



GERDAU

CORSA

El futuro se moldea

¿CUÁNDO CONSTRUIR **EN ACERO?**

Gerdau Corsa. El futuro se moldea.

gerdaucorsa.com.mx



El presente artículo es una adaptación de “Cuándo construir en acero”, por Fernando Ottoboni Pinho, ingeniero consultor de GERDAU Açominas.

Elaboración:
Carlos Cházaro Rosario.

Coordinación Técnica:
Gabriel Abraham Guerra.

Diseño Editorial:
Valeria Giselle Uribe Pérez.
Artroom Innovative Thinking.

ÍNDICE

1. Cimentaciones	8
2. Tiempo de construcción	9
3. Tipo de ocupación	10
4. Disponibilidad y costo de los materiales	11
5- Recursos del constructor	12
6- Ubicación de la obra y accesos	12
7- Posibilidad de adaptaciones y ampliaciones	13
8- Compatibilidad con sistemas complementarios	13
9- Mantenimiento y reparación	14
10- Espacios libres y altura de la edificación	14
11- Protección (corrosión y fuego)	15
12- Durabilidad	15
13- Estética	15
14- Desperdicio de materiales y mano de obra	15
15- Seguridad del trabajador	16
16- Costos financieros	16
17- Adecuación ambiental	16
18- Calidad	17
19- Desempeño	17
20- Incomodidad para las áreas próximas	17
21.- Ejemplo	18

GUÍA PARA
LA ELECCIÓN
DEL SISTEMA
ESTRUCTURAL MÁS
ADECUADO.



La elección del sistema constructivo no debe ser una competencia entre los diferentes tipos de estructura, sino una elección basada en las características de cada sistema.

La determinación de lo que es más adecuado, debe pasar por el análisis del mayor número posible de aspectos representativos de la obra, priorizando las características obligatorias y también las deseables.

La pregunta ¿cuándo construir en acero? es frecuentemente repetida. Y las respuestas están casi siempre apoyadas en una extensa lista de ventajas del uso de las estructuras de acero que no ofrecen información suficiente para una evaluación correcta de la influencia de cada una de ellas y en estudios comparativos de costos, que son nada más que casos particulares y no pueden ser aplicados como regla. En algunos casos, la simple afirmación que la estructura en acero sería más costosa encierra una discusión sin profundizar el proceso de análisis. En otras situaciones, la opción por sistemas convencionales, por el simple desconocimiento de otros, aún cuando el resultado sea de una estructura más económica, no garantiza que la decisión haya sido la más adecuada.

Por lo tanto, la pregunta que debe ser hecha por los profesionales, arquitectos, ingenieros, constructores o inversionistas preocupados por el mejor resultado para el conjunto de la obra es:

¿QUÉ TIPO DE ESTRUCTURA ES MÁS ADECUADA PARA MI OBRA?

La mayor dificultad para identificar el tipo de estructura más adecuado para una obra, es la falta de una metodología de evaluación más amplia que la simple comparación de costos. Se deben considerar también todos los factores limitantes y condicionantes de las alternativas en condiciones comparables, teniendo en cuenta aspectos importantes, desde diferentes calidades y desempeños, hasta la influencia de las estructuras en los demás servicios, incluyendo las transferencias de ganancias que pueden beneficiar al costo total de la obra.

Una metodología para evaluación que identifique la alternativa de estructura más conveniente, pasará por el conocimiento de todas las características de cada sistema estructural, por las experiencias y culturas de la propia constructora y, es claro, por el tipo de obra de análisis.

El método que aquí se propone se basa en la elaboración de un cuadro comparativo (hoja de cálculo, pág. 18), en el cual se indicarán las principales características que puedan influir en la elección de la estructura a utilizar. Consiste, además, en establecer un peso por cada una de esas características, de acuerdo a su grado de importancia para la obra en cuestión. El paso siguiente es asignar notas para cada uno de los sistemas constructivos, evaluando su capacidad de cumplir con los requisitos o de influenciar en las características de la obra.

Finalmente, se calculan las medias aritméticas ponderadas para cada sistema; las mayores medias deben iniciar los sistemas más adecuados para la obra en cuestión. Sobre la base de estos resultados, se vuelve más fácil la decisión del sistema estructural que debe ser adoptado. Varias de las características pueden ser de difícil interpretación y cuantificación y, algunas veces, existirán conflictos. Pero, el análisis característica vs. sistema será siempre mejor que la simple intuición. La optimización de una elección bien estructurada agrega valor al proceso y, ciertamente, conduce a una decisión final más acertada.

Esta metodología debe ser desarrollada por la propia empresa, ser lo más impersonal posible y perfeccionada continuamente por el ejercicio de identificación de las características más importantes para la obra y su ordenamiento y puntuación, basándose siempre que sea posible, en experiencias anteriores.

Como forma de ayudar en esta decisión, presentamos a continuación una lista de las principales características de las estructuras de acero que sugiere sean analizadas y ponderadas, aisladamente y en conjunto. Se presupone, obviamente, el conocimiento del comportamiento de cada uno de los tipos de estructura en relación a estas características. No es razonable una elección errada del sistema estructural por la no evaluación de todos los tipos de estructuras o por la utilización de parámetros equivocados, incompletos y/o no actualizados.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS QUE DEBEN SER CONSIDERADAS EN LAS EVALUACIONES PARA ELEGIR EL SISTEMA ESTRUCTURAL MÁS ADECUADO:

1. CIMENTACIONES

La influencia de la reducción de las cargas debido al menor peso de las estructuras de acero sobre los cimientos de una pequeña obra, en un suelo muy fuerte, puede ser casi imperceptible. Pero la reducción de las cargas en una gran estructura, en un suelo difícil, puede sencillamente viabilizar la construcción. Por lo tanto, el costo de la cimentación en algunos casos será un importante factor de decisión sobre el tipo de estructura a ser usada en una obra.

Las estructuras de acero pesan entre 6 y 10 veces menos que otros sistemas constructivos, pero teniendo en cuenta que hay una proporción considerable de peso del edificio que no corresponde a la estructura, las reducciones de las cargas verticales son del orden del 20%. Esa diferencia puede representar, por ejemplo, un pilote menos por base y reducir significativamente los costos de las cimentaciones. En algunas cimentaciones, la influencia de las acciones horizontales (vientos, etc.), es tan grande que lleva finalmente la carga vertical a valores pequeños. En algunos casos, donde existe carga de desplazamiento, la reducción de peso puede ser hasta desfavorable.

Debemos aún examinar los costos de las cimentaciones profundas con pilotes metálicos (utilizando perfiles de acero), que junto con las estructuras de acero o también con las estructuras en hormigón con las estructuras de concreto armado, representan una alternativa interesante cuando se comparan con los pilotes metálicos de rieles (usados), o con los prefabricados en concreto, principalmente cuando el pilote es muy ancho, o se quieren minimizar las dificultades con el transporte y manejo de los pilotes en el lugar de la obra y también reducir las indeseables vibraciones para las edificaciones vecinas.

Peso: Mayor peso debe ser tanto dado a la ponderación en los casos de los suelos con poca resistencia, con subsuelos y edificaciones vecinas; y menor peso para los suelos con buen soporte, cargas bajas, sin subsuelo y sin vecinos.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que genera las menores cargas y/o la menor cantidad de puntos de cimentaciones; y menor para el que genera las mayores cargas y/o mayor número de puntos de cimentaciones.



2. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

En principio, cuanto menor sea el tiempo de construcción mejor para el inversionista. Sin embargo, para algunas obras, como los condominios habitacionales, el tiempo de construcción debe ser compatible con la capacidad de desembolso de los compradores. Para una obra comercial, cualquier anticipo que represente reducción del tiempo de amortización de la inversión, es bienvenida. Existe aún la obra política o estratégica, donde el tiempo de construcción es determinado por un evento fijo, independiente de eventuales costos adicionales que una construcción más rápida puede representar.

Sin duda la característica más favorable de las estructuras de acero es la rapidez de construcción, a diferencia de la construcción convencional que normalmente tiene el camino crítico en la fase de la estructura y ubica por limitar la velocidad de la obra. Si la decisión es por la estructura de acero se puede, por ejemplo, ejecutar los cimientos mientras las estructuras están siendo fabricadas. La posibilidad de avanzar en diferentes frentes de servicio en forma simultánea (losas, paredes, instalaciones, etc.), puede en un cronograma bien elaborado, reducir el tiempo de ejecución de la obra en hasta 40% comparado con los sistemas convencionales.

Peso: Mayor peso cuando el plazo de la obra es corto y crítico; y menor peso cuando el plazo no es relevante o puede hasta complicar la entrada de los recursos.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural más rápido y que posibilita varios frentes de servicio en la obra. El menor valor para el sistema más lento y considerando un camino crítico en la obra.





3. TIPO DE OCUPACIÓN

Dependiendo del tipo de uso final de la edificación y de algunas características de la obra, un determinado sistema estructural puede ser más o menos adecuado. Por lo tanto, es importante conocer bien la localización, la arquitectura y, principalmente, la utilización prevista para la edificación.

Describimos a continuación algunas características generales de los diversos tipos de ocupación de las edificaciones:

- **EDIFICIOS RESIDENCIALES:** Piso tipo, estacionamiento en los pisos inferiores, modulación difícil, espacios pequeños, muchas instalaciones y fachadas más elaboradas (barandales, etc). La prontitud significa posibilidad de venta más rápida, pero puede no interesar; el caso involucra el aspecto financiero. Para las edificaciones siguientes, "la rapidez" significa el pronto retorno de la inversión y es un factor relevante en la decisión.
- **EDIFICIOS DE OFICINAS:** Terreno caro, poco espacio para el lugar de la obra, modulación fácil, estacionamiento en los pisos inferiores, instalaciones de arreglo simple, fachadas sencillas.
- **HOTELES:** Gran modulación (habitacionales), alta densidad de instalaciones, grandes espacios libres en las áreas comunes, fachadas sencillas o elaboradas y repetitivas.
- **HOSPITALES:** Modulación (para departamentos), instalaciones complejas, fachadas sencillas o elaboradas y repetitivas, necesidad de ampliaciones y adaptaciones constantes sin interferencia con las áreas ya construida. La "rapidez" significa, además del retorno más rápido de la inversión, un tiempo menor de la interferencia en el funcionamiento y en las edificaciones existentes.
- **CENTROS COMERCIALES:** Plazos de entrega rígidos, construcción más horizontal, grandes espacios, terreno caro, poco espacio en el lugar de la obra, modulación fácil,

instalaciones concentradas en las áreas de circulación, fachadas sencillas o elaboradas, y coberturas complejas. Los cronogramas son normalmente regulados por las temporadas de compras (Navidad y otras fechas especiales).

- **ESTACIONAMIENTOS:** Bastante modulado, grandes espacios, piso tipo, rampas, pocas instalaciones, fachadas sencillas o inexistentes y posibilidad de desmontaje.
- **UNIVERSIDADES Y ESCUELAS:** Plazos de entrega rígidos, construcción más horizontal, buena modulación, pocas instalaciones, fachadas estandarizadas.

Para ciertos tipos de edificaciones las estructuras de acero tienen muchas características que son favorables, tales como la facilidad para construcciones más altas, mejor aprovechamiento del terreno, mayor área útil, menor necesidad de espacio para la obra, liberación de varios pisos simultáneamente, modulación con mejor desempeño en la fabricación y montaje, precisión favoreciendo la utilización de otros componentes industrializados de cierre y fachadas. La facilidad de ejecutar grandes espacios y ocupar menos espacio estructural son factores que explican, por ejemplo, por qué en los edificios comerciales y en las universidades la solución con estructuras de acero se aplica más naturalmente que en los edificios habitacionales.

Peso: Mayor peso para las edificaciones comerciales o escuelas, donde el tipo de la estructura puede ser decisivo para el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra; y menor peso para las edificaciones residenciales, donde el tipo de la estructura no es tan importante y no favorece la modulación.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que atiende mejor al mayor número de características del tipo de estructura; y menor valor cuando la estructura no aporta y hasta perjudica algunas necesidades del tipo de obra.

4. DISPONIBILIDAD Y COSTO DE LOS MATERIALES

Es importante acompañar la evolución, la disponibilidad y el costo de los materiales básicos usados para las estructuras y para los sistemas complementarios. En el caso de existir alternativas, hay que verificar siempre la relación del costo/beneficios de los sustitutos.

Principales materiales de las estructuras de acero y su disponibilidad/ características:

- **PERFILES SOLDADOS O ELECTRO-SOLDADOS:** Costo elevado de producción en función de las diversas etapas del proceso, como el corte de las placas, el montaje y la soldadura para armado de la sección. Con diferentes calidades de ejecución de las soldaduras, poseen tensiones residuales altas en región de soldadura. Son siempre encontrados bajo encargo, con plazos de entrega más demorados, exigen stock de placas. Por otro lado, tienen gran versatilidad para ejecución de dimensiones variadas, adecuándose muy bien a proyectos especiales con grandes claros y sin limitación de peralte.
- **PERFILES LAMINADOS DE ALAS O PATINES PARALELOS (TIPO IR):** Son los más utilizados en todo el mundo. Producidos normalmente en acero de alta resistencia, poseen calidad certificada y son ofrecidos en amplia variedad de medidas, disponibles para entrega inmediata. Proporcionan excelente relación peso/resistencia y añaden alta productividad a la fabricación de las estructuras. En México, GERDAU CORSA produce 110 medidas de perfiles IR laminados en caliente con una calidad de acero ASTM A992 en medidas de 6" hasta 24". Ver catálogo anexo.
- **PERFILES LAMINADOS DE ALAS O PATINES INCLINADOS (IE):** Mayor masa lineal que los perfiles laminados de patines paralelos de misma resistencia, en función de las características de distribución de masa de los laminadores antiguos, las inclinadas que exigen empalmes y arandelas especiales, y pocas medidas variando de 76 mm hasta 457 mm.

- **PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO:** Conformados de lámina delgada, tienen limitaciones dimensionales en función de la esbeltez de la lámina, y son indicados como elementos secundarios o de pequeñas dimensiones. Existen muchos proveedores, el control dimensional es difícil y pueden ser encontrados en diversas especificaciones de acero no estructural o de calidad desconocida.
- **TUBULARES:** Laminados o conformados en frío, en las formas cuadrada, rectangular o redonda, tienen gran efecto estético y complejidad estructural cuando se requiere colocar atezadores. Son utilizados principalmente en cubiertas (tipo espacial), y reticulados. La dificultad en su utilización requiere concentrarse en las conexiones, que normalmente exigen adaptaciones o soldadura de campo.
- **TORNILLOS Y TUERCAS:** Son encontrados fácilmente para entrega inmediata en los diámetros y largos usuales y acabado negro o galvanizado. Para conexiones de estructuras de acero patinable (tipo Corten, resistentes a la corrosión). Son indicados los tornillos especiales que pueden no ser encontrados para entrega inmediata y, en algunos casos, dependiendo del proveedor, pueden estar sujetos a cantidades mínimas.

Peso: Mayor peso para los materiales con amplia oferta, entrega inmediata, calidad garantizada y con la mejor relación costo/beneficio; y menor peso para los materiales de calidad variable, mayores plazos de entrega y costos más altos.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que dispone de oferta de materiales con la mejor relación calidad/costo y con el menor número de ítems para controlar; así pues, menor nota para el sistema que no dispone de oferta garantizada de algunos materiales que atiendan las condiciones y los plazos del proyecto y que tenga un gran número de ítems para controlar.

5. RECURSOS DEL CONSTRUCTOR

Muchas veces los equipos y otros recursos del constructor pueden influir en la elección del sistema estructural para una obra. Si el constructor posee algunos equipos ya amortizados, hay una inclinación a utilizarlos para reducir costos, así como también utilizar su mano de obra ya entrenada.

Los recursos del constructor pueden ayudar a definir el sistema estructural, pero no deben inhibir la utilización de nuevas tecnologías, con el riesgo de dejar a la empresa poco competitiva para algunos tipos de obra. Por lo tanto, es el momento para evaluar el desempeño e invertir en nuevos equipos.

Peso: Mayor peso cuando el constructor posee algún equipo o mano de obra decisiva para la elección del sistema estructural; y menor cuando existe poca influencia de los recursos del constructor en la elección.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que mejor se adapta a los equipos del constructor; y menor nota para el sistema estructural que no tendría buen rendimiento o no se adapte a los equipos del constructor.

6. UBICACIÓN DE LA OBRA Y ACCESOS

Es siempre muy importante conocer bien la ubicación de la obra y sus accesos. Las condiciones de las carreteras de acceso, las distancias que deben recorrerse, los materiales disponibles en la región, las condiciones topográficas del terreno y su entorno, la disponibilidad de energía para la obra, además de otras variables que pueden definir el sistema estructural.

La simple falta de observación de una línea aérea electrificada en la entrada de una obra, por ejemplo, puede exigir la desconexión temporal o la remoción/desplazamiento de esa línea, representando un aumento de plazos y costos, además de, en algunos casos, imposibilitar la entrada en operación de un determinado equipo o bien que pueda demandar otro más costoso.

Peso: Mayor peso para los lugares distantes y de difícil acceso y menor peso para los próximos a la base de la constructora, sin problemas de acceso y suministro de materiales y energía.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que mejor se ajusta a las condiciones verificadas en la ubicación de la obra; menor valor para el sistema que puede dificultar la integración con la ubicación de la obra.





7. POSIBILIDAD DE ADAPTACIONES Y AMPLIACIONES

Identificar si una obra tiene o no posibilidades en el corto o mediano plazo de adaptaciones, ampliaciones y hasta de desmontaje. Es importante la definición de un sistema estructural que pueda acompañar esas modificaciones con pocos trastornos operacionales y menores costos a largo plazo.

Esto ocurre principalmente con las edificaciones industriales, donde son muy frecuentes los cambios tales como el aumento de las cargas del proyecto, remoción de elementos estructurales que pasan a interferir con nuevos equipos e incluso modificaciones más drásticas, como la colocación de un nuevo nivel de piso.

Peso: Mayor peso cuando existe la real posibilidad de modificación de una obra; y menor peso cuando no exista ninguna previsión de alteración para la obra.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que mejor se adapta a modificaciones, garantizando menos trastornos y un menor costo para los cambios; menor valor para el sistema que tendría grandes dificultades y ocasionaría muchos trastornos durante las modificaciones.

8. COMPATIBILIDAD CON SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

La precisión de las estructuras de acero, con tolerancias de milímetros, asociada a la característica de permitir estructuras más moduladas, ha viabilizado cada vez más a la industria de los sistemas complementarios que necesitan estandarización, como las losas prefabricadas y diferentes tipos de paneles para interiores y exteriores.

Se observa también que la industrialización de la construcción es un proceso que no tiene retorno y quien se adapte primero tendrá todas las ventajas de los que toman la delantera.

Peso: Mayor peso cuando la obra utiliza componentes industrializados; menor peso cuando todos los sistemas complementarios son artesanales.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que favorece la interfaz con los sistemas complementarios industrializados por precisión y modulación; menor valor para el sistema que no tiene exigencias de precisión dimensional y no favorece la modulación.

9. MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

La vida útil de las estructuras implica un análisis detallado de todas las etapas del proceso constructivo y hoy los ingenieros, quienes ya piensan normalmente en el ciclo de vida de las estructuras, están cada vez más conscientes de la necesidad de mantenimiento y se preparan para hacer el monitoreo y mantenimiento preventivo y correctivo de las estructuras.

Ha sido constatado en los últimos años que el concreto armado, un material de construcción muy versátil, no es eterno; exige atención en el proyecto, en la ejecución y un mantenimiento programado para que sea durable y atienda las necesidades de resistencia durante la vida útil para la cual la obra fue prevista. O sea que requiere mantenimiento como las estructuras de acero.

Hoy se sabe que cada sistema tiene sus características y exige cuidados específicos. La durabilidad de las estructuras depende básicamente del cuidado de los detalles en el proyecto, del nivel de exposición de la estructura y de una protección adecuada a la agresividad del ambiente. Los problemas con las estructuras de acero son fácilmente identificables y tiene, normalmente, bajo costo de reparación.

Peso: Mayor peso cuando las condiciones de exposición de la estructura son más críticas o cuando se necesita una vida útil mayor; menor peso cuando el ambiente no es agresivo y el monitoreo es más fácil.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que en función de las condiciones de exposición y por la facilidad de inspección atiende las expectativas de vida útil con el menor costo de mantenimiento; menor valor para el sistema con menor vida útil y/o mayor costo de mantenimiento.

10. ESPACIOS LIBRES Y ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Determinados proyectos pueden exigir grandes claros (espacios), y/o grandes alturas y, por lo tanto, llevar a un sistema estructural con componentes más livianos y más fuertes. El sistema más adecuado debe vencer las grandes luces y las grandes alturas ocupando el menor espacio estructural liberando áreas para la ocupación útil de la edificación.

Las vigas de acero, con apoyo lateral por el sistema de losas, trabajan aisladamente como viga mixta en conjunto con la propia losa –sistema muy eficiente que utiliza las mejores características del acero y del concreto armado– pueden alcanzar grandes luces, siempre con las menores alturas finales entre pisos. Se observa que algunos tipos de losas prefabricadas no permiten o no pueden asociarse estructuralmente con las vigas de acero.

Peso: Mayor peso cuando la arquitectura exige grandes luces y/o grandes alturas libres; y menor peso para los proyectos con luces pequeñas y medias.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que vence con más facilidad las grandes luces, ocupando el menor espacio estructural; y menor valor para el sistema que exige grandes dimensiones de vigas y columnas.



11. PROTECCIÓN (CORROSIÓN Y FUEGO)

Hoy se entiende que todos los sistemas estructurales necesitan protección para garantizar un desempeño adecuado durante la vida útil para la cual la obra está prevista. Esa protección puede ser intrínseca del propio material y/o lograda a través de revestimientos protectores, como pintura y revestimientos no metálicos. Es aceptado también que toda la protección necesita de mantenimiento periódico, lo que demanda eventuales interrupciones para los usuarios y envuelve costos.

Por lo tanto, se debe tener un especial cuidado en la elección de los materiales y sus respectivos sistemas de protección. Si los tipos de patologías conocidas implican altos costos de reparación durante la vida útil de la obra, se debe analizar si un material que requiere una protección inicial mayor puede representar una elección de menor costo a largo plazo, tomando en cuenta la incidencia de las interrupciones necesarias y los costos de ejecución de las reparaciones.

Peso: Mayor peso cuando el material y las condiciones de exposición exigen fuerte protección; y menor peso cuando las condiciones de exposición exigen poca o ninguna protección.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural con resistencia intrínseca o menor costo de protección; menor valor para el sistema que exige alto costo de protección.

12. DURABILIDAD

La durabilidad de las estructuras y su capacidad de mantener a lo largo del tiempo un desempeño compatible con la utilización prevista depende del proyecto, de la calidad de la ejecución y del control de los mecanismos de deterioro que pueden generar patologías a mediano y largo plazo. En el caso de las estructuras de acero, su materia prima principal es producida por acerías, con calidad garantizada, teniendo un número muy pequeño de variables a controlar (básicamente el tipo de acero y el sistema de protección), haciendo que las estimaciones de la durabilidad sean mucho más fáciles y confiables que la de otros sistemas más complejos y con un mayor número de mecanismos de deterioro.

Peso: Mayor peso cuando el ambiente es más agresivo y el mantenimiento preventivo no está considerado o es de difícil ejecución; menor peso cuando el ambiente es menos agresivo y el mantenimiento previsto es de fácil ejecución.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que tiene resistencia intrínseca y garantizada a los mecanismos de deterioro o resistencia basada en un sistema de protección de reconocida calidad; y menor nota para el sistema que no presenta garantía efectiva de durabilidad.

13. ESTÉTICA

La estética de una obra es siempre importante; en algunos tipos de edificaciones puede ser uno de los aspectos primordiales, como en los edificios de grandes corporaciones, museos y algunos tipos de obras públicas. La estética de las estructuras de acero inspira, normalmente, una característica de modernidad en la obra y por esto mismo existe una tendencia a exponer la estructura como

parte principal de la arquitectura, con sus elementos rectilíneos, inclinados, grandes luces, equilibrio, etc. Pero es importante recordar que la estructura expuesta es una estructura con mayores costos de protección y mantenimiento. Por lo tanto, se debe de graduar el nivel de exposición al mínimo necesario para garantizar una estética compatible con cada tipo de edificación. En la arquitectura del acero, cuando se trata de obtener partido estético de elementos estructurales, todo parece bien, pero si los elementos estéticos son apenas decorativos, sin función estructural, el resultado estético casi nunca es bueno.

Peso: Mayor peso cuando la estética comanda el modelo arquitectónico; menor cuando la estética no es relevante para el resultado de la obra.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que atiende las exigencias estéticas de la arquitectura con mejores resultados y menores costos; menor valor para el sistema que no atiende el sentido arquitectónico o sólo se consigue con costos más altos.

14. DESPERDICIO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA

Se sabe que es muy grande el desperdicio de materiales y de mano de obra en la construcción convencional artesanal y que la solución para reducir este desperdicio en las obras apunta a la racionalización de la estructura y el empleo de materiales prefabricados. Se consigue así optimizar todo el proceso de producción, con un mejor aprovechamiento de los materiales y servicios, reduciendo prácticamente a cero los índices de desperdicio.

La construcción en acero es industrializada por naturaleza, lo que garantiza niveles mínimos de pérdida. La clave para una obra sin pérdidas es la planificación, optimizando cada material y sus interfaces, de forma de garantizar el mejor resultado para el conjunto de la obra.

Una estructura más estandarizada puede no ser, aisladamente, la solución más económica. Sin embargo, la estandarización de la estructura ayuda a optimizar otros subsistemas y el resultado final puede ser muy compensador.

Peso: Mayor peso cuando se busca reducir las pérdidas por razones económicas y/o de conciencia ecológica.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que consigue más bajos índices de pérdida.



15. SEGURIDAD DEL TRABAJADOR

Las estructuras en acero, así como toda la construcción industrializada, ha incorporado en los últimos años muchas de las conquistas de la industria y quizás la más importante sea la reducción de los índices de accidentes en obras, esto por los esfuerzos de educación asociados a la utilización de equipos modernos de protección individual.

Como el proceso de construcción de estructuras de acero es totalmente controlado, desde la fabricación hasta el montaje final, se alcanzan para el trabajador niveles de seguridad semejantes a los de la industria, tanto para el ambiente de fábrica como en los lugares de la obra.

Peso: Mayor peso cuando se valora la seguridad del trabajador, aún con algo de costo adicional.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que ofrezca más garantía de seguridad para el trabajador, comprobada a través de observaciones e índices estadísticos.

16. COSTOS FINANCIEROS

Conocer los costos financieros de cualquier inversión puede ser la clave de una elección correcta. Por ejemplo, las ganancias financieras que se pueden obtener con la anticipación del cronograma de un edificio comercial pueden ser del mismo nivel que el costo de las propias estructuras. Lo que importa es constatar que, independientemente de la estructura, tener costos más altos puede estar viabilizando el mejor resultado para la inversión. Otro aspecto

financiero que debe ser tomado en cuenta es el valor actual de los flujos de caja con diferentes sistemas estructurales, considerando los costos previstos de mantenimiento y reparaciones. Cada iniciativa tiene una ecuación financiera a ser resuelta; el análisis de la tasa de retorno podrá llevar a elegir un sistema estructural más rápido como las estructuras de acero.

Peso: Mayor peso cuando se trata de una iniciativa donde las ganancias financieras con la reducción del plazo de la obra pueden ser contabilizadas y evaluadas junto con los costos de construcción; y menor peso cuando no existe ganancia financiera o ésta no puede ser evaluada correctamente.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que consiga la mayor reducción en el cronograma de la obra, por la rapidez de la propia estructura y/o por la posibilidad de la ejecución paralela de los diversos subsistemas.

17. ADECUACIÓN AMBIENTAL

La construcción en acero es el método de construcción más rápido y limpio. Racionalidad en el uso de los materiales y bajo nivel de pérdidas (la precisión es milimétrica), son características que favorecen al acero en cuanto al impacto en el medio ambiente. Espacios abiertos, permitiendo iluminación y ventilación naturales representan economía de energía y disminuyen la contaminación ambiental.

Agotada la vida útil de la edificación, el acero puede regresar bajo forma de chatarra a los hornos de las plantas siderúrgicas para ser reprocesado, sin pérdida de calidad. El acero es el material más reciclado en el mundo (40% de la producción mundial es a partir de chatarra).



Peso: Mayor peso cuando la adecuación ambiental es considerada importante para el emprendedor o para atender normas o legislación específica.

Nota: El mayor valor es para el sistema estructural que mejor atiende requerimientos legales o normas.

18. CALIDAD

En la comparación entre sistemas, no se deben tomar en cuenta solamente los costos relativos, sino también la calidad de cada uno de esos sistemas. Sistemas más caros pueden representar mejor calidad y agregar algunas características importantes, aún cuando la diferencia sólo aparezca a mediano o largo plazo. La construcción en acero nace en las acerías y es casi totalmente ejecutada en fábricas bajo condiciones controladas, garantizando así las especificaciones y la calidad de sus componentes.

Peso: Mayor peso cuando la calidad es importante y puede hasta aceptar eventuales costos mayores; menor peso cuando solamente los costos iniciales importan.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que agrega un mejor control con menor número de variables críticas para la calidad.

19. DESEMPEÑO

Los sistemas estructurales pueden tener diferentes desempeños en función de los requisitos específicos para cada obra. Las estructuras de acero, por ejemplo, tienen comportamiento constante, pero pueden representar mayores deformaciones y son siempre más elásticas para responder a las acciones dinámicas. En ciertos casos,

el desempeño de un sistema con relación a algún requisito para influenciar la elección, como acontece en las obras industriales y otras edificaciones.

Peso: Mayor peso cuando algún requisito de desempeño puede influenciar en la elección del sistema estructural; menor peso cuando cualquier sistema sea dimensionado correctamente y pueda atender a todas las exigencias de la obra.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que mejor atiende los requisitos de desempeño importantes; y menor valor cuando el sistema no consigue responder adecuadamente al desempeño previsto.

20. INCOMODIDAD PARA LAS ÁREAS PRÓXIMAS

La construcción en acero puede reducir dramáticamente el impacto de las actividades de la obra en las áreas vecinas, principalmente en los lugares próximos a áreas habitacionales, hospitales y escuelas. La construcción en acero, además del menor plazo, produce mucho menos ruido y contaminación y casi no genera basura y desechos. El montaje puede ser programado para las horas más favorables de tráfico, minimizando las interferencias en las vías de acceso y manteniendo en niveles mínimos las incomodidades para las áreas vecinas comunes a toda obra.

Peso: Mayor peso cuando la obra está próxima a áreas habitacionales, hospitales o escuelas; menor peso cuando no existan edificaciones vecinas sensibles a las incomodidades de la obra.

Nota: Mayor valor para el sistema estructural que consigue incomodar menor las áreas próximas a la obra.

EJEMPLO

El cuadro siguiente destaca un ejemplo (hipotético), de la aplicación práctica del método propuesto para organizar el proceso de la elección del sistema estructural más adecuado, teniendo como base un edificio comercial de múltiples pisos.

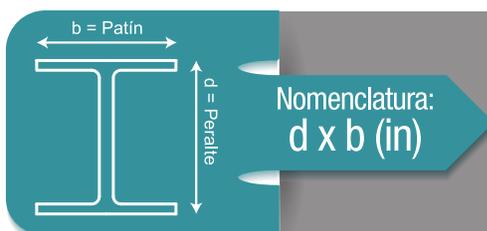
Fue establecido para cada característica un peso (entre 1 y 5), en función de su importancia para la obra y, para cada sistema estructural, una nota (entre 1 y 10), basada en los análisis de costos y todos los demás factores de influencia.

El resultado está representado por las medias aritméticas ponderadas de cada sistema. La mayor media indica el sistema más adecuado para la obra en cuestión. Como ha sido mencionado al comienzo, esa indicación no es mandataria y tiene como objetivo establecer una comparación que debe servir de referencia para la decisión definitiva.

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	PESO	NOTAS			PESO X NOTA		
			Sistema todo en Acero	Sistema todo en Concreto	Sistema Mixto Acero Concreto	Sistema todo en Acero	Sistema todo en Concreto	Sistema Mixto Acero Concreto
1	CIMENTACIONES	3	9	7	7	27	21	21
2	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	5	10	8	9	50	40	45
3	TIPO DE OCUPACIÓN	5	10	7	9	50	35	45
4	DISPONIBILIDAD Y COSTO DE MATERIALES	4	8	9	7	32	36	28
5	RECURSOS DEL CONSTRUCTOR	3	8	7	8	24	21	24
6	LUGAR DE LA OBRA Y ACCESOS	3	8	7	8	24	21	24
7	POSIBILIDAD DE ADAPTACIONES Y AMPLIACIONES	4	10	7	6	40	28	24
8	COMPATIBILIDAD CON SISTEMAS COMPLEMENTARIOS	4	10	8	9	40	32	36
9	MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	3	8	7	9	24	21	27
10	ESPACIOS LIBRES Y ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	4	9	7	8	36	28	32
11	PROTECCIÓN (CORROSIÓN Y FUEGO)	3	7	9	10	21	27	30
12	DURABILIDAD	5	9	9	9	45	45	45
13	ESTÉTICA	5	9	8	6	45	40	30
14	DESPERDICIO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA	4	10	7	9	40	28	36
15	SEGURIDAD DEL TRABAJADOR	5	9	6	8	45	30	40
16	COSTOS FINANCIEROS	3	9	7	9	27	21	27
17	ADECUACIÓN AMBIENTAL	3	9	7	8	27	21	24
18	CALIDAD	5	8	8	8	40	40	40
19	DESEMPEÑO	5	8	8	8	40	40	40
20	INCOMODIDADES PARA LAS ÁREAS PRÓXIMAS	4	9	6	7	36	24	28
						713	599	646
Media = $\Sigma(\text{peso} \times \text{nota}) / \Sigma \text{peso}$		80				8.91	7.49	8.08
						Sistema más adecuado		

Perfiles Estructurales

Tamaño (d x b)	kg/m (lb/ft)	Piezas x Paquete	Tamaño (d x b)	kg/m (lb/ft)	Piezas x Paquete	Tamaño (d x b)	kg/m (lb/ft)	Piezas x Paquete
6" X 4"	12.7 (#8.5)	24	12"X 6 1/2"	38.8 (#26)	8	18"X 7 1/2"	74.5 (#50)	4
	13.4 (#9)	24		44.7 (#30)	6		81.9 (#55)	3
	17.9 (#12)	18		52.1 (#35)	6		89.4 (#60)	3
	23.9 (#16)	12					96.8 (#65)	3
6" X 6"	22.4 (#15)	15	12"X 8"	59.6 (#40)	5	18" X 11 "	113.2 (#76)	3
	29.8 (#20)	9		67 (#45)	4		128.1 (#86)	2
	37.3 (#25)	9		74.5 (#50)	4		144.4 (#97)	2
8" X 4"	14.9 (#10)	20	12"X 10"	78.9 (#53)	4	21" X 6 1/2"	65.5 (#44)	4
	19.4 (#13)	15		86.4 (#58)	4		74.5 (#50)	4
	22.4 (#15)	15					84.9 (#57)	4
8" X 5 1/4"	26.8 (#18)	12	12"X 12"	96.8 (#65)	3	21" X 8 1/4"	71.5 (#48)	4
	31.3 (#21)	10		107.2 (#72)	3		81.9 (#55)	4
				117.6 (#79)	3		92.3 (#62)	3
				129.5 (#87)	2		101.3 (#68)	3
8"X 6 1/2"	35.8 (#24)	8	14"X 5"	32.8 (#22)	10	24"X 7"	81.9 (#55)	4
	41.7 (#28)	8		38.8 (#26)	8		92.3 (#62)	3
8"X 8"	46.2 (#31)	6	14"X 6 3/4"	44.7 (#30)	6	24" X 9"	101.3 (#68)	3
	52.1 (#35)	6		50.7 (#34)	6		113.2 (#76)	3
	59.6 (#40)	4	56.6 (#38)	4	125.1 (#84)		2	
	71.5 (#48)	4			140.0 (#94)		2	
	86.4 (#58)	4	14"X 8"	64.1 (#43)	4		153.4 (#103)	2
	99.8 (#67)	3		71.5 (#48)	4			
10" X 4"	17.9 (#12)	18		78.9 (#53)	4			
	22.4 (#15)	15	14"X10"	90.8 (#61)	3			
	25.4 (#17)	12		101.3 (#68)	3			
	28.3 (#19)	9		110.2 (#74)	3			
		122.1 (#82)		2				
10" X 5 3/4"	32.8 (#22)	9	16"X 5 1/2"	38.8 (#26)	8			
	38.8 (#26)	6		46.2 (#31)	6			
	44.7 (#30)	6						
10" X 8"	49.2 (#33)	6	16" X 7"	53.6 (#36)	6			
	58.1 (#39)	4		59.6 (#40)	5			
	67 (#45)	4		67 (#45)	4			
10" X 10"	73 (#49)	4	16"X 10 1/4"	99.8 (#67)	3			
	80.4 (#54)	4		114.7 (#77)	3			
	89.4 (#60)	3		132.5 (#89)	2			
	101.3 (#68)	3	148.9 (#100)	2				
	114.7 (#77)	3						
	131 (#88)	2	18"X 6"	52.1 (#35)	6			
	148.9 (#100)	2		59.6 (#40)	5			
166.8 (#112)	2		68.5 (#46)	4				
12"X 4"	20.9 (#14)	16						
	23.9 (#16)	14						
	28.3 (#19)	12						
	32.8 (#22)	10						



Nomenclatura:
d x b (in)

TABLA INFORMATIVA.
Para más información consulta
nuestros artículos técnicos en:
gerdaucorsa.com.mx







DIRECTORIO

OFICINAS COMERCIALES

T. +52 55 5262 7300 / Av. Ejército Nacional 216 P.2, Anzures, Miguel Hidalgo, CDMX, 11590

PLANTAS

CD. SAHAGÚN

T. +52 791 913 8105 / Km. 3 Ctra. Mex - Cd. Sahagún, Zona Ind. Tepeapulco, Cd. Sahagún, Hidalgo, 43990

TULTITLÁN

T. +52 55 5894 0044 / 2487 2065 / Primera Sur S/N, Independencia, Tultitlán, Edo. de México, 54915

LA PRESA

T. +52 55 5003 4030 / 5062 1916 / Av. La Presa 2, Zona Industrial La Presa, Tlalnepantla, Edo. De México, 54187

DISTRIBUCIÓN

CDMX

T. +52 55 5089 8930 / Año 1857 8, Ticomán, Gustavo A. Madero, CDMX, 07330

MONTERREY

T. +52 81 8748 7610 / Blvd. Carlos Salinas de Gortari 404, Centro Apodaca, Nuevo León, 66600

PATIOS DE CHATARRA Y CENTROS DE RECOLECCIÓN

CD. SAHAGÚN

T. +52 791 9138 105 / Km. 3 Ctra. Mex - Cd. Sahagún, Zona Ind. Tepeapulco, Cd. Sahagún, Hidalgo, 43990

LA PRESA

T. +52 55 5003 4030 / 5062 1916 / Av. La Presa 2, Zona Industrial La Presa, Tlalnepantla, Edo. de México, 54187

LOS REYES

T. +52 55 5856 1651 / Tepozanes Los Reyes, Acaquilpan, México, 56428

GUADALAJARA

T. +52 33 3668 0285 / 36702769 / Av. 18 de Marzo 531, La Nogalera, Guadalajara, Jalisco, 44470

SAN JUAN

T. +52 55 2603 3275 / 5262 7359 / San Juan 675, Granjas Modernas, CDMX, 07460

TULTITLÁN

T. +52 55 5894 0044 / 2487 2065 / Primera Sur S/N, Independencia, Tultitlán, Edo. de México, 54915

VERACRUZ

T. +52 229 923 1359 / Ctra. Fed. Aluminio L. 7 o Camino Puente Roto Km. 1.5, Nuevo Veracruz, Veracruz, 91726



GERDAU CORSA

El futuro se moldea

Somos más allá del acero.

gerdaucorsa.com.mx



Gerdau Corsa. El futuro se moldea.