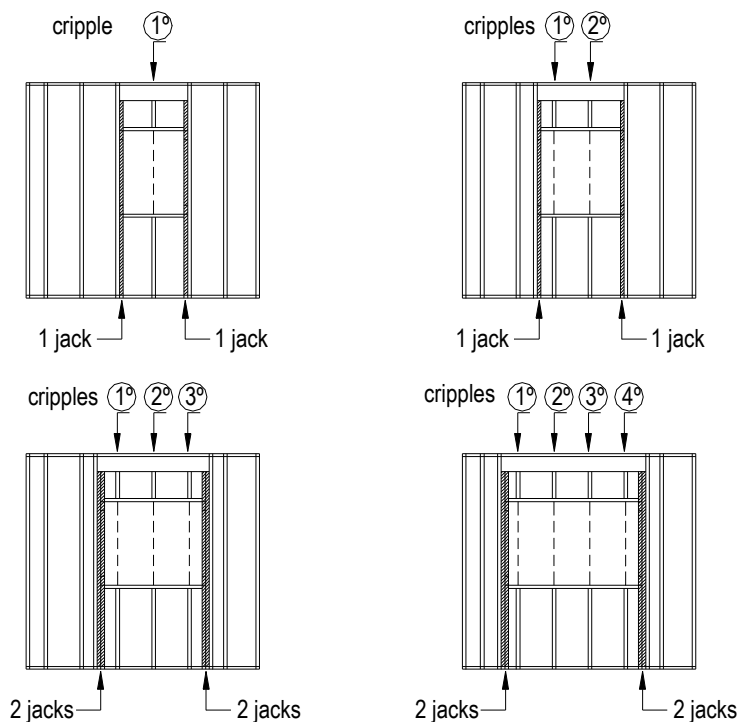
En las figuras que siguen se muestran algunas configuraciones alternativas para la resolución de dinteles en estructuras resueltas con Steel Framing:



- **Piezas de Apoyo del Dintel**

El apoyo físico del dintel está dado por uno o más perfiles C denominados **Jacks**, que van desde la solera inferior del panel hasta la solera de dintel.

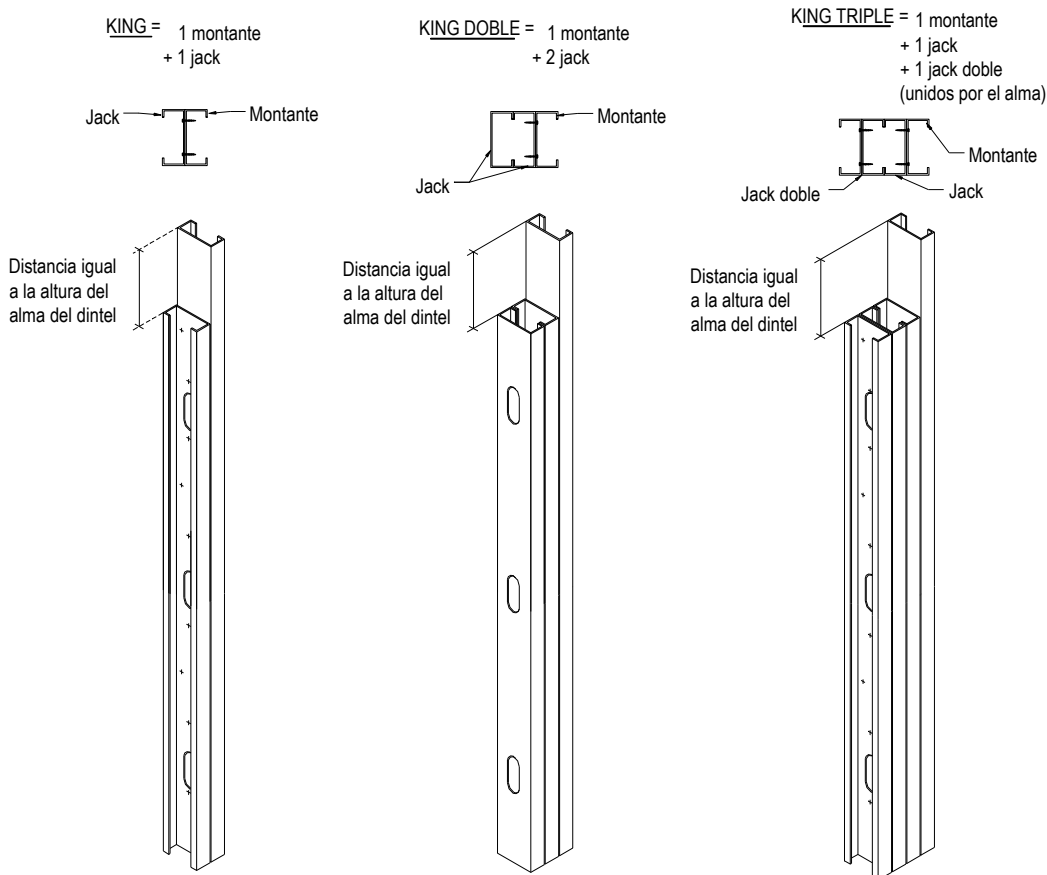
La cantidad de Jacks necesarios para el apoyo del dintel, deberá determinarse a partir del cálculo estructural. Sin embargo, como una aproximación, puede establecerse que el número de Jacks a cada lado de la abertura será igual al número de montantes interrumpidos por la misma dividido 2. En el caso en que aquel número sea impar, deberá sumarse 1.



Los Jacks, a su vez, forman parte de otra pieza prearmada denominada **King**.

- **King**

Un **King** no es más que la unión de 1 o más Jacks con un montante. Así, existen Kings simples, dobles o triples según tengan 1, 2 ó 3 Jacks respectivamente. El montante del King sirve para sujetar el dintel a través del corte de solera para conexión.

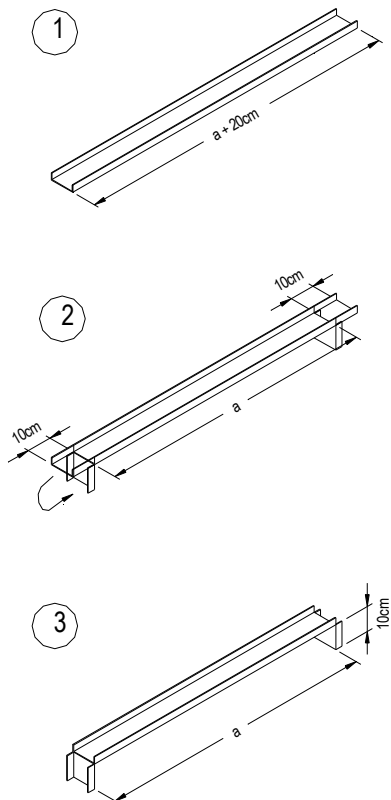


• **Solera con “Corte de 10”**

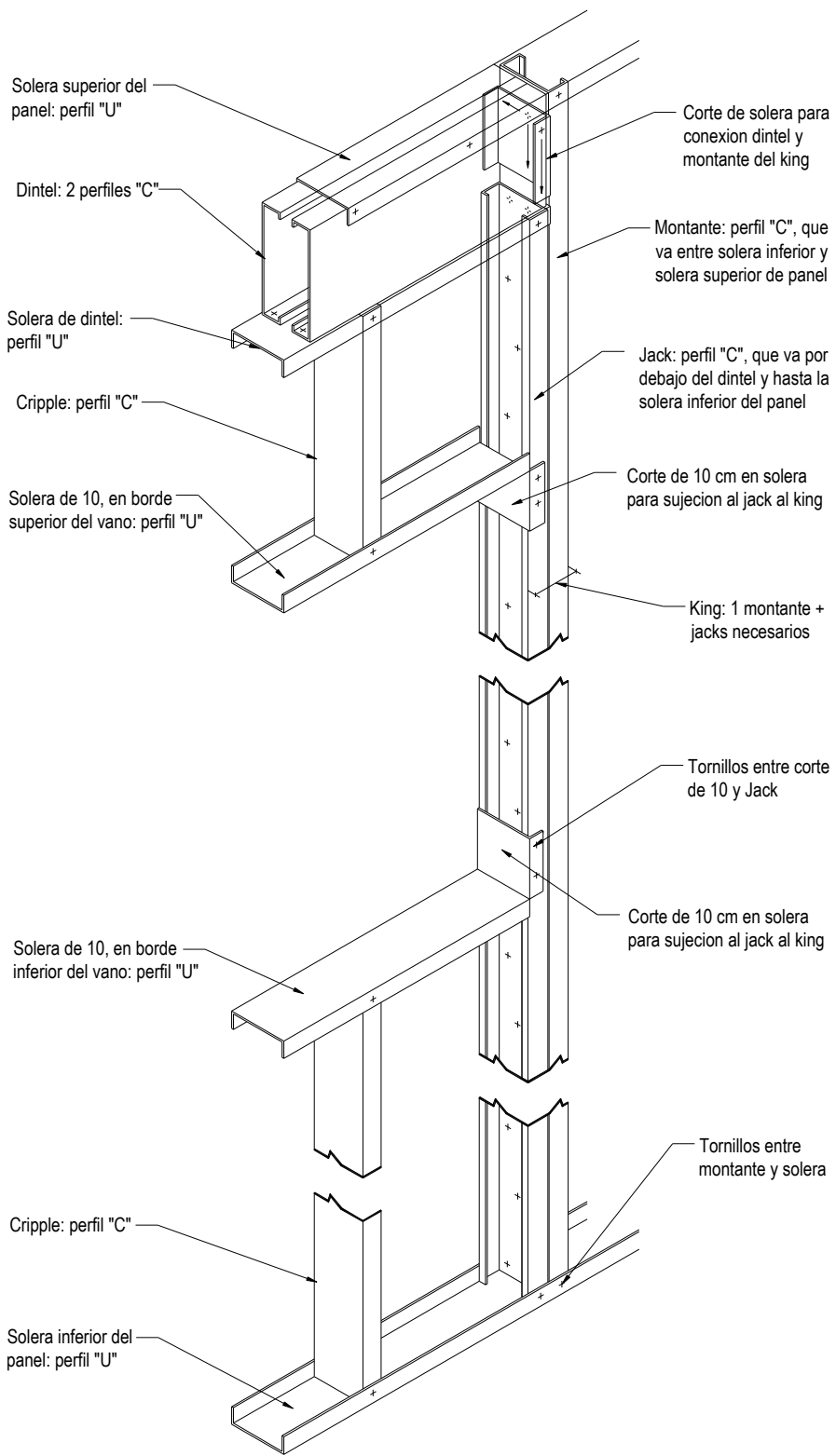
La delimitación superior e inferior del vano está dada por las soleras de vano, salvo en el caso de vanos para puertas en donde sólo hay solera de vano superior. Las mismas quedan sujetas al King, por medio de un corte practicado en sus alas denominado "corte de 10", tal como se indica a continuación:

1. El perfil “U” para la solera superior e inferior del vano (solera con corte de 10) se cortará de un largo igual al ancho de la abertura más 20cm.
2. Se deberá ejecutar el corte de las alas a 10cm en cada uno de los extremos.
3. Ambos extremos de 10cm se doblan 90° para servir de conexión de la solera con el Jack.

Es frecuente que, debido a este “corte de 10” practicado en las soleras de vano, se las denomine “solera de 10”.



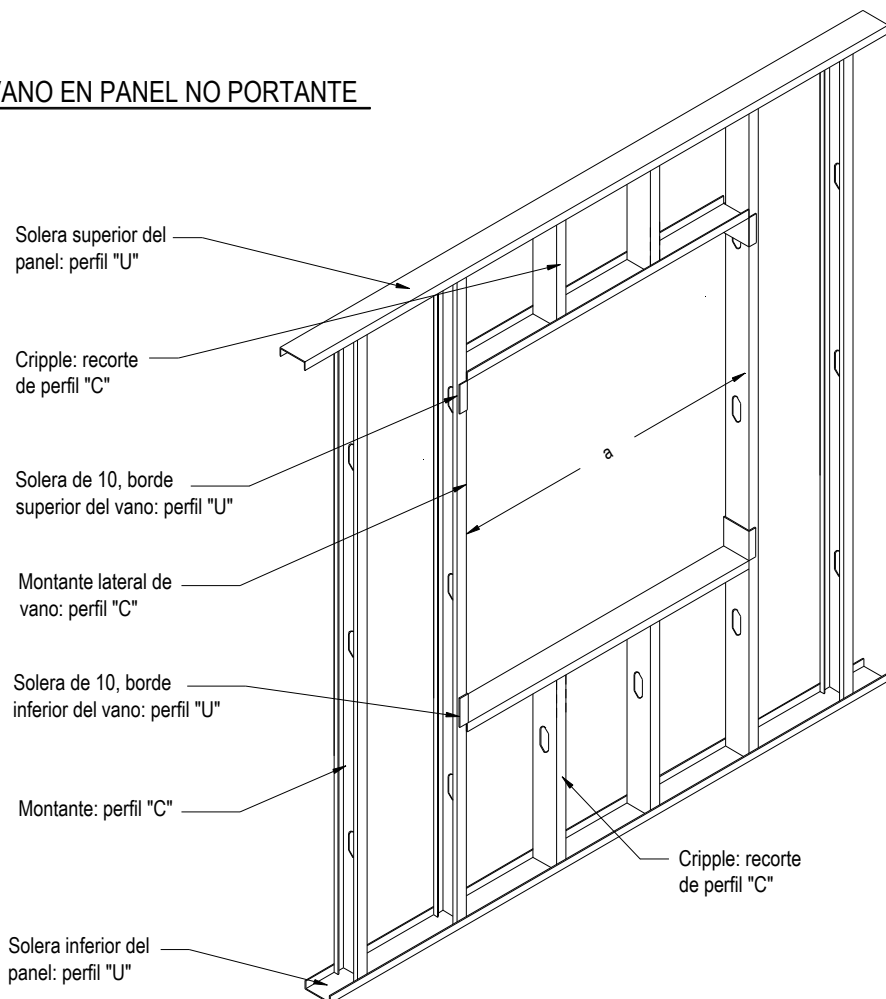
• **Detalle de Vano en Panel Portante**



4.3.2 Paneles no portantes

La resolución de vanos en paneles no portantes queda reducida a la delimitación de la abertura, dado que, al no soportar cargas verticales, desaparece la necesidad de colocar un del dintel, y por lo tanto, tampoco son necesarios los Jacks/ King para su apoyo.

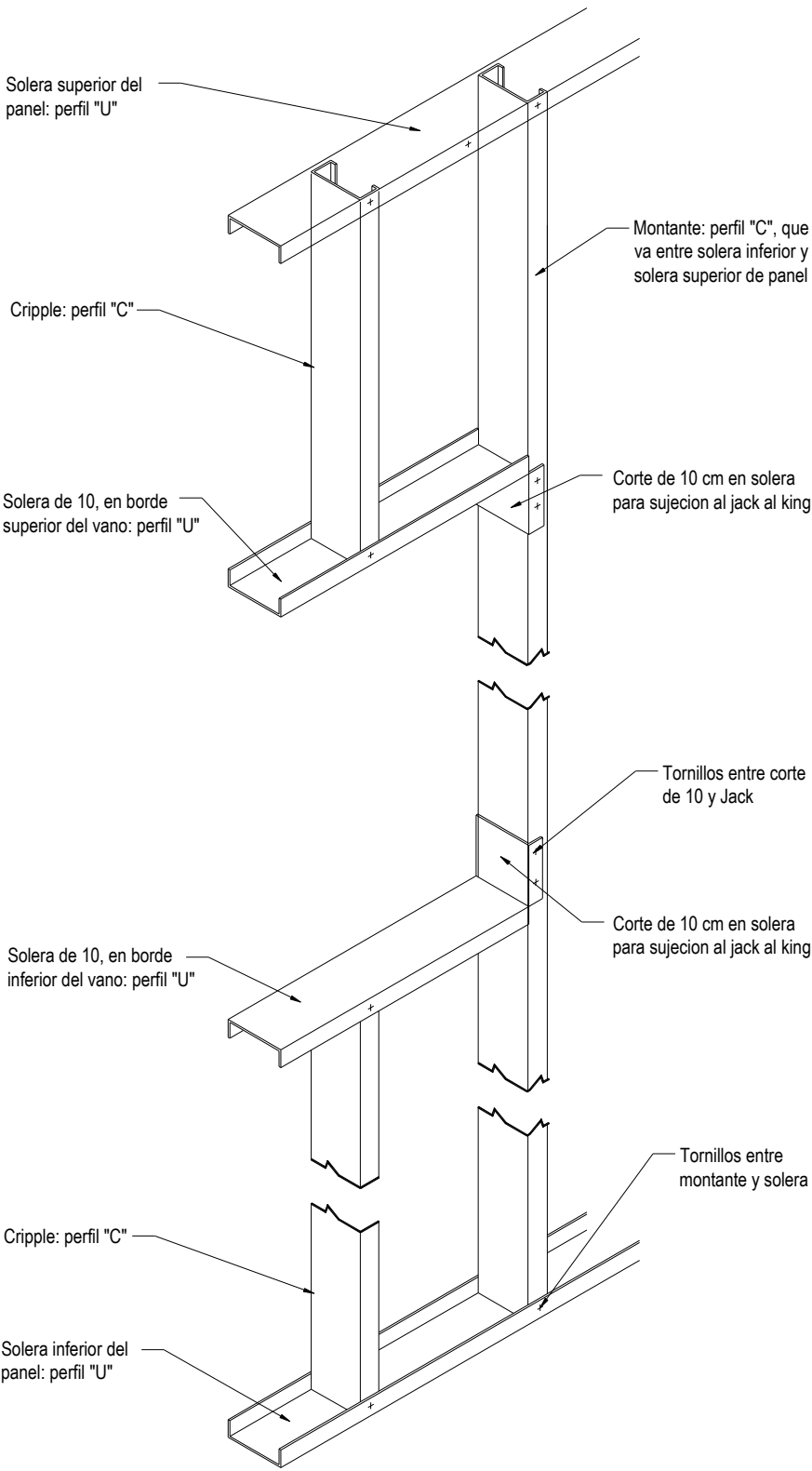
VANO EN PANEL NO PORTANTE



En estos casos, la delimitación lateral del vano está dada por un único montante al cual será sujetado el marco de la abertura. En algún caso, y para dar mayor rigidez a la misma, podrá optarse por colocar montantes dobles en esta posición.

La delimitación superior e inferior del vano está dada, al igual que en los paneles portantes, por las soleras de vano, salvo en el caso de vanos para puertas en donde sólo hay solera de vano superior. Las mismas quedan sujetas al montante lateral del vano, por medio del "corte de 10".

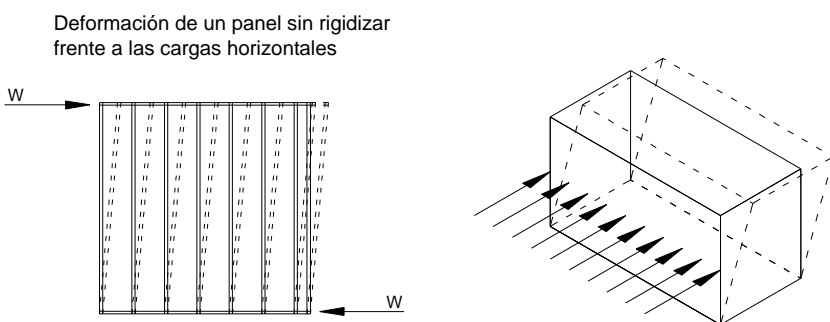
• **Detalle de Vano en Panel no Portante**



4.4 Rigidización

Como ya se ha mencionado, los paneles ejecutados con Steel Framing son incapaces por sí mismos de absorber esfuerzos horizontales en el plano del panel (sólo toman cargas axiales). Es por esto que deberán ser provistos de algún elemento estructural adicional que pueda efectivamente resistir y transmitir tales esfuerzos hacia sus estructuras de apoyo, fundaciones o entrepisos.

Partiendo de la base que el panel está anclado y debido a que la unión entre montantes y soleras de panel es articulada, el panel tenderá a deformarse tal como se indica en los esquemas de abajo.



Para evitar esta deformación que además de deteriorar el aspecto de las terminaciones, producirá el colapso de la estructura, es que debe rigidizarse el panel en su plano, ya sea con Cruces de San Andrés ("X Bracing"), o con una placa *que sea capaz de actuar como Diafragma de Rigidización*.

Cualquiera sea la alternativa a elegir, **no debe subestimarse la importancia fundamental de este componente de la estructura, que debe estar presente en todos los casos**, al igual que lo están las cargas laterales que actúan sobre la estructura.

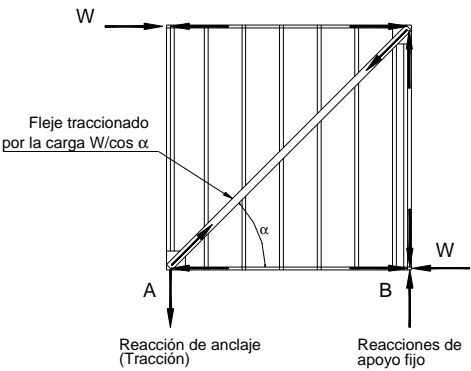
La elección de cuál de estos dos métodos conviene utilizar, está basada en consideraciones tanto técnicas como económicas. Entre las técnicas se debe incluir antes que nada al Proyecto de Arquitectura, sobre todo en lo que se refiere a la cantidad, ubicación y dimensiones de los vanos.

Entre las económicas, se deberá evaluar el costo de los materiales y la Mano de Obra necesaria para la aplicación de uno u otro sistema.

4.4.1 Cruz de San Andrés

En la figura de la derecha se observa como la carga W (proveniente por ejemplo de la acción del viento sobre la pared perpendicularmente a ésta) tiende a desplazar al panel en forma horizontal y rotarlo alrededor del punto B.

Al colocar un fleje en forma diagonal y un anclaje coincidente con la llegada del mismo se evitan, tanto los efectos de rotación y desplazamiento antes mencionados, como la deformación de su plano.



Dado que la carga W podría tener sentido opuesto y debido a la capacidad de los flejes de trabajar sólo a tracción, deberá colocarse otra diagonal en el otro sentido, generando así el “X Bracing” o Cruz de San Andrés.

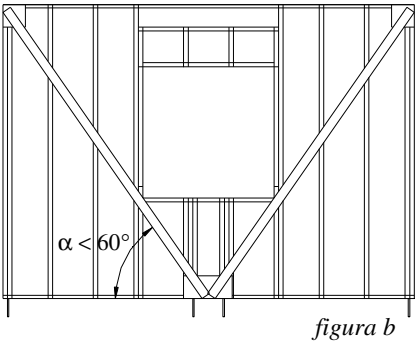
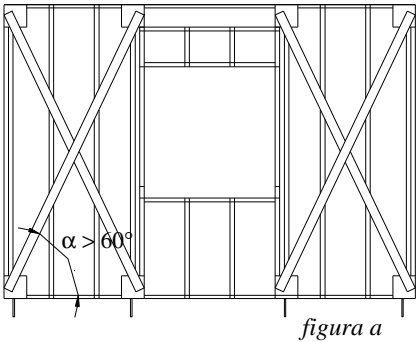
• Determinación del ángulo de inclinación de los flejes

Cuando el ángulo “ α ” generado entre la solera inferior del panel y el fleje es pequeño, tanto la tensión en el fleje (T_F) como la reacción de anclaje (R_A) son pequeñas y tienden a disminuir aún más a medida que “ α ” se acerca a 0° .

Sin embargo, para ángulos muy pequeños (menores que 30°) el fleje pierde su capacidad de evitar las deformaciones, objetivo para el cual fue colocado.

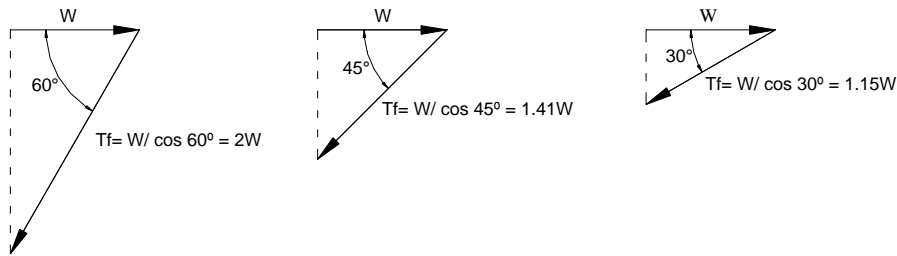
A medida que el ángulo aumenta, aumenta también la tracción a la que está sometida el fleje y la reacción del anclaje (R_A). Por lo tanto, se necesitarán flejes y anclajes de secciones mayores para resistir las caras a la que se verían sometidos. De este modo, el ángulo “ α ” de inclinación de las diagonales deberá, en lo posible, estar comprendido entre los 30° y 60° .

La colocación de cruces en un panel que posee un vano es un caso típico en el que el fleje debe adoptar un ángulo de inclinación “ α ” grande, como se ve en la figura a. En esos casos deberá tenerse en cuenta el aumento de la tensión, que podrá determinar un aumento de la sección del fleje, o bien podrá optarse por una nueva disposición de los flejes, tal como se muestra en la figura b.



• **Dimensionamiento**

La sección del fleje deberá dimensionarse para transmitir el esfuerzo de tracción que resulta de la descomposición de la carga horizontal actuante (W) en la dirección de la diagonal.

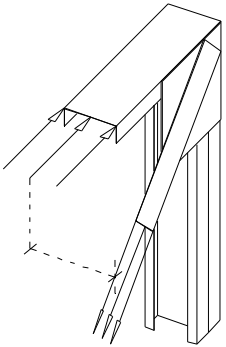


Deberá también tenerse en cuenta el efecto de rotación que puede producirse en los montantes dobles a los que se sujetan los flejes, debido a la excentricidad que se genera si las cruces se colocan en una sola cara del panel (por lo general, la exterior). Un modo de evitar esta excentricidad es colocar las cruces en ambas caras del panel, aunque esto podría conducir a problemas con el emplacado de la placa de roca de yeso del lado interior.

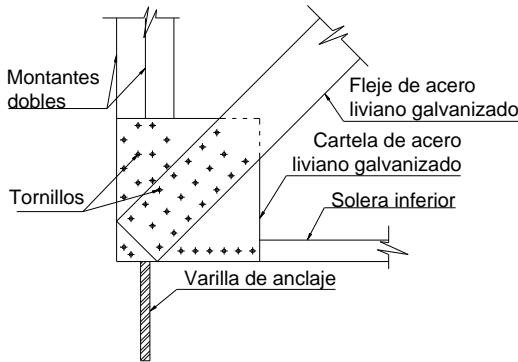
• **Colocación**

Debe ponerse especial atención en que las cruces estén tensadas al momento de su colocación, dado que, de no ser así, el panel se deformará hasta que los flejes entren en tensión y comiencen a trabajar.

Una manera sencilla de lograrlo es ejecutar la unión fleje- estructura por medio de una cartela que, además permite la colocación de los tornillos necesarios para absorber el corte que genera la tensión en el fleje.



Esta cartela deberá fijarse a un montante doble, y en coincidencia con éste, se colocará un conector y un anclaje para absorber los esfuerzos de corte y arrancamiento transmitidos por el fleje.



Debe tenerse en cuenta que, salvo al utilizar una pared de mampostería como terminación exterior, siempre es necesaria la colocación de una placa que actúe como sustrato para la aplicación del acabado final. Quiere decir entonces que deberá evaluarse la conveniencia o no de rigidizar la estructura con cruces y utilizar una placa *no estructural* como sustrato, frente a la opción de utilizar una placa *estructural* que actúe como diafragma de rigidización y como sustrato al mismo tiempo.

4.4.2 Diafragma de Rigidización

Para que una placa apta para ser colocada en el exterior de un panel pueda ser considerada diafragma de rigidización, debe otorgarle a la estructura de acero galvanizado liviano la resistencia necesaria para absorber las cargas laterales que actúan sobre ella, y que es incapaz de absorber por sí misma.

Cuando se utilizan placas o diafragmas de rigidización, el valor de resistencia total final que alcanzará el panel, no sólo dependerá de la placa utilizada, sino también de algunos otros elementos y/ o características del mismo:

Ver 7.4

- Tipo, medida y separación de los tornillos de fijación del diafragma a la estructura
- Relación Altura / Largo de la pared
- Características resistentes de los perfiles que conforman el panel
- Tipo, ubicación y cantidad de conectores y anclajes

Esto nos indica que los valores de resistencia que alcanzarán los paneles rigidizados con diafragmas no son sencillos de calcular.

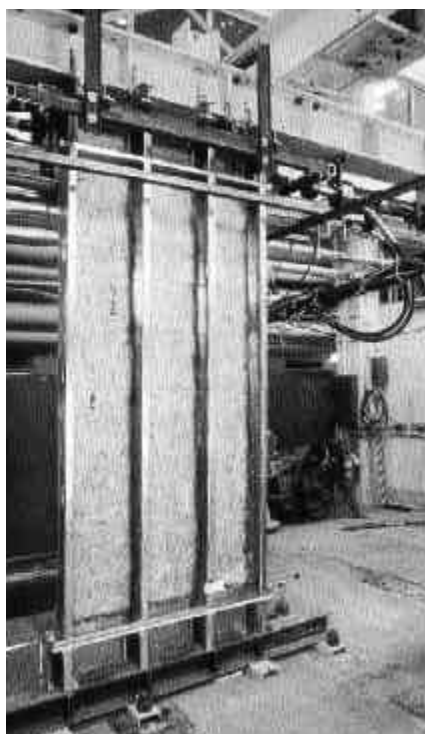
Por este motivo la mejor forma de obtener tal información, es recurrir a ensayos estáticos y dinámicos sobre diferentes conformaciones de paneles y analizar sus resultados. De esta forma se intenta reproducir la acción de vientos y sismos, capaces de ejercer acciones cíclicas severas sobre la estructura, y estudiar su respuesta frente a ellas.

Ver 11.2

Debido a que aún no se conocen ensayos de este tipo ejecutados en nuestro país, consideraremos como **placas estructurales o diafragmas de rigidización**, a dos placas que han sido ensayadas en los EEUU por la American Plywood Association (A.P.A) y que se encuentran disponibles en el mercado local. (ver RG -9804 del AISI).

Ella son:

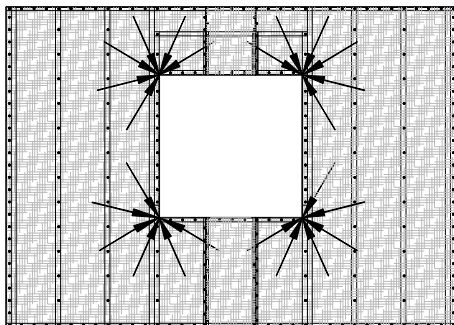
- Multilaminado fenólico: espesor mínimo= 10 mm y 5 plies (capas)
- OSB (Oriented Strand Board) Exterior Structural Grade: espesor mínimo 12.50 mm



Panel emplacado sometido a un ensayo de cargas

Además de responder satisfactoriamente a los ensayos descriptos, existen otras características que deben tener las placas para que puedan utilizarse como diafragmas de rigidización:

- Capacidad para absorber tensiones en su plano sin que los tornillos que la vinculan a la estructura metálica la desgarran.
- Capacidad para no desgarrarse debido a las tensiones concentradas que aparecen, por ejemplo, al efectuar cortes internos para la ejecución de vanos.
- Capacidad para resistir la acción del clima exterior durante el proceso de fabricación o montaje, sin que se alteren sus propiedades estructurales.
- El acopio y manipuleo de estas placas debe ser sencillo y con mínimo riesgo de que se produzcan fisuras al moverlas.
- La ejecución de cortes debe ser sencilla y rápida.



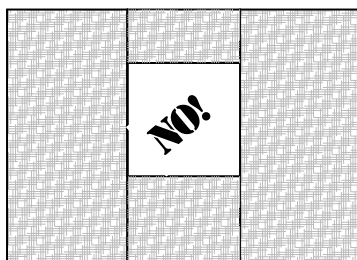
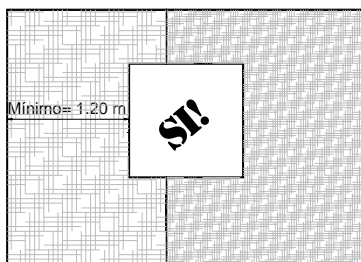
Por todo esto es fundamental distinguir entre placas para exterior o substratos y diafragmas de rigidización ya que ambos no cumplen las mismas funciones.

Los diafragmas en general pueden actuar como substratos y son aptos para colocarse en el exterior, pero las placas para exterior o substratos **no siempre** pueden actuar como diafragma rigidizador, ya que algunas no poseen las características estructurales necesarias para resistir la acción de cargas laterales.

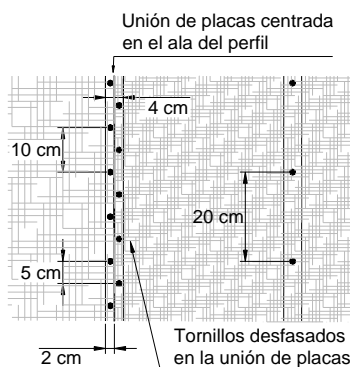
Por lo tanto, en aquellos casos en que no se utilice diafragma de rigidización y se coloque como substrato una placa no estructural, deberá colocarse siempre Cruces de San Andrés.

• Emplacado: Reglas básicas para la aplicación del Diafragma de Rigidización

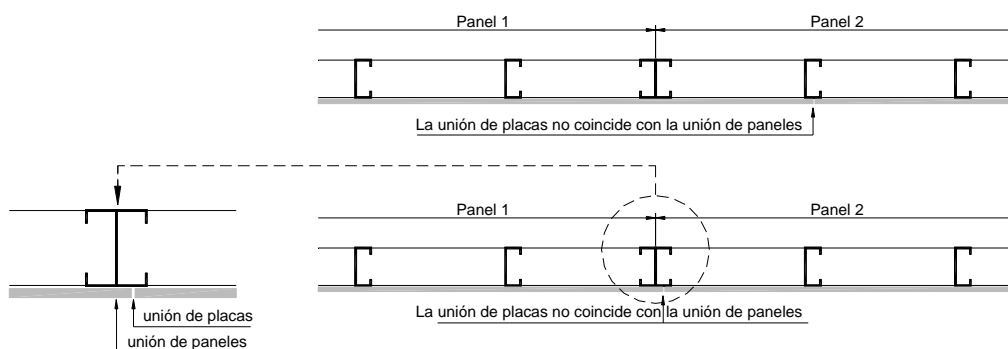
- Para que un panel emplacado con un Diafragma de Rigidización pueda considerarse que resiste la acción de las cargas laterales que actúan en su plano, deberá tener como mínimo un ancho de 1,20 mts por toda la altura del panel, sin vanos ubicados en este ancho mínimo.
- Las placas se deben colocar con la dimensión mayor en forma vertical, paralela a la dirección de las montantes (placas paradas), y no debe haber uniones en coincidencia con los vértices de los vanos, sino que se deben cortar en forma de "C".



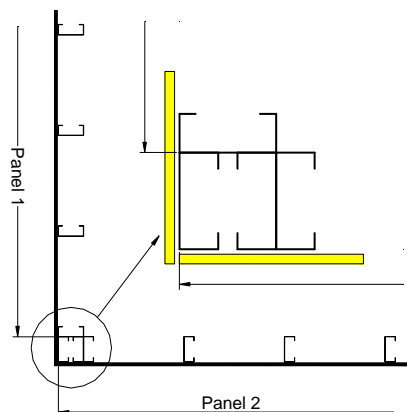
- La unión entre una placa y otra que sean adyacentes debe efectuarse sobre el ala de un montante, compartiendo mitad de la misma entre cada una de las placas. Los tornillos se desfazan entre una placa y otra de manera de no perforar al ala del perfil en dos lugares para una misma altura.



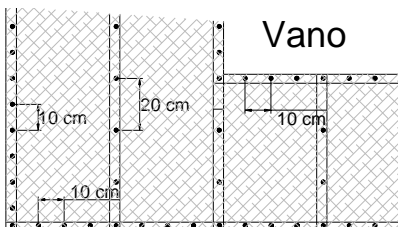
- En lo posible, la unión de paneles no debe coincidir con la unión de placas, debiéndose solapar las juntas, aumentando así la rigidez. A continuación se muestran dos tipos de solapado de uniones entre perfiles y placas.



- Los encuentros de paneles en las esquinas salientes de una estructura deben emplacarse como muestra la figura de la derecha, solapando las uniones entre perfiles y placas.
- La vinculación entre la placa que actúa como Diafragma de Rigidización y la Estructura de Perfiles Galvanizados está dada generalmente por tornillos, aunque también existen clavos estriados especialmente para resistir la tracción.



- Para que los perfiles y la placa puedan desarrollar toda su capacidad de resistencia debe colocarse la cantidad y el tipo de tornillos adecuados para lograr la resistencia total necesaria. En los ensayos realizados en USA se determinó que la mayor incidencia que tiene la separación entre montantes a los esfuerzos de corte en el plano de la pared, es que a menor separación de éstos, existe mayor cantidad de tornillos por unidad de superficie. Por lo tanto, en lo que a esfuerzo lateral se refiere, se debe prestar especial atención a colocar los tornillos a una distancia máxima entre sí de 10 cm en todo el perímetro de las placas, y de 20 cm en los montantes intermedios, sin importar si estos estaban separados a 40 cm o 60 cm entre centros. El tornillo mas utilizado para la fijación de las placas que actúan como Diafragma es el T2 x 1 1/4".



Ver 7.4

4.4.3 Strapping y Blocking

Como ya se ha dicho, uno de los conceptos fundamentales dentro del Steel Framing es el de **estructura alineada** el cual indica que todas las cargas se transmiten verticalmente a través del contacto directo entre las almas de los perfiles "C", siempre que sus secciones estén en coincidencia.

Sin embargo, dado que en los montantes el baricentro de la sección no coincide con el centro de corte de la misma, el montante pandeará debido a la flexotorsión que esa excentricidad genera, siendo necesaria la colocación de un elemento capaz de evitar tal deformación. En general, y para cargas pequeñas, basta con la colocación de un fleje metálico o **strapping** cada 1.30m aproximadamente y con sus extremos sujetos a dos "puntos fijos", por ejemplo, piezas para encuentro de paneles (dobles, triples, etc.). Éstos se atornillarán a ambos lados del panel, a excepción de los paneles que en su cara exterior llevan diafragma de rigidización.

Cuando las cargas aplicadas a los montantes sean más importantes, deberá ejecutarse un rigidizador o **blocking** uniendo un perfil "C" con un perfil "U", y sujetándolos a los dos montantes extremos del panel mediante un corte de 10, como se indica en la figura.

