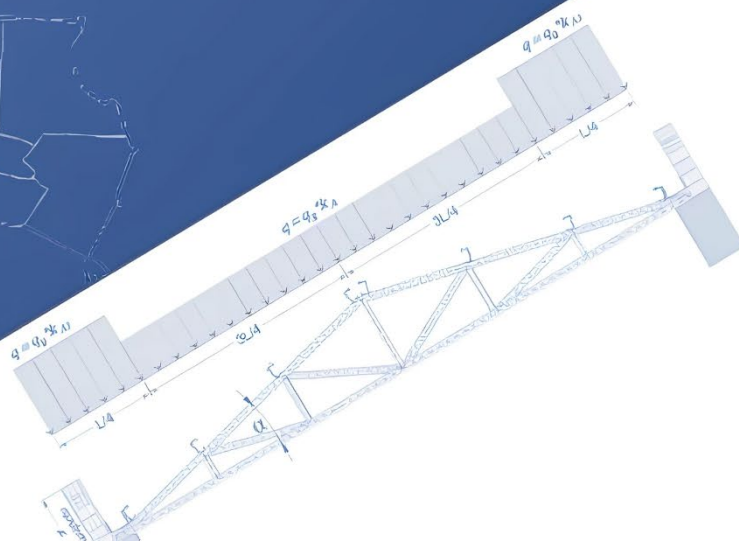
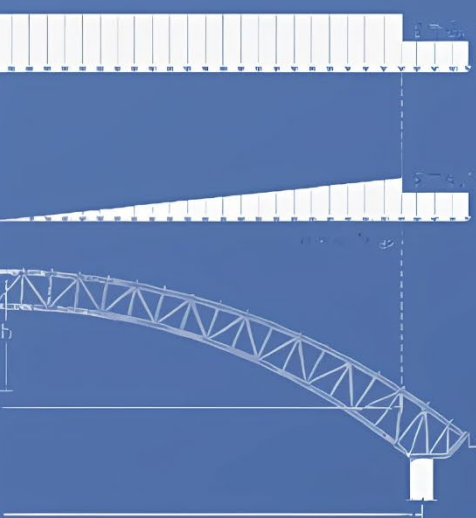


PROPUESTA DE NORMA BOLIVIANA DE **ACCIÓN DEL GRANIZO** SOBRE LAS CONSTRUCCIONES



CNBAG





ESTADO PLURINACIONAL DE

BOLIVIA

“Propuesta de Norma Boliviana de Acción del Granizo sobre las Construcciones”



Créditos:

Elaboración de la Propuesta Norma Boliviana de Acción del Granizo sobre las Construcciones:

Agradecimiento especial a todos los miembros que conformaron el CNBAG (Comité Técnico de la Norma Boliviana de Acción del Viento, Granizo y Nieve sobre las Construcciones), por su dedicación en la elaboración de la primera Norma Boliviana de Acción del Granizo sobre las Construcciones, 2025.

Diseño de portada y Maquetación®:

Ing. Alondra Sanchez
Lic. Noelia Coca

Dirección:

Calle Venezuela N° 78 esq. Calderón, zona Ciudad Satélite
Teléfonos: (+ 591) 738587-76167526
La Paz – Bolivia

Gestión: 2025



«En respuesta a los recurrentes colapsos de cubiertas metálicas debido a cargas de granizo en nuestro Estado Plurinacional de Bolivia, se conformó el Comité Técnico de la Norma Boliviana de Acción del Granizo sobre las Construcciones. Como resultado de ese trabajo, presentamos este documento oficial, diseñado para ser una herramienta esencial para profesionales, técnicos, constructores y la población en general. Su aplicación contribuirá a un diseño más seguro y eficiente de las edificaciones, reduciendo el riesgo de fallos estructurales y protegiendo así la vida e integridad física de las y los bolivianos».

Ing. Marco A. Singuiri L.
PRESIDENTE CIC-B
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE BOLIVIA



«Conscientes de los daños provocados por las cargas extremas de granizo en las cubiertas de las edificaciones en nuestro país, y con el objetivo de mejorar la seguridad estructural y prevenir desastres, hemos trabajado en la creación de esta norma. A través del esfuerzo conjunto de expertos y profesionales del sector, presentamos esta herramienta clave para la estimación de las cargas de granizo, que facilitará el análisis, diseño, verificación y construcción de elementos estructurales expuestos a dichas cargas. Su implementación será esencial para optimizar la seguridad de nuestras construcciones, reducir riesgos y proteger la vida e integridad de todos los bolivianos».

Ing. Reynaldo Félix Zambrana Enríquez

PRESIDENTE CNBAG

**COMITÉ TÉCNICO DE LA NORMA BOLIVIANA DE ACCIÓN DEL VIENTO,
GRANIZO Y NIEVE SOBRE LAS CONSTRUCCIONES**

Presentación	iii
Comité Técnico.....	v
Título I – Aplicación	1
Capítulo I – Objeto y campo de aplicación.....	1
Artículo 1 – Objeto.....	1
Artículo 2 – Campo de aplicación.....	1
Título II – Amenaza.....	3
Capítulo I – Amenaza de Granizo en Bolivia	3
Artículo 3 – Acción de granizo.....	3
I – Determinación de la Carga de Granizo Base.....	3
Artículo 4 – Mapa de recurrencia de granizo 2002 – 2020.....	4
Artículo 5 – Zonificación carga de granizo base para el territorio nacional.....	5
Artículo 6 – Grado de amenaza de granizo, para el territorio nacional.....	6
II – Factor de Amenaza Fa.....	7
Artículo 7 – Factor de corrección por pendiente de cubierta, Cs.....	8
III – Factor de corrección por pendiente Cs.....	8
IV – Determinación de la Carga de Granizo Nominal	9
Capítulo II – Tipos de cubierta.....	11
Artículo 8 – Coeficiente de acumulación de granizo k_A.....	11
I – Losas planas:	11
II – Losas planas con parapeto de borde:.....	11
III – Cubiertas inclinadas sin canaleta:.....	12
IV – Cubiertas inclinadas con canaleta:.....	12
V – Cubiertas abovedadas sin canaleta:	13
VI – Cubiertas abovedadas con canaleta:	14
VII – Cubiertas unidas y/o cubiertas con lima hoyas	15
VIII – Cubiertas con desniveles.....	16
IX – Cubiertas con chimeneas (Inclinadas o abovedadas con o sin canaleta):	17
Título III – Diseño	19
Capítulo I – Combinaciones de Diseño para Cubiertas con y sin Inclinación .	19
Artículo 9 – Combinaciones de Diseño para Estados Límite de Resistencia	19

I – Combinaciones para Verificación de Deflexión en Servicio	19
II – Combinaciones para Resistencia Última.....	19
Cubiertas Inclinas.....	20
Losas Planas o Cubiertas con Pendiente Nula	20
Título IV – Anexos.....	21
I – A1. Predimensionado de cubiertas.....	21
Vista frontal.....	21
Vista en planta	22
Vista lateral	23
I – A2. Detalles constructivos.....	24
I – Placa de anclaje	24
II – Detalle de soldadura.....	25
I – A3. Análisis de precios unitarios	26
I – A4. Especificaciones técnicas	29

Presentación

La “Norma de Acción del Granizo sobre las Construcciones en Bolivia” es un documento técnico desarrollado para responder a los continuos colapsos de cubiertas metálicas en Bolivia, causados por cargas extremas de granizo. Este documento establece los criterios para el cálculo, diseño y verificación de elementos estructurales expuestos a esta carga específica, con el objetivo de mejorar la seguridad y durabilidad de las edificaciones, protegiendo así la vida e integridad física de las y los bolivianos.

El Comité Técnico, conformado para abordar esta problemática, está integrado por profesionales especializados de universidades públicas y privadas, Colegios de Ingenieros Civiles, la Sociedad de Ingenieros de Bolivia y otros expertos del sector de la construcción, quienes han trabajado en la elaboración de esta norma desde su instalación en 2024, bajo la coordinación del Colegio de Ingenieros Civiles de Bolivia.

Con la publicación de esta primera versión, se busca no solo actualizar a los profesionales del sector, sino también promover un diseño estructural más seguro y eficiente frente a los desafíos climáticos de nuestro país, fortaleciendo la resiliencia de nuestras construcciones y contribuyendo al bienestar de la población.

Potosí, mayo 2025

Página intencionalmente en blanco

Comité Técnico

MIEMBROS ACREDITADOS

Miembros Honoríficos del Colegio de Ingenieros Civiles de Bolivia

Nº	MIEMBRO	INSTITUCIÓN
1	Ing. Reynaldo Felix Zambrana Enriquez	CIC - B
2	Ing. Mario Duran	CIC - B
3	Ing. Juan Carlos Barrios C.	CIC - B
4	Ing. Francisco Munizaga	CIC - B

Colegio de Ingenieros Civiles de Bolivia

5	Ing. Marco A. Singuri L.	CIC - B
6	Ing. Patrick Putnam	CIC - B
7	Ing. Yecid Fuentes	CIC - B
8	Ing. Jesús Carlos Gustade Vaca	CIC Beni
9	Ing. Carlos Martín Krausse Tordoya	CIC Beni
10	Ing. Fernando Ontiveros	CIC Chuquisaca
11	Ing. Rodrigo Claros Guzmán	CIC Cochabamba

Universidades públicas

12	Ing. Cristian Gonzalo Fernández Maíz	UMRPSFXCH
----	--------------------------------------	-----------

Universidades Privadas

13	Ing. Jorge Fernández	Univalle
14	Ing. Néstor Walter Barrera Romero	UPDS

Cámara Departamental de la Construcción

15	Ing. Luis Omar Velásquez Salguero	CADECO Oruro
16	Ing. Marco Antonio	CADECO Beni
17	Ing. Samuel Torres Romero	CADECO Chuquisaca
18	Ing. Marco Jorge Andrade	CADECO Cochabamba

INVITADOS ESPECIALES

19	Ing. Ana Rosa Vera
20	Ing. Boris Herrera
21	Ing. Rolando Grandi
22	Ing. Marco Singuri Mamani
23	Ing. Alejandro Rojas Leonardini
24	Ing. Carlos Mario Ruiz
25	Ing. Alberto Gutiérrez
26	Ing. Osmar Vásquez
27	Ing. Jesús Guasde Vaca

Título I – Aplicación

Capítulo I – Objeto y campo de aplicación

Artículo 1 – Objeto

Esta norma tiene como objeto proporcionar las herramientas necesarias para que los profesionales encargados del análisis y diseño estructural puedan determinar correctamente las cargas y sobrecargas producidas por el granizo sobre las cubiertas y otros elementos expuestos de las edificaciones en general.

Esta norma, junto con otras normas de cargas (por ejemplo, ASCE 7-10, ASCE 7-16, NB1225001, AISI 16, AISC, etc.), está orientada a lograr que las edificaciones:

- Soporten eventos de granizo con una frecuencia de ocurrencia definida, considerando periodos de retorno apropiados para su ubicación geográfica, sin riesgo significativo de colapso estructural.
- Presenten daños limitados en elementos estructurales y no estructurales durante eventos frecuentes de granizo, dentro de márgenes de seguridad aceptables para garantizar la protección de los ocupantes y el funcionamiento continuo de las edificaciones.

El propósito de esta norma es proteger la vida e integridad física de las personas, reducir los riesgos de colapso de cubiertas y minimizar los daños estructurales y económicos causados por eventos extremos de granizo.

Artículo 2 – Campo de aplicación

Esta norma es aplicable a la estimación de cargas de granizo para el análisis, diseño, verificación y construcción de elementos estructurales expuestos a cargas de granizo en edificaciones nuevas y existentes. Incluye, pero no se limita a:

- Edificios de vivienda, comercios, oficinas, hoteles, restaurantes, escuelas, hospitales, universidades, centros culturales, estadios, coliseos, terminales de transporte terrestre, terminales y torres aeroportuarias, fábricas y bodegas.
- Infraestructuras industriales y comerciales con cubiertas metálicas, sistemas livianos y materiales compuestos que puedan ser vulnerables a impactos de granizo.
- Instalaciones temporales y estructuras ligeras que puedan ser afectadas por cargas repentinas de granizo.

Esta norma no contempla recomendaciones específicas para el diseño de estructuras especiales como puentes, viaductos, túneles, represas, tanques, obras hidráulicas, redes de distribución (agua, gas, comunicaciones, electricidad), torres de transmisión, industrias que puedan contener materiales y sustancias tóxicas o explosivas, fundaciones de equipos industriales y similares, para los cuales se debe recurrir a normativa específica.

Nota: En tanto se complementen estas disposiciones con requisitos específicos, los lineamientos básicos de esta norma pueden servir como referencia para realizar diseños específicos de las estructuras no contempladas.

Página intencionalmente en blanco

Título II – Amenaza

Capítulo I – Amenaza de Granizo en Bolivia

Artículo 3 – Acción de granizo

Para el cálculo de la carga de granizo base, se debe considerar lo siguiente:

I – Determinación de la Carga de Granizo Base

La carga de granizo base, en proyección horizontal $q_n(kg/m^2)$, se obtiene a partir de la zonificación presentada en el **Artículo 5**.

En espacios territoriales donde se cuente con antecedentes históricos de granizadas con acumulaciones iguales o superiores a 15 cm, se debe determinar la carga de granizo base en proyección horizontal (q_{n1}) en lugar de adoptar la carga de granizo base (q_n). Para ello se multiplica el valor del peso específico del granizo $\gamma_{granizo}(kg/m^3)$ por el espesor de acumulación del mismo $e(m)$.

$$q_{n1} = \gamma_{granizo} * e$$

Dónde:

$q_{n1}(kg/m^2)$,	carga de granizo base, determinada para acumulaciones significativas
$e(m)$,	espesor de la capa de granizo en metros.
$\gamma_{granizo}(kg/m^3)$,	peso específico del granizo.

La densidad del granizo depende en gran medida de su diámetro, tomando valores entre 400-750 kg/m^3 en el territorio nacional, para diámetros pequeños la densidad del granizo suele ser menor, mientras que cuando el granizo se derrite y se combina con agua de lluvia su densidad se incrementa, aproximándose a la densidad del hielo (Heymsfield et al., 2014), En la Norma se dispone adoptar un valor de densidad de 750 kg/m^3

Artículo 4 – Mapa de recurrencia de granizo 2002 – 2020

El evento de granizada es originado por nubes convectivas con gran desarrollo vertical, su mayor impacto en el territorio nacional es hacia cultivos o bienes materiales, siendo los departamentos de La Paz, Potosí, Chuquisaca y Tarija con una mayor afectación repetitiva.

El siguiente mapa muestra la recurrencia de eventos de granizo en Bolivia entre 2002 y 2020, identificando las regiones con mayor exposición al fenómeno.

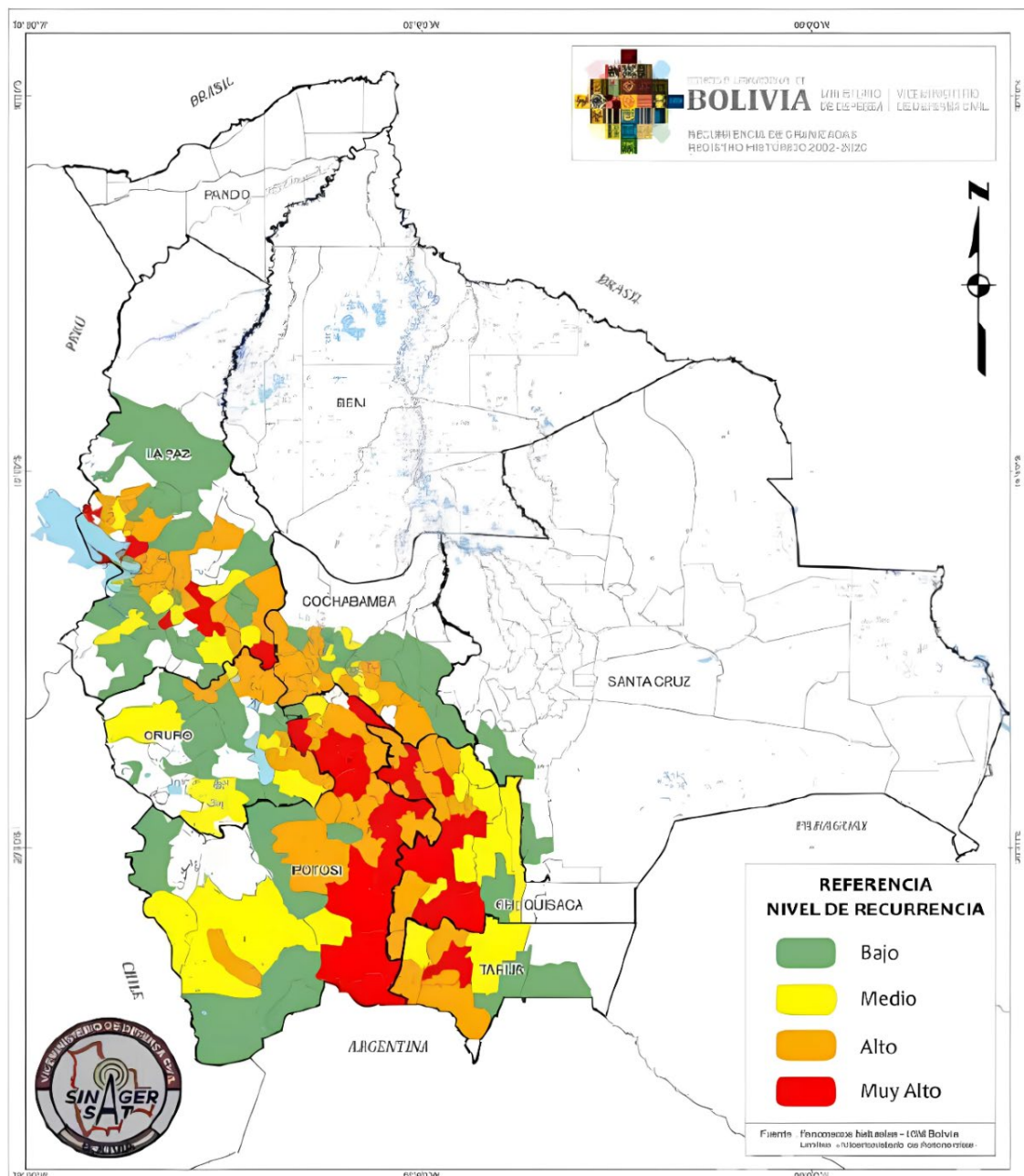


Figura 1. Mapa de Recurrencia de Granizadas 2002-2020, (GEOSINAGER - VIDECI)

Artículo 5 – Zonificación carga de granizo base para el territorio nacional

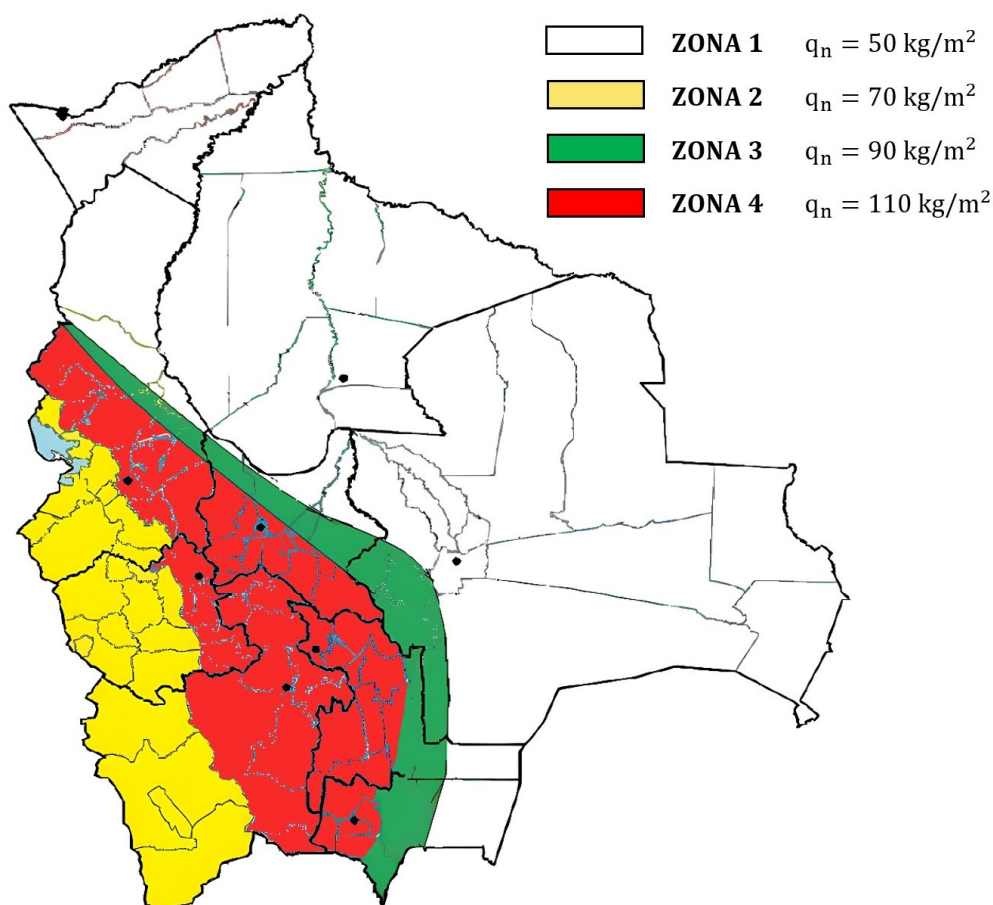


Figura 2. Mapa Probabilístico de Granizadas.

Dónde, $q_n(\text{kg/m}^2)$, carga de granizo base, según zonificación.

Tabla 1

Carga de granizo base $q_n(\text{kg/m}^2)$

Nº	Ciudad Capital	Departamento	Carga de Granizo Base
1	Santísima Trinidad	Beni	50
2	Sucre	Chuquisaca	110
3	Cochabamba	Cochabamba	110
4	Nuestra Señora de La Paz	La Paz	110
5	Oruro	Oruro	110
6	Cobija	Pando	50
7	Potosí	Potosí	110
8	Santa Cruz de la Sierra	Santa Cruz	50
9	Tarija	Tarija	110

Artículo 6 – Grado de amenaza de granizo, para el territorio nacional

La carga de granizo base, ya sea obtenida de la zonificación (q_n) o determinada (q_{n1}), debe multiplicarse por un **Factor de Amenaza (F_a)**, que depende del grado de amenaza identificado para la región.

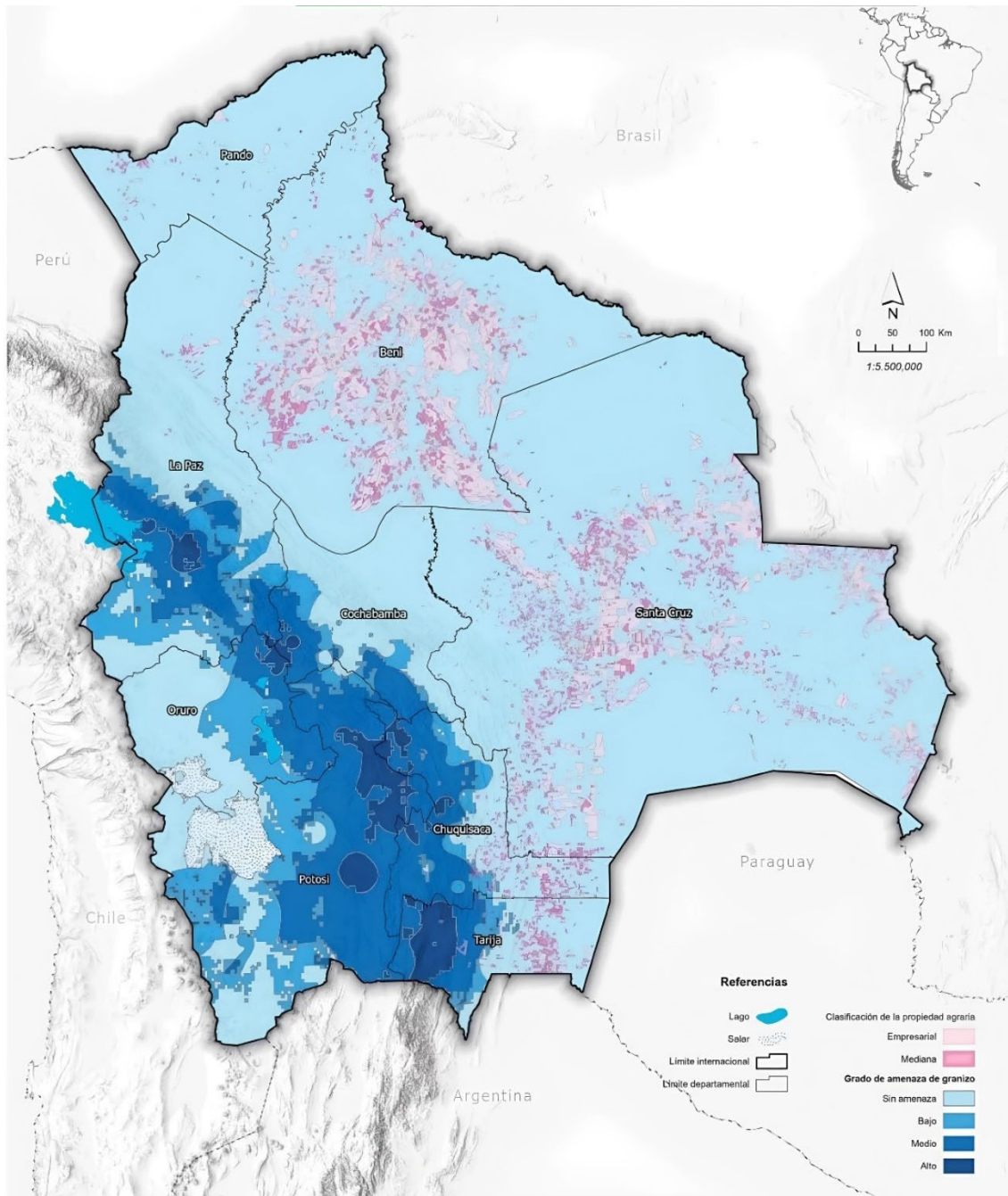


Figura 3. Mapa de Riesgo de Granizo por municipio, (INFO-SPIE 2012)

II – Factor de Amenaza (F_a)

El Factor de Amenaza (F_a) es un coeficiente utilizado para ajustar la carga de granizo base en función del riesgo relativo de ocurrencia y severidad de las granizadas en una región específica. Este factor refleja la probabilidad de que se presenten eventos de granizo con características que puedan generar daños significativos a las estructuras.

Se determina considerando el grado de amenaza de granizo y la recurrencia histórica de los eventos, además de las características climáticas locales, incluyendo la altitud y la exposición a sistemas convectivos.

Tabla 2

Factor de Amenaza (F_a)

Grado de Amenaza	Factor de Amenaza (F_a)
Alto y Medio	1.00
Bajo	0.85
Sin Amenaza	0.70

Por tanto, la carga de granizo ajustada se calcula como:

$$q_a = q_n * F_a$$

$$q_a = q_{n1} * F_a$$

Dónde, $q_a(kg/m^2)$, carga de granizo ajustada.

Tabla 3

Carga de granizo ajustada $q_a(kg/m^2)$

Nº	Ciudad Capital	Departamento	Carga de Granizo Ajustada
1	Santísima Trinidad	Beni	35
2	Sucre	Chuquisaca	110
3	Cochabamba	Cochabamba	110
4	Nuestra Señora de La Paz	La Paz	110
5	Oruro	Oruro	110
6	Cobija	Pando	35
7	Potosí	Potosí	110
8	Santa Cruz de la Sierra	Santa Cruz	35
9	Tarija	Tarija	110

Artículo 7 – Factor de corrección por pendiente de cubierta, C_s

La carga de granizo ajustada (q_a), deberá multiplicarse por el **Factor de corrección por pendiente** (C_s) para reflejar la reducción en la acumulación de granizo debido a la inclinación del techo.

III – Factor de corrección por pendiente (C_s)

El **Factor de corrección por pendiente** (C_s) es un coeficiente que se aplica a las cargas de granizo para tener en cuenta los efectos de la inclinación de la cubierta, que influyen en la acumulación y estabilidad del granizo. A medida que la pendiente aumenta, la probabilidad de que el granizo se deslice o se redistribuya disminuye la carga sobre la estructura.

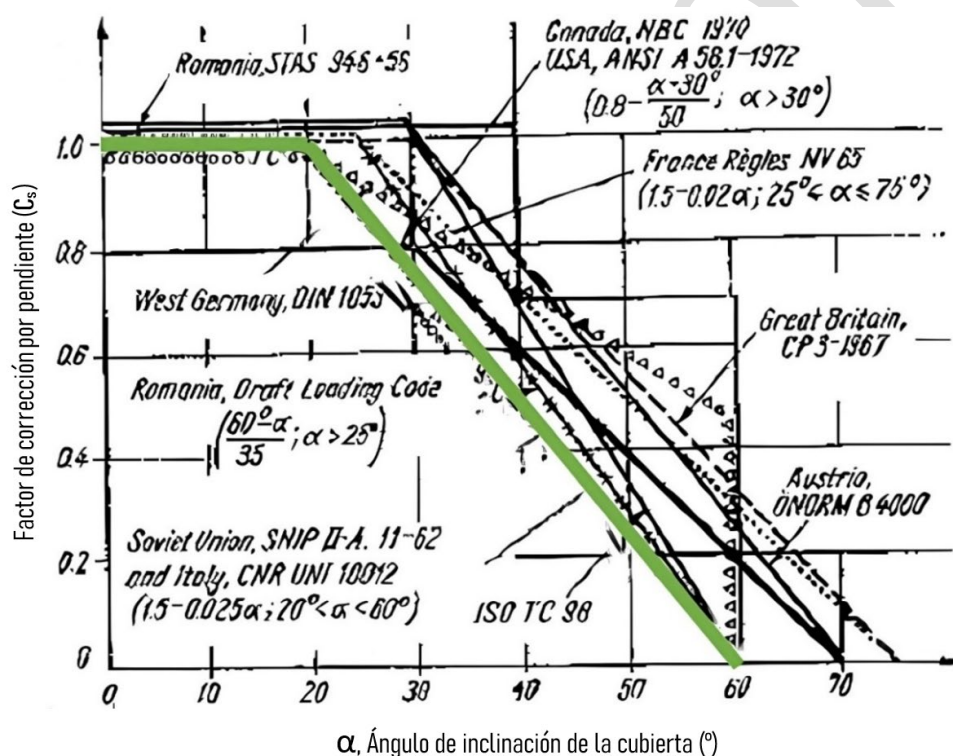


Figura 4. Factores de corrección según reglamentos internacionales ANSI A58.1-1972 (USA), REGLES NV 65 (FRANCE), CP3 -1967 (GREAT BRITAIN), ONORM B 4000 (AUSTRIA)

Tabla 4

Valores de (C_s) según el ángulo de inclinación de cubierta

Ángulo de inclinación de la cubierta ($^\circ$)	Factor de corrección por pendiente (C_s)
$0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.00
$20^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	$\frac{60 - \alpha}{40}$
$\alpha > 60^\circ$	0.00

Por tanto, la carga de granizo reducida por pendiente se calcula como:

$$q_g = q_a * C_s$$

Dónde, $q_g (kg/m^2)$, carga de granizo reducida por pendiente.

IV – Determinación de la Carga de Granizo Nominal

Finalmente, la carga de granizo nominal (q) se obtiene multiplicando la carga de granizo reducida por pendiente (q_g) por el coeficiente de acumulación de granizo (k_A). Esto refleja el impacto de la acumulación en la carga total que debe soportar la estructura, considerando tanto las características geométricas del techo como las condiciones específicas de acumulación.

La expresión final es:

$$q = q_g * k_A$$

Dónde:

$q (kg/m^2)$, carga de granizo nominal.

k_A , es el coeficiente de acumulación de granizo, cuyos valores se definen en el siguiente capítulo.

Página intencionalmente en blanco

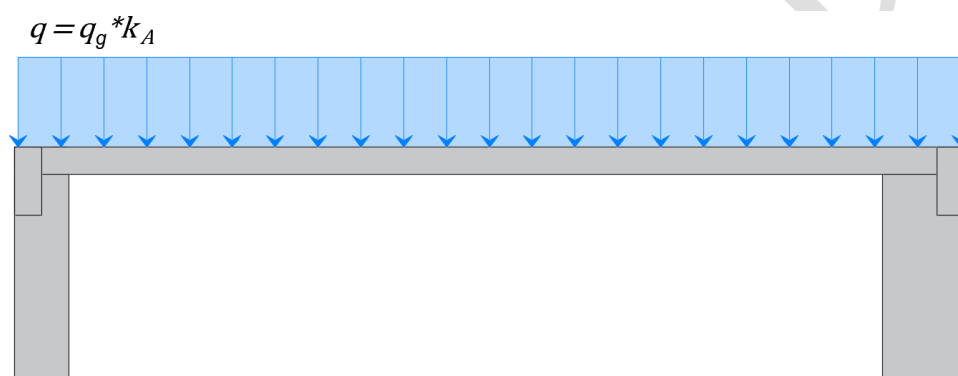
Capítulo II – Tipos de cubierta

Artículo 8 – Coeficiente de acumulación de granizo k_A

Debido a que el granizo se acumulará de manera distinta en diferentes tipos de cubiertas, considerando tanto su geometría como la presencia de elementos (como parapetos, canaletas o desniveles), es que es imprescindible definir las diferentes **tipologías** y también definir el **coeficiente de acumulación k_A** de modo que la carga de granizo de diseño (q) este definida por:

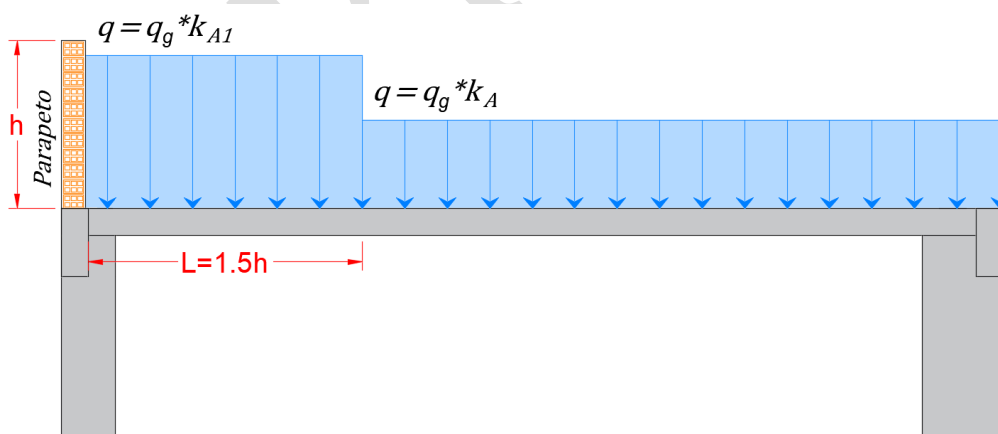
$$q = q_g * k_A$$

I – Losas planas:



$$k_A = 1$$

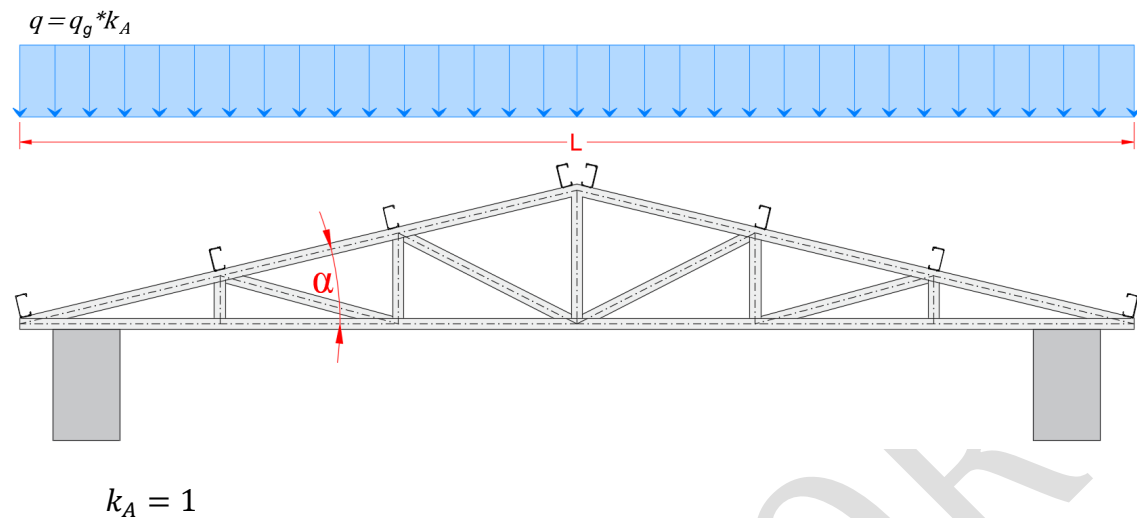
II – Losas planas con parapeto de borde:



$$k_A = 1$$

$$k_{A1} = 1.5$$

III – Cubiertas inclinadas sin canaleta:



Para cubiertas a dos aguas simétricas o no se verificarán los siguientes estados de carga:

- Se cargarán ambos lados como cubiertas inclinadas planas al 100%.
- Se cargará un lado al 100% y el otro al 50% (en asimétricas ambos casos).
- Se cargará un lado al 100% y el otro descargado (en asimétricas ambos casos).

IV – Cubiertas inclinadas con canaleta:

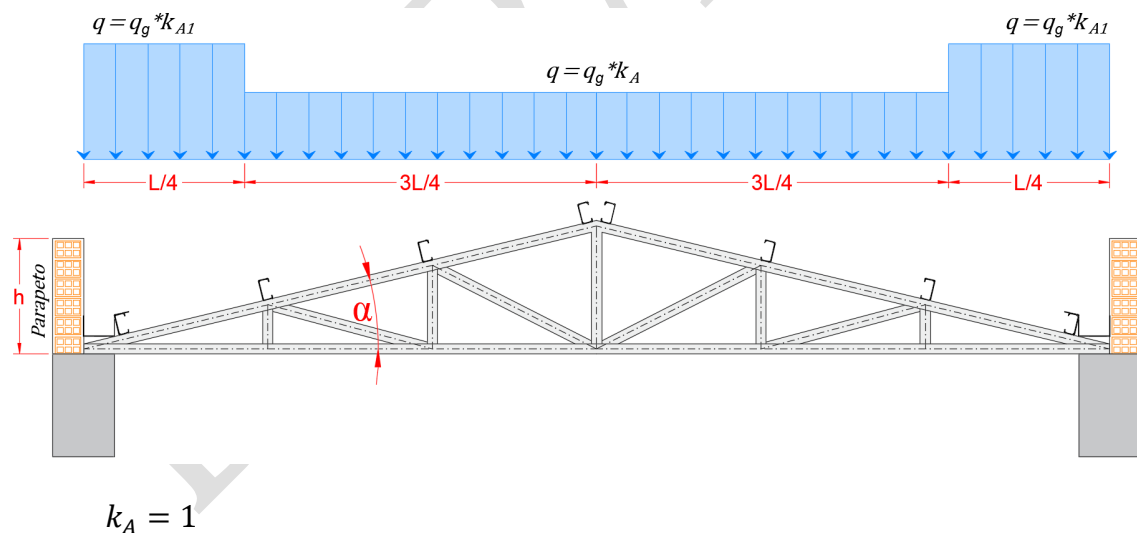


Tabla 5

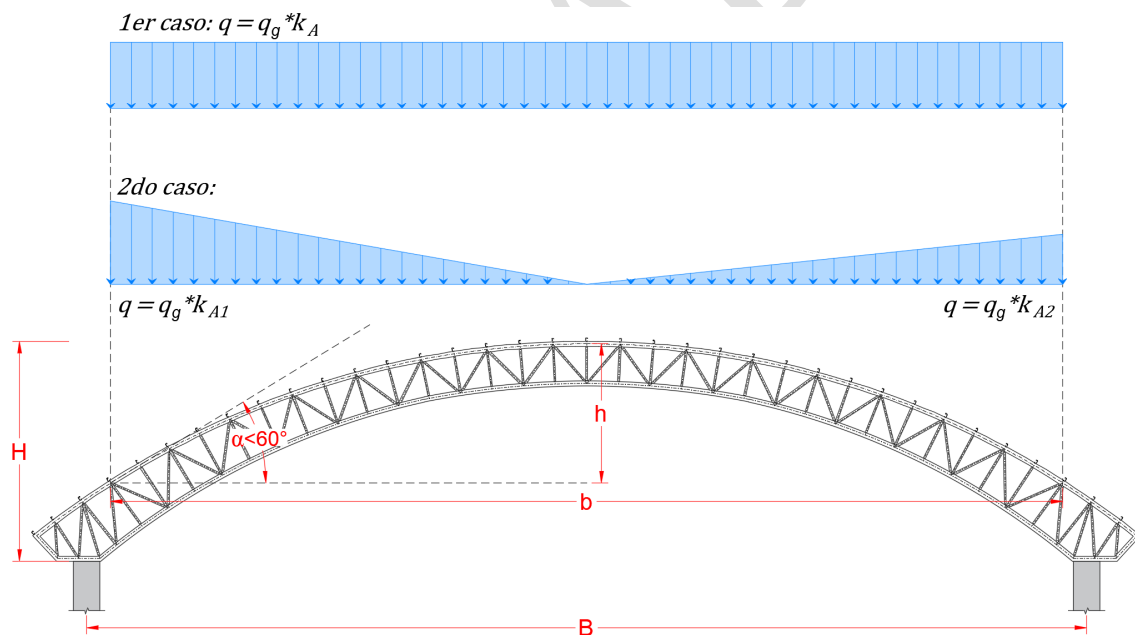
Valores de (k_{A1}) según el ángulo de inclinación de cubierta

Ángulo de inclinación de la cubierta (°)	Coefficiente de acumulación de granizo (k_{A1})
$\alpha \leq 25^\circ$	1.00
$25^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	$\frac{22.5 + 0.5\alpha}{35}$
$\alpha > 60^\circ$	1.50

Para cubiertas a dos aguas simétricas o no se verificarán los siguientes estados de carga:

- Se cargarán ambos lados como cubiertas inclinadas planas al 100%.
- Se cargará un lado al 100% y el otro al 50% (en asimétricas ambos casos).
- Se cargará un lado al 100% y el otro descargado (en asimétricas ambos casos).

V – Cubiertas abovedadas sin canaleta:



Solo se carga la cubierta donde el ángulo de la tangente con la horizontal sea menor a 60°

$$k_A = 1$$

k_{A1} el menor valor de:

$$k_{A1} = \frac{(0.3b + 10h)}{b} \quad ; \quad k_{A1} = \frac{(0.3B + 10H)}{B}$$

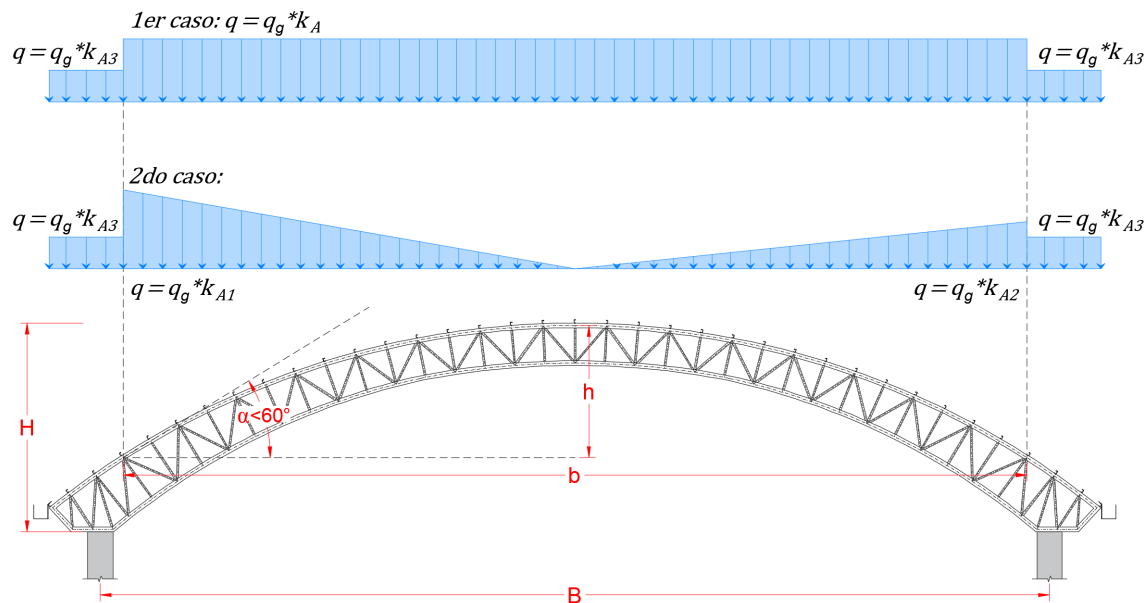
$$k_{A2} = 0.50 * k_{A1}$$

Para bóvedas construidas con estructura metálica y revestidas con calamina o similares entonces $k_{A1} < 2.00$

Para bóvedas construidas con estructura metálica y revestidas con duralit o similares entonces $k_{A1} < 2.30$

Para bóvedas construidas con losa de hormigón armado $k_{A1} < 1.50$

VI – Cubiertas abovedadas con canaleta:



Solo se carga la cubierta donde el ángulo de la tangente con la horizontal sea menor a 60°

$$k_A = 1$$

k_{A1} el menor valor de:

$$k_{A1} = \frac{(0.3b + 10h)}{b}$$

$$k_{A1} = \frac{(0.3B + 10H)}{B}$$

$$k_{A2} = 0.50 * k_{A1}$$

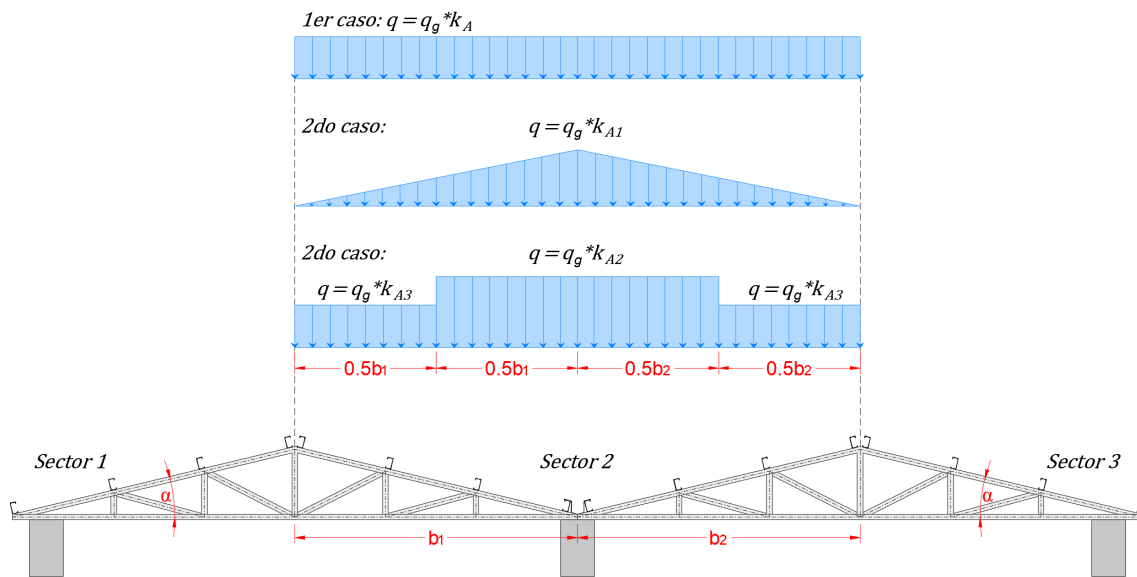
$$k_{A3} = 0.35$$

Para bóvedas construidas con estructura metálica y revestidas con calamina o similares entonces $k_{A1} < 2.00$

Para bóvedas construidas con estructura metálica y revestidas con duralit o similares entonces $k_{A1} < 2.30$

Para bóvedas construidas con losa de hormigón armado $k_{A1} < 1.50$

VII – Cubiertas unidas y/o cubiertas con lima hoyas



Los sectores 1 y 3 se cargarán normalmente de acuerdo a lo estipulado en los apartados anteriores, sin embargo, el sector 2 deberá de ser cargado con 3 casos de carga diferentes como se ve en la figura anterior, dónde:

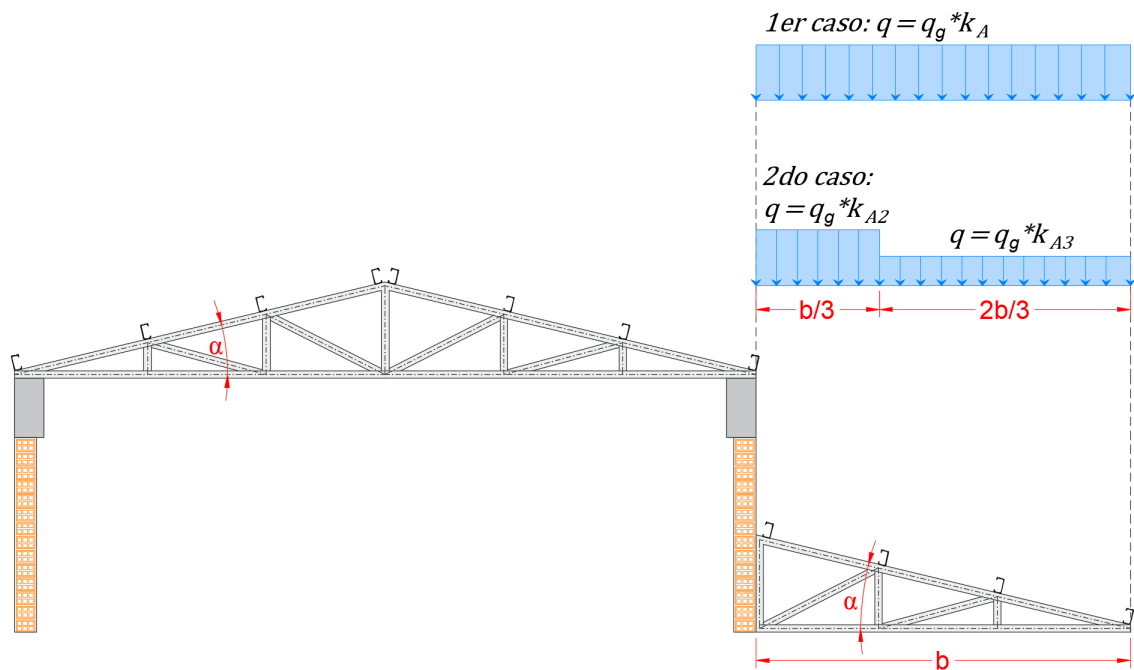
$$k_A = 1$$

$$k_{A1} = 2$$

$$k_{A2} = 1.50$$

$$k_{A3} = 0.50$$

VIII –Cubiertas con desniveles



La cubierta superior se cargará normalmente de acuerdo a lo estipulado en los apartados anteriores.

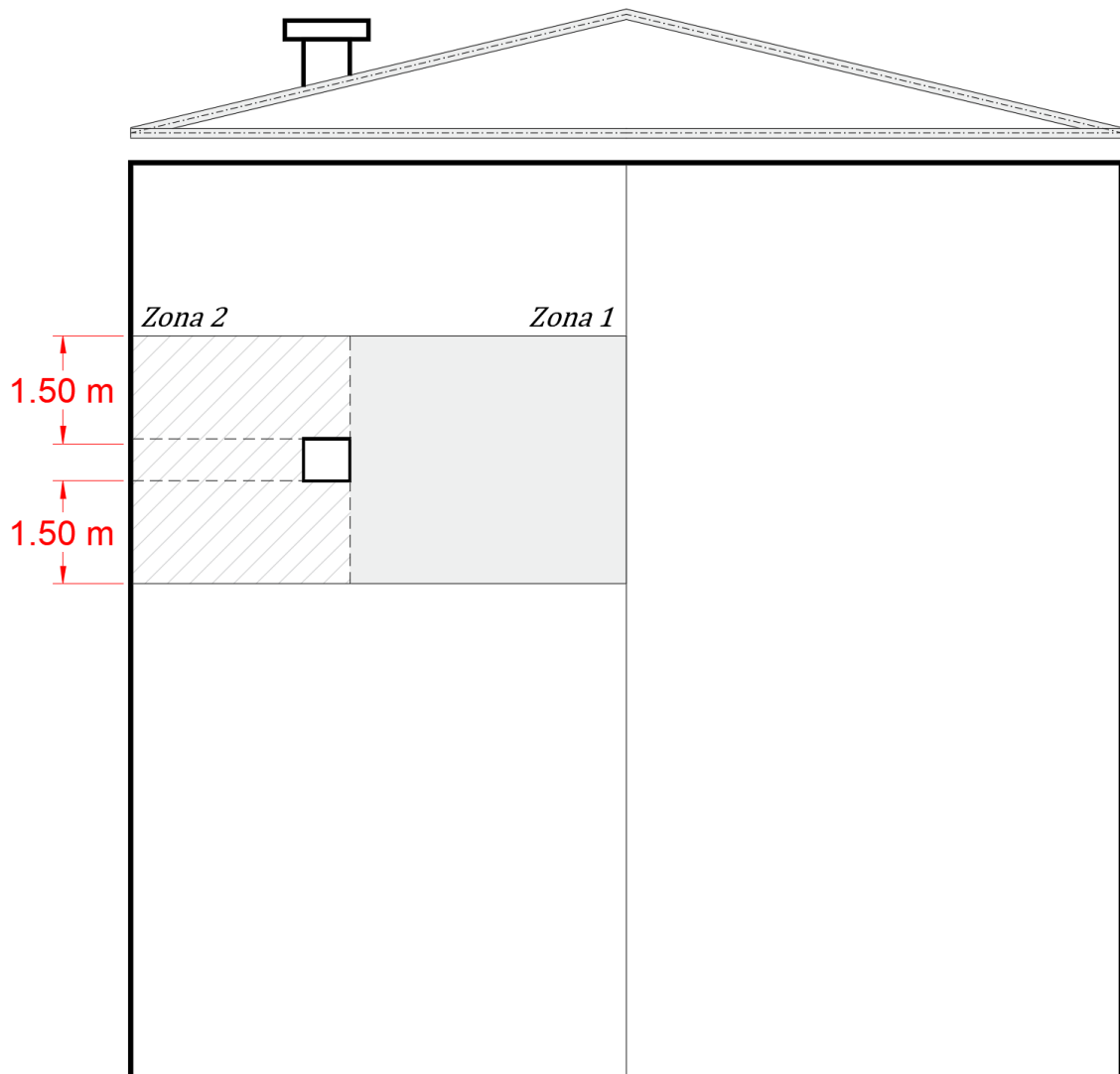
Para la cubierta inferior además de cargar normalmente según su pendiente, se deberán de verificar los 2 casos de carga adicionales y diferentes como se ve en la figura anterior, dónde:

$$k_A = 1.25$$

$$k_{A2} = 2.00$$

$$k_{A3} = 0.80$$

IX – Cubiertas con chimeneas (Inclinadas o abovedadas con o sin canaleta):



Toda la cubierta se cargará de acuerdo a lo estipulado en los apartados anteriores, sin embargo, se deberá tener en consideración que debido a la obstrucción de la chimenea o cualquier otro resalto (tragaluz, ventilación, equipo mecánico, etc.) el factor de acumulación sin importar el Angulo de la cubierta o su forma nunca deberá de ser menor a los siguientes valores:

Las zonas 2 están delimitadas por una distancia de 1.50 metros a cada lado del borde de la chimenea u obstrucción.

La zona 1 es la ubicada en la parte superior de la cubierta a partir del borde superior de la chimenea u obstrucción.

ZONA 1: $k_A \geq 1.50$

ZONA 2: El valor determinado según los apartados anteriores, pero siempre deberá cumplir que, $k_A \geq 1.00$

Página intencionalmente en blanco

Título III – Diseño

Capítulo I – Combinaciones de Diseño para Cubiertas con y sin Inclinación

Artículo 9 – Combinaciones de Diseño para Estados Límite de Resistencia

Para garantizar la seguridad estructural de las cubiertas bajo el método LRFD (Diseño por Factores de Carga y Resistencia), se deben definir combinaciones de diseño específicas que permitan evaluar tanto los estados límite de servicio como los estados límite de resistencia, considerando condiciones de carga extrema, como viento, granizo y nieve.

I – Combinaciones para Verificación de Deflexión en Servicio

En condiciones de servicio, se verifica que las deformaciones sean aceptables para garantizar la integridad estructural y la funcionalidad de los elementos no estructurales, evitando daños en acabados y sistemas de cerramiento.

Las combinaciones típicas para evaluar la deflexión en estructuras metálicas son:

$$U = 1,0 (D) + 1,0 (DNE) + 1,0 (Lr)$$

$$U = 1,0 (D) + 1,0 (DNE) + 1,0 (S)$$

La deflexión calculada bajo estas combinaciones de carga, comúnmente denominada deflexión elástica, debe cumplir con los límites de servicio especificados para estructuras metálicas. Estos límites están diseñados para evitar deformaciones excesivas que puedan comprometer el rendimiento estructural y funcional del edificio.

La deflexión máxima permitida no debe exceder:

$$\Delta \leq \frac{L}{300}$$

Dónde:

L es la luz libre del elemento estructural.

Este criterio debe ser verificado para las combinaciones de carga en servicio para asegurar un desempeño adecuado a lo largo de la vida útil de la estructura.

II – Combinaciones para Resistencia Última

Las combinaciones para estados límite de resistencia se definen para garantizar que la capacidad de carga de la estructura sea suficiente para resistir las acciones extremas esperadas durante su vida útil. Estas combinaciones se clasifican según el tipo de cubierta:

Cubiertas Inclınadas

Estructura vacía: $U = 1,4 (D) + 1,4 (DNE)$

Estructura con sobrecargas: $U = 1,2 (D) + 1,2 (DNE) + 1,6 (Lr)$

Acción de granizo o nieve: $U = 1,2 (D) + 1,2 (DNE) + 1,6 (S)$

Losas Planas o Cubiertas con Pendiente Nula

Estructura vacía: $U = 1,4 (D) + 1,4 (DNE)$

Estructura con sobrecargas: $U = 1,2 (D) + 1,2 (DNE) + 1,6 (S) + 0,50(Lr)$

Dónde:

- U Resistencia requerida para resistir las cargas mayoradas.
- D Cargas muertas permanentes.
- DNE Carga muerta no estructural (como acabados, instalaciones mecánicas y sistemas de cubiertas).
- Lr Cargas vivas de cubierta (como mantenimiento y equipos temporales).
- S Cargas por nieve y granizo

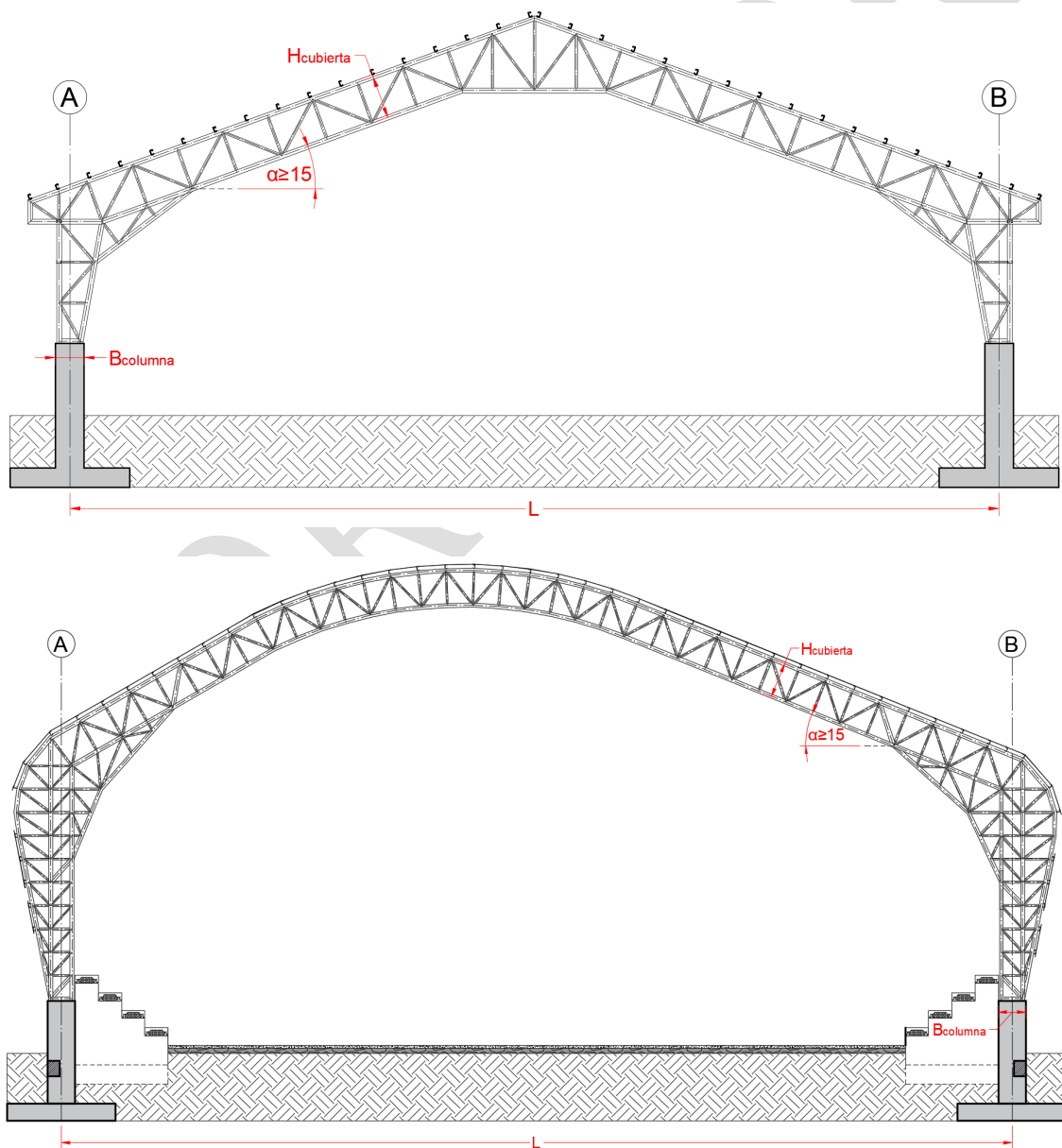
Título IV – Anexos

I – A1. Predimensionado de cubiertas

La figura muestra un ejemplo representativo de pórtico con cerchas metálicas a dos aguas, donde se indican parámetros geométricos fundamentales como:

- **L**: Luz libre entre apoyos
- **H_{cubierta}**: Altura mínima de viga
- **B_{columna}**: Base de apoyo o ancho de la columna
- **α** : Ángulo de inclinación de la cubierta

Vista frontal



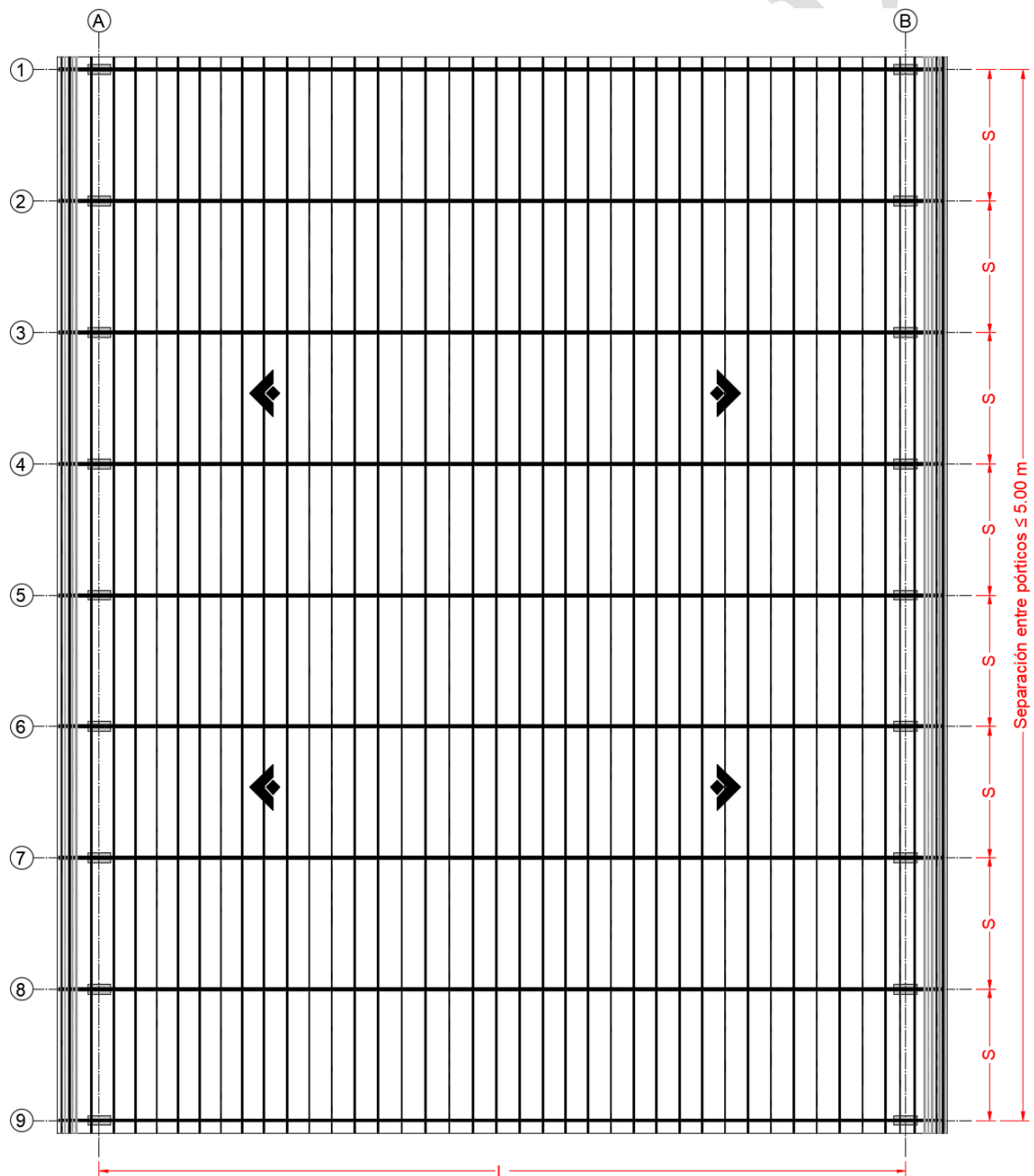
Para fines de predimensionamiento, se recomienda considerar que el ángulo α no sea menor a 15° , de modo que se favorezca el escurrimiento de agua y se reduzca la acumulación de granizo o nieve.

Asimismo, se recomienda utilizar las siguientes relaciones geométricas mínimas:

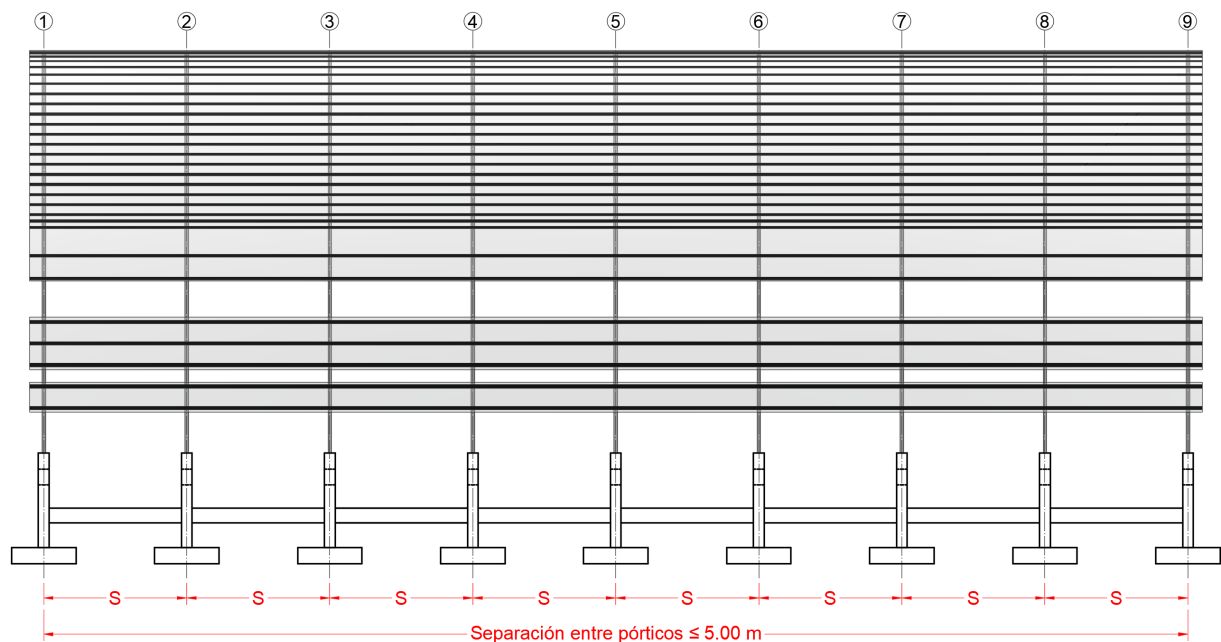
$$h_{cubierta} = \frac{L}{20}$$

$$h_{columna} = \frac{L}{40}$$

Vista en planta



Vista lateral



En el caso de tinglados, se recomienda que la separación entre pórticos no supere los 5 m, con el fin de garantizar una distribución adecuada de los esfuerzos y una eficiencia material en la cubierta, evitando incrementos innecesarios en los costos de fabricación e instalación.

Estas proporciones deben ser ajustadas posteriormente mediante análisis estructurales detallados, considerando combinaciones de carga y factores de resistencia.

Asimismo, debe verificarse la compatibilidad entre el sistema de cubierta y los elementos de fundación y arriostramiento, para asegurar la transmisión efectiva de cargas hacia el suelo.

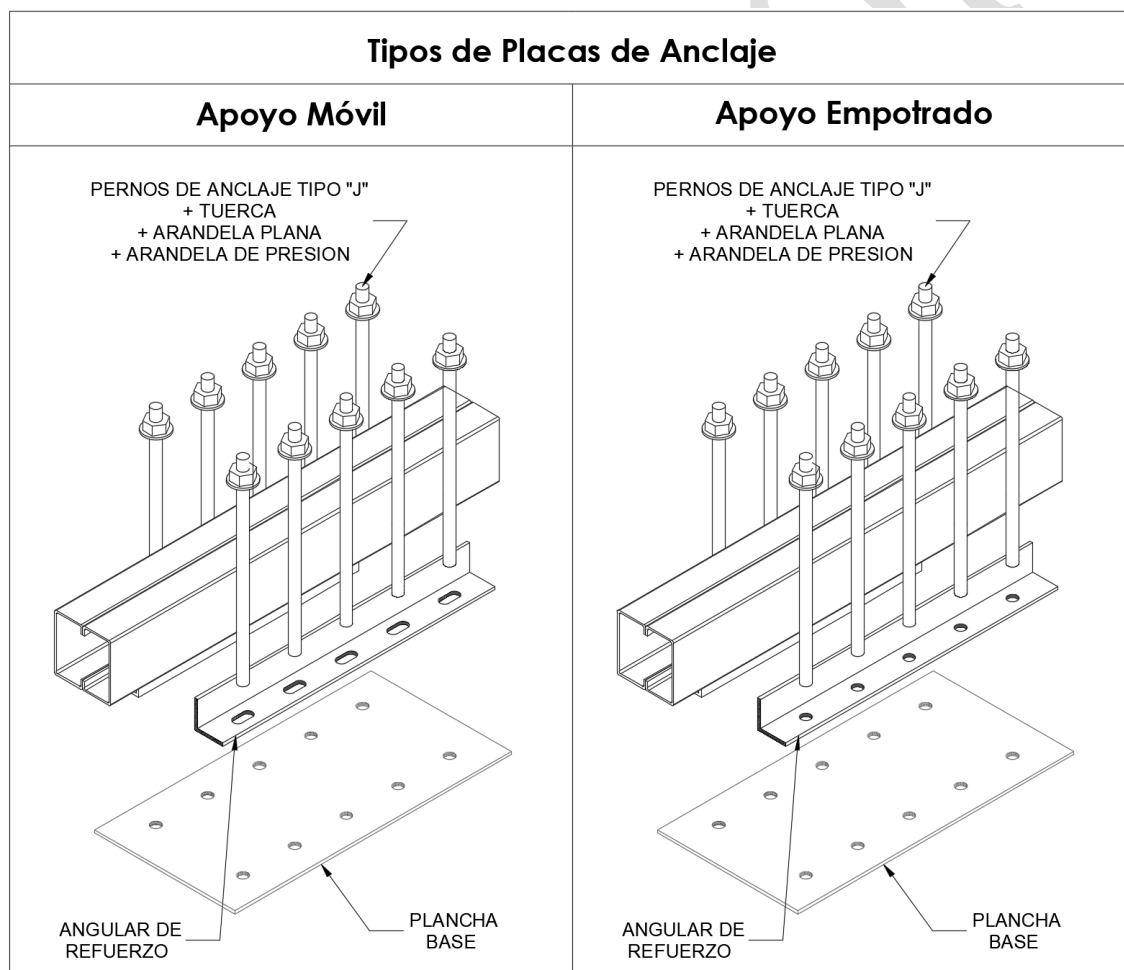
I – A2. Detalles constructivos

I – Placa de anclaje

Las placas de anclaje estarán conformadas por pernos de anclaje tipo "J" con sus respectivas tuercas, arandelas planas, arandelas de presión, un angular de refuerzo a cada lado y una plancha base.

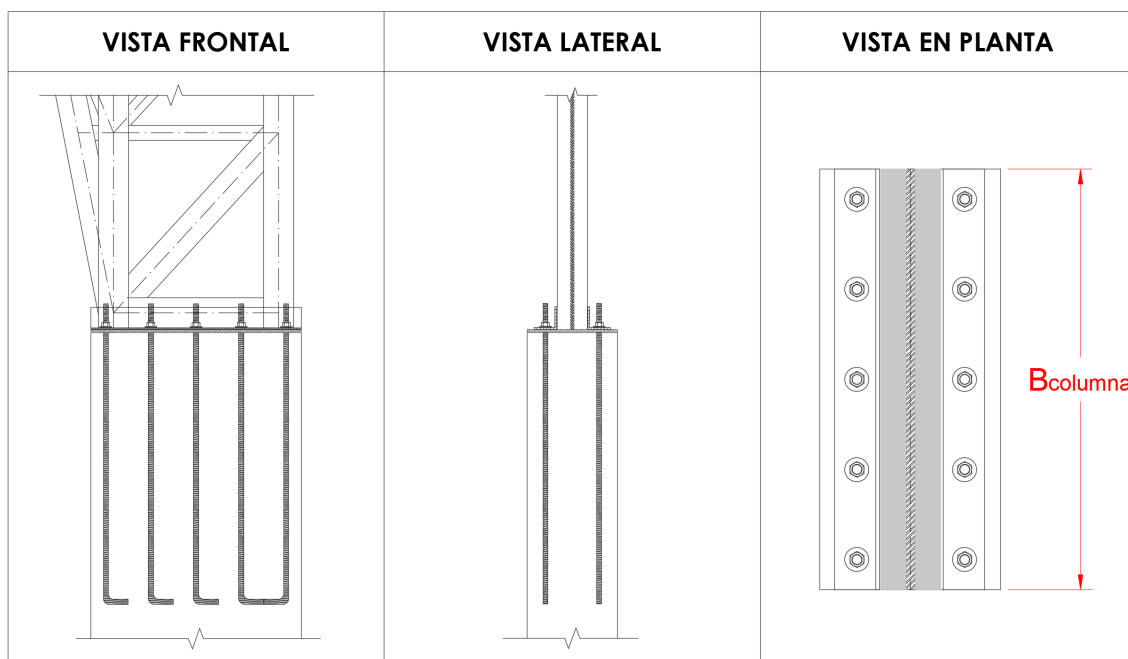
La disposición y geometría de estos elementos deberán permitir una adecuada transmisión de esfuerzos de la estructura metálica a la columna, viga o cimentación sobre la que se apoyará la estructura metálica.

Las dimensiones, longitudes de embebido, separación entre pernos, espesor de la plancha base y del angular deberán ser definidas mediante cálculo estructural, considerando las cargas actuantes, las condiciones de servicio y la normativa vigente (AISI 16, AISC, ACI y normas bolivianas aplicables).



Se recomienda considerar el uso de doble tuerca para evitar el aflojamiento, así como prever tratamientos anticorrosivos en todos los componentes metálicos.

Se debe evitar el uso de barras lisas como elementos de anclaje, ya que presentan una menor adherencia al concreto y una capacidad de anclaje significativamente inferior en comparación con las barras corrugadas, lo que podría comprometer la transmisión eficiente de esfuerzos y la estabilidad del sistema estructural.

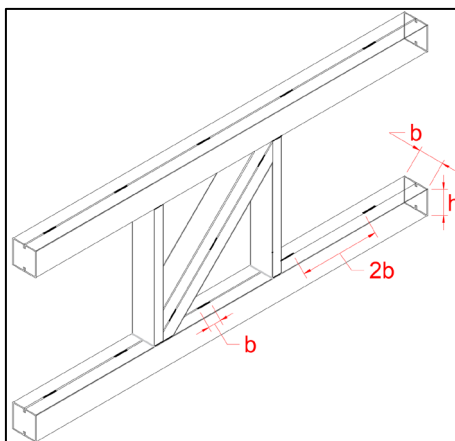


II – Detalle de soldadura

Las uniones soldadas para la conformación de secciones metálicas deberán ejecutarse conforme a los lineamientos establecidos por la norma AWS D1.1 - Structural Welding Code – Steel.

Para los elementos estructurales de acero al carbono ASTM A36 utilizados en cerchas o pórticos, se recomienda el uso de electrodos tipo E7018, que ofrecen alta resistencia a la tracción y adecuada tenacidad.

La figura muestra una configuración típica de una sección cajón conformada por la unión de dos costaneras simples. Se recomienda la aplicación de cordones de soldadura con una longitud igual a la base b de la costanera y un espaciado de $2b$ en ambos lados de la unión, con el fin de garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos y minimizar concentraciones de calor que puedan provocar distorsiones y optimizar la continuidad estructural del cajón. Sin embargo, la longitud, espesor y disposición de los cordones deberán ser verificadas mediante cálculo estructural, considerando las solicitaciones específicas del proyecto.



I – A3. Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios constituye una herramienta fundamental para la planificación económica de las obras. Este debe reflejar de forma detallada los costos directos e indirectos asociados a cada ítem constructivo, permitiendo así una estimación precisa del presupuesto general del proyecto.

Cada ítem incluirá el costo de materiales, mano de obra, herramientas, equipos, maquinaria y herramientas y cualquier otro gasto necesario para la correcta ejecución del trabajo. Asimismo, deberá considerar las condiciones particulares del emplazamiento, accesibilidad, nivel de especialización técnica requerida y normativas de seguridad laboral vigentes.

La elaboración de los análisis de precios debe realizarse con base en rendimientos actualizados y precios de mercado locales, preferentemente a través de software especializado o utilizando bases de datos oficiales de costos unitarios. Es recomendable incluir el pliego de especificaciones técnicas por ítem, que detalle el procedimiento constructivo, el rendimiento esperado y las observaciones pertinentes para su control.

Este análisis permitirá no solo una mejor toma de decisiones durante la etapa de planificación y licitación, sino también una base sólida para el control de costos durante la ejecución y la evaluación económica posterior del proyecto.

FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES		Proyecto:	COMPLEJO MULTIFUNCIONAL EL PAREDON		
		Actividad:	Prov. e Inst. Cubierta de calamina galvanizada N°28 y Est. Metalica		
		Cantidad:	886.91		
		Unidad:	m²		
		Moneda:	Bs		
1.- MATERIALES		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Perfil de acero A36Ksi conformado en frío	kg	20.5700	14.180	291.6826
2	Electrodo 7018	kg	0.1000	45.000	4.5000
3	Pintura anticorrosiva	l	0.2300	45.000	10.3500
4	Calamina trapezoidal N°28 (Galvanizada)	m²	1.5400	63.300	97.4820
5	Tornillo autoperforante Chapa/Perfil "C"	pza	3.5000	1.500	5.2500
TOTAL MATERIALES:					409.2646
2.- MANO DE OBRA		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Especialista	hr	2.8000	18.750	52.5000
2	Ayudante	hr	2.8000	15.000	42.0000
3	Soldador	hr	2.8000	15.000	42.0000
4	Operador equipo pesado	hr	0.1000	15.000	1.5000
5	Pintor	hr	0.1000	13.750	1.3750
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					139.3750
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)					76.6563
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)					32.2751
TOTAL MANO DE OBRA:					248.3063
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Soldadora de arco	hr	0.4000	20.000	8.0000
2	Grua	hr	0.0200	250.000	5.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)					12.4153
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:					25.4153
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
GASTOS GENERALES (5.00% de 1 + 2 + 3)					34.1493
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					34.1493
5.- UTILIDAD					
UTILIDAD (7.00% de 1 + 2 + 3 + 4)					50.1995
TOTAL UTILIDAD:					50.1995
6.- IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)					23.7107
TOTAL IMPUESTOS:					23.7107
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):					791.0457
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:					791.05

FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES		Proyecto: COMPLEJO MULTIFUNCIONAL EL PAREDON Actividad: Anclaje p/estructura metalica Cantidad: 18.00 Unidad: pza Moneda: Bs			
1.- MATERIALES		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Angular L 3"X1/4"	m	1.4000	107.200	150.0800
2	Plancha de acero A-36ksi (e=6mm)	m²	0.2100	650.410	136.5861
3	Electrodo 7018	kg	0.1500	45.000	6.7500
4	Pintura anticorrosiva	l	0.0500	45.000	2.2500
5	Jotas de 3/4" (Grado 60)	pza	10.0000	12.000	120.0000
6	Tuercas, volanda plana, volanda depresión (5/8")	pza	10.0000	8.000	80.0000
TOTAL MATERIALES:					495.6661
2.- MANO DE OBRA		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Ayudante	hr	2.0000	15.000	30.0000
2	Soldador	hr	2.0000	15.000	30.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					60.0000
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)					33.0000
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)					13.8942
TOTAL MANO DE OBRA:					106.8942
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Soldadora de arco	hr	2.5000	20.000	50.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)					5.3447
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:					55.3447
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (5.00% de 1 + 2 + 3)				
					32.8953
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					32.8953
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (7.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				
					48.3560
TOTAL UTILIDAD:					48.3560
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				
					22.8399
TOTAL IMPUESTOS:					22.8399
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):					761.9962
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:					762.00

Nota: - El Proponente declara que el presente Formulario ha sido llenado de acuerdo con las especificaciones técnicas, aplicando las leyes sociales y tributarias vigentes, y es consistente con el Formulario B-3.

I – A4. Especificaciones técnicas

ITEM: 1.- Prov. e Inst. Cubierta de calamina galvanizada N°28 y Est. Metálica (m²)

1. DEFINICIÓN

Estos ítems se refieren a la provisión, instalación y puesta en obra de la estructura metálica pórtico metálico, conformado por perfiles estructurales tipo costanera, correas y calamina según diseño especificado en planos y en las cantidades adjuntas al presente pliego de condiciones o especificaciones impartidas por el supervisor de obras.

2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Acero Estructural A36Ksi

En general se utilizará acero estructural tipo A36 según normas LFRD, con las siguientes características:

- | | |
|--|-----------------------|
| • Acero al carbón | Soldable |
| • Tensión de fluencia: | 248 MPa |
| • Módulo de Elasticidad: | 200000 MPa |
| • Coeficiente de Poisson: | 0.30 |
| • Fatigas admisibles garantizadas Flexión: | 140 MPa (1400 kg/cm2) |

En estructuras que requieren material especial, las características vendrán indicadas en el Formulario de Presentación de Propuestas.

En todos los casos, los aceros serán perfectamente homogéneos, exentos de sopladuras e impurezas con superficies limpias y sin desperfectos.

Las uniones serán soldadas según diseño, empleando materiales de acuerdo a normas internacionales.

El contratista deberá recabar información de las normas sobre los materiales a utilizar en las uniones, acompañando los certificados de calidad del material por fabricante.

Si el supervisor ve por conveniente, el Contratista deberá efectuar a su costo y en laboratorio de reconocido prestigio, ensayos de tracción y plegado que demuestren las características del material empleado.

Se emplearán en la construcción de las estructuras metálicas los siguientes materiales:

a) El contratista para la correcta formación geométrica de los pórticos metálicos, de acuerdo a los planos usará la combinación de los siguientes perfiles de calidad certificada.

- Perfil doble costanera 100x50x15x2 mm
- Perfil costanera 100x50x15x2mm
- Pintura anticorrosiva.

b) El contratista para la correcta formación geométrica de la cercha metálica, de acuerdo a los planos usará la combinación de los siguientes perfiles de calidad certificada.

- Perfil doble costanera 100x50x15x2 mm
- Perfil costanera 100x50x15x2mm
- Pintura anticorrosiva

Además de lo anteriormente mencionado los perfiles estructurales deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

Los aceros de perfiles simples, estructurales semipesados y pesados a emplearse, deberán cumplir con las características técnicas señaladas en los planos, especialmente en cuanto al tipo de secciones, dimensiones, resistencias y otros. Como condición general, los

perfiles o elementos de acero deberán ser de grano fino y homogéneo; no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos. La soldadura a utilizarse será del tipo y calibre adecuado a los elementos a soldarse y señalados en los planos.

Las planchas de calamina galvanizada acanalada serán de buena calidad, aprobado por el Supervisor de Obra y tendrá el mismo tipo de onda que la cubierta plástica y corresponderán a una calidad determinada, en caso de especificarse de esta manera en el formulario de presentación de propuestas.

Al efecto se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras; cualquier notificación que crea conveniente realizar deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con 15 días de anticipación a su ejecución.

3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

A partir de las columnas de hormigón armado, se emplazarán los pórticos de estructura metálica según los planos de detalle o indicaciones del Supervisor de Obra.

El Contratista deberá estudiar minuciosamente los planos y otras relativas a las columnas y cerchas, tanto para racionalizar las operaciones constructivas como para asegurar la estabilidad del conjunto.

El contratista antes de la compra de los perfiles, está en la obligación de presentar el certificado de calidad de los perfiles estructurales para la aprobación del supervisor de obra.

A efecto, se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras. Cualquier modificación que crea conveniente realizar, deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con 15 días o más de anticipación a su ejecución. El contratista informará con la debida anticipación al Supervisor, las fechas de ejecución de las diferentes partes de la estructura a fin de que éste pueda efectuar las inspecciones en el taller del Contratista o in situ.

Las dimensiones de las piezas que conforman la estructura, serán las que se señalen en los planos aprobados o las que se requieran en cada caso, modificaciones de acuerdo a la ubicación de la estructura. En ningún caso se emplearán piezas que hayan sido reconstituidas o que presenten defectos. Los cortes y en caso necesario las perforaciones, se ejecutarán sin alterar las partes adyacentes. El contratista para la fabricación de la cercha metálica deberá usar dobladoras u otra herramienta adecuada para la formación de la curvatura, y los cortes que se realicen en los perfiles para la formación de la curvatura serán rechazados.

Durante la fabricación de las estructuras, se preverán las juntas necesarias para facilitar el transporte de las piezas. Las soldaduras se harán exclusivamente por medio de arco eléctrico con electrodo protegido. Las tensiones de trabajo y el control de la soldadura se sujetarán a las normas DIN ó AISC. Las superficies a soldar, serán cepilladas o aserradas a fin de eliminar vestigios de pintura, óxido u otros materiales.

Se dispondrá de medios adecuados para sujetar las piezas a soldar en su posición correcta. El Supervisor se reserva el derecho de controlar la ejecución de las soldaduras y el Contratista deberá efectuar pruebas de resistencia de las soldaduras, que consistirán en ensayos de costura de ángulos frontales y al tope en chapas colocadas horizontal y verticalmente. La tensión de rotura en costura de ángulos frontales no será inferior a 250

MPa (2.500 Kg/cm²) y para costuras de tope a 370 MPa (3.700 Kg/cm²) para el acero St.36.

Si los resultados de los ensayos no fueran satisfactorios, el Supervisor exigirá el cambio de las soldaduras o determinarán otro método de unión, a costo del contratista.

Alternativamente, en lugar de ensayos, el Contratista podrá demostrar la calidad de las soldaduras mediante radiografías de las uniones.

El aspecto de las uniones soldadas deberá demostrar la prolijidad del trabajo realizado.

En ningún caso se aceptará que las uniones lleven elementos soldados y remachados o empernados simultáneamente, ya que no se puede garantizar la colaboración simultánea en la absorción del esfuerzo.

Para evitar que perfiles estructurales metálicos se oxiden, el contratista está obligado a utilizar una o dos manos de antioxidante. El anti óxido a utilizarse deberá ser de buena calidad y recibir la aprobación del Supervisor antes de su utilización. O aplicar inmediatamente una primera mano de pintura anticorrosiva.

La pintura anticorrosiva o el antioxidante deben aplicarse en toda la superficie del perfil estructural. Antes de la unión de perfiles, se deberá realizar el pintado correspondiente.

Las partes de las estructuras que no sean accesibles después del montaje, se pintarán con dos manos de anticorrosivo.

Montaje

El montaje de las cerchas se hará de acuerdo a las dimensiones, niveles y anclajes de la obra, aspectos que como se ha señalado en las condiciones generales, deberán ser oportunamente controlados por el Contratista y aprobadas por el supervisor.

Las operaciones de montaje serán dirigidas por el responsable técnico de obra, con experiencia certificada ante el Representante del Propietario.

El montaje se ejecutará bajo la responsabilidad total y ha riesgo del Contratista.

Durante las operaciones de montaje, el Contratista deberá disponer los arriostramientos provisorios necesarios para garantizar la estabilidad de la obra y notificar de su existencia a todos los sectores involucrados en la construcción.

El Contratista deberá disponer en la obra, los equipos mecánicos necesarios (Camión Grúa o Teclc con capacidad de 4 Tn) para izar las distintas partes de la estructura metálica a su posición final, sin introducir esfuerzos suplementarios.

Para el montaje de las cerchas se deberá tener en cuenta el espaciamiento entre las mismas de acuerdo a plano

En el proceso del montado de las cerchas, columnas, se debe tener un control de los niveles horizontales,

verticales y el alineamiento correspondiente, el mismo que será aprobado por el supervisor, en la que no se aceptaran defectos.

La seguridad de todo el personal a emplearse en la actividad, queda a la responsabilidad total del Contratista.

Todos los elementos de la estructura metálica deberán una llevar una mano de pintura anticorrosiva con la respectiva aprobación del Supervisor de Obra.

El ensamble de dos o más piezas de correas deberá ser efectuadas sobre la superficie de las cerchas sin presentar ensambles intermedios, deberá tener refuerzo en el interior de la sección de las correas en los empalmes. Antes de cubrir las correas metálicas con la pintura anticorrosiva, se limpiarán adecuadamente, la totalidad de las superficies mediante cepillos de acero, librándolas de polvo, barro, grasas, óxidos y todo aquello que disminuya la adherencia con el material de acabado. Las correas deberán pintarse en su totalidad previa colocación para evitar la corrosión de estos elementos.

La cubierta de calamina galvanizada acanalada será fija a los perfiles tal cual señala los planos de detalle mediante pernos "J" galvanizados de acuerdo a las longitudes necesarias para una buena fijación.

El traslape entre hojas no podrá ser inferior a 20 cm. En el sentido longitudinal y a 1.5 canales en el sentido lateral.

No se permitirá el uso de hojas deformadas por golpes o por haber sido mal almacenadas o utilizadas anteriormente. El contratista deberá estudiar minuciosamente los planos y las obras relativas al techo, tanto para racionalizar las operaciones constructivas como para asegurar la estabilidad del conjunto.

Al efecto se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras. Cualquier modificación que crea conveniente realizar, deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con anticipación a su ejecución.

4. MEDICIÓN

La Cubierta de Calamina trapezoidal galvanizada N° 28 y Cubierta de Plástico N.12 con Estructura Metálica, se medirá por METRO CUADRADO y PZA para estructura metálica perfil costanero y/o canal.

5. FORMA DE PAGO.

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado a los precios unitarios de la propuesta aceptada.

Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos.

ITEM: 2.- Anclaje p/estructura metálica (pza)

1. DEFINICIÓN

Este ítem se refiere a la provisión y colocado de anclajes metálicos, para la unión de las columnas de H⁹A° y la Estructura Metálica, de acuerdo a las medidas indicadas en los planos de construcción, detalles respectivos y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Los materiales a emplearse en la actividad, deben ser de las características técnicas, señaladas en los planos.

PERNOS DE ANCLAJE (10Pza):

JOTAS DE Ø 3/4 " DE GRADO 60 (L=1.00m) (Pieza entera NO soldada).

+ TUERCA

+ VOLANDA PLANA

+ VOLANDA DE PRESION

PLANCHA DE e=6mm (0.70 X 0.30m)

ANGULAR 3" X 1/4" (L=0.70m)

Electrodos E7013

Pintura anticorrosiva.

Como condición general los perfiles, pernos, planchas o elementos de acero deberán ser de gramo fino y homogéneo, no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.

La soldadura a utilizarse será de tipo A.W.S. ASTM E6011 adecuado a los elementos a soldar y señalados en los planos.

3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Los elementos de anclaje deberán ser fabricados con materiales de alta dureza, el empleo de las mismas será de acuerdo a lo indicado en los planos de detalle y los resultados producto de los cálculos estructurales. Todos los elementos de anclaje deberán tener la respectiva aprobación del Supervisor de Obra, para el mismo el contratista deberá realizar el ensayo a tracción del material a utilizarse como jotas de anclaje.

Los aceros de perfiles simples y estructurales planchas, barras y otros a emplearse, deberán cumplir con las características técnicas señaladas en los planos, especialmente en cuanto al tipo de secciones, dimensiones, resistencias y otros. Como condición general, los perfiles o elementos de acero deberán ser de grano fino y homogéneo; no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.

Los agujeros para los pernos serán hechos con taladro y de la dimensión requerida, quedando prohibido el punzonamiento y el uso de arco con electrodo.

Los agujeros de las piezas se preverán de tal manera que coincidan exactamente durante el montaje, ya que no se permitirá remodelar los agujeros defectuosos.

Las jotas de anclaje deberán colocarse en el interior del canastillo de los estribos o núcleo de la columna de H^oA^o sujeción.

Los pernos de anclaje y las tuercas se sujetarán a las normas DIN ó AISC y se suministrarán con inclusión de arandelas planas y de presión tipo Grover. Además, la longitud del perno fuera de la columna de hormigón debe ser uniforme.

Las tuercas no deben tener juego y en el caso de que la cabeza del perno o de la tuerca, correspondan a planos inclinados, deberán suministrarse con arandelas suplementarias de caras no paralelas que aseguren la perfecta sujeción.

El contratista deberá estudiar minuciosamente los planos para organizar las operaciones constructivas, como para asegurar la estabilidad del conjunto.

Al efecto se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras; cualquier modificación que crea conveniente realizar deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con días de anticipación, a su ejecución.

4. MEDICIÓN

Los anclajes se medirán por pieza, de acuerdo a los materiales indicados.

5. FORMA DE PAGO

El pago por el trabajo ejecutado será hecho en base a los precios unitarios de la propuesta aceptada para este ítem.