

PROYECTO EJECUTIVO DE LA ESTRUCTURA METALICA PARA CUBIERTA DE SALA PRINCIPAL DE TEATRO COMEDIA DE LA CIUDAD DE CORDOBA.

Daniel O. Troglia¹; ¹Ing. Civil, Presidente de TROGLIA CHIOTTI INGENIERIA S.A.
daniel.osvaldo.troglia@unc.edu.ar

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen los aspectos más importantes del diseño, cálculo y dimensionado seccional y de uniones, de la Estructura de la Nueva Cubierta de la Sala Principal, como parte del Proyecto de Recuperación del Teatro Comedia ubicado en la Ciudad de Córdoba. República Argentina.

La cubierta está compuesta por vigas principales reticuladas, ejecutadas con perfiles laminados (perfiles W como cordones, ángulos como diagonales y montantes y chapas de nudo), que se apoyan sobre la estructura de H°A° de columnas existentes a través de insertos. Sobre las vigas principales apoyan las vigas secundarias, ubicadas a los $\frac{1}{4}$ de la luz total. Los condicionamientos para las vigas principales de 20 mts aprox, son las grandes cargas colgadas sobre dicha cubierta, y la limitación de altura por estar ya definida la geometría al ser un cambio de cubierta de la Sala. Dentro de los elementos estructurales a desarrollar en el trabajo podemos destacar: arriostramientos metálicos de las columnas y tabiques de H°A° para reducir su esbeltez, los elevados esfuerzos y los anclajes de vinculación (sometidos a esfuerzos axiales, de corte y flexión) de las vigas reticuladas principales a la estructura de H°A°. Se indicará los principales detalles de uniones y empalmes abulonados de las vigas reticuladas que se diseñaron para poder montar la estructura de cubierta sobre una estructura existente entre medianeras. Para el Proyecto se utilizaron los Reglamentos CIRSOC 301-2005 y 2017.

ABSTRACT

This work presents the most important aspects of the design, calculation and sectional and joint dimensioning of the Structure of the New Cover of the Main Hall, as part of the Recovery Project of the Comedia Theater located in the City of Córdoba. Argentinian republic.

The roof is composed of reticulated main beams, made with laminated profiles (W profiles as chords, angles as diagonals and uprights and knotted plates), which are supported on the H°A° structure of existing columns through inserts. The secondary beams rest on the main beams, located at $\frac{1}{4}$ of the total span. The conditions for the main beams of approximately 20 meters are the large loads hung on said roof, and the height limitation because the geometry has already been defined as it is a change in the roof of the Room. Among the structural elements to be developed in the work we can highlight: metal bracing of the H°A° columns and partitions to reduce their slenderness, the high forces and the linking anchors (subjected to axial, shear and bending forces) of the main lattice beams to the H°A° structure. The main details of the bolted joints and splices of the reticulated beams that were designed to be able to assemble the roof structure on an existing structure between party walls will be indicated. CIRSOC Regulations 301-2005 and 2017 were used for the Project.

INTRODUCCIÓN

Se plantean los elementos más importantes del diseño, dimensionado seccional y de las uniones de la Estructura de la Nueva Cubierta de la Sala Principal, como parte del Proyecto de Recuperación del Teatro Comedia ubicado en la Ciudad de Córdoba. República Argentina. (ver Figuras 1,2,3,4,5 y 6)

En primer lugar se indican las características geométricas de la cubierta de dimensiones 24.7m de ancho por 19.5 m de largo y los materiales utilizados en el proyecto de estructura.



Figura N° 1: Fotografía del Montaje de la Estructura.



Figura N° 2: Fotografía del Montaje de la Estructura.



Figura Nº 3: Fotografía de Estructura de Vigas reticuladas de Cubierta. Fabricación en proceso

Luego se verifican seccionalmente los elementos más importantes que componen la estructura principal, compuesta por vigas reticuladas principales y secundarias de perfiles laminados tipo W como cordones y perfiles ángulo como diagonales y montantes. Se plantean algunas verificaciones de uniones soldadas y abulonadas y los criterios de adopción de secciones para las diferentes vigas.

Después se indican los criterios y algunas verificaciones de los insertos sometidos a flexo-axil y las uniones abulonadas a ejecutar en obra.

Finalmente se aportan elementos de los detalles constructivos de la estructura de H°A° de apoyo de la estructura metálica



Figura N° 4: Fotografías de la Viga de apeo (2W) de la viga reticulada

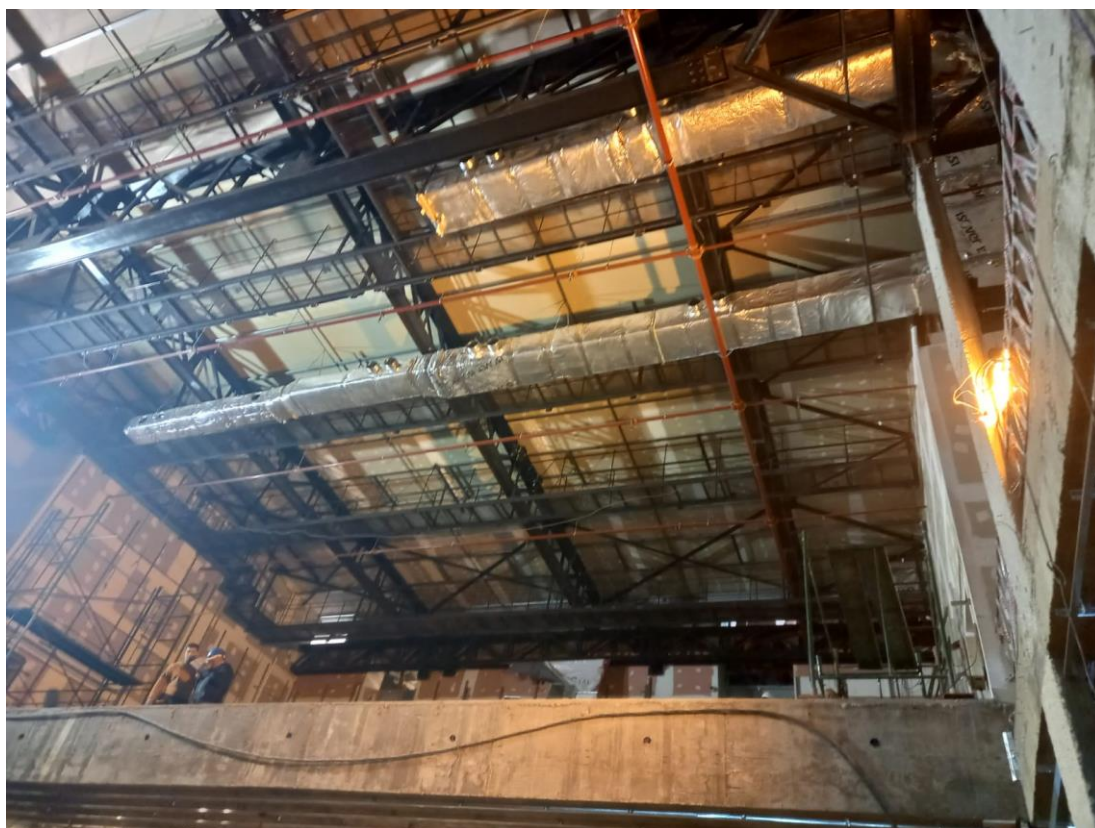


Figura N° 5: Fotografía de la cubierta, pasarelas e instalaciones ya montadas, solo falta el cielorraso acústico suspendido



Figura N° 6: Fotografías de insertos. A la izquierda el de la Viga de Apeo y los de la derecha de la viga principal VPR-3

DATOS DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA. MATERIALES

La cubierta está compuesta por vigas principales reticuladas (VRP-1, VRP-2 y VRP-3), que se apoyan sobre la estructura de H°A° de columnas y tabiques existentes (que se prolongan hasta las alturas necesarias) a través de insertos .

Sobre las vigas principales apoyan las vigas secundarias cada 4900 mm aprox , ubicadas a los $\frac{1}{4}$ de la luz total; sobre ellas se apoyan las correas de cubierta, donde se fija la chapa de cubierta.

Las columnas y tabiques de H°A° se arriostran a través de elementos metálicos para reducir su luz de pandeo y tener una esbeltez razonable en la dirección fuera del plano.

Las vigas reticuladas principales se vinculan a la estructura de columnas y tabiques de H°A° mediante insertos sometidos a esfuerzos axiales , de corte y flexión.

Las vigas reticuladas principales y secundarias son reticuladas de diferentes alturas con cordones de perfiles W y diagonales con perfiles ángulos, con chapas de nudo para soldar los mismos. Se realizan uniones o empalmes abulonados para poder transportar y montar por partes.

Uno de los cierres laterales debe cerrarse con chapa tener que de molar la mampostería existente por esas en malas condiciones (ver figura N°10)

En cuanto a los materiales, los Perfiles laminados (UPN, perfiles L y las barras de Hierro Redondo liso) son F-24 con tensión de fluencia $F_y=235$ MPa, y $F_u=370$ MPa. Las chapas de nudo e insertos son F-24 también.

Los perfiles “W” son F-36 (A572-GR50) con tensión de fluencia $F_y=345$ MPa, y $F_u=490$ MPa.

Las soldaduras se dimensionaron con una tensión de rotura del Electrodo de $F_w=0.6$ FEXX, $F_w= 0.6 \times 480$ MPa = 288 MPa, como mínimo.

Los bulones son de tipo ASTM A-325, $F_y > 800$ MPa.

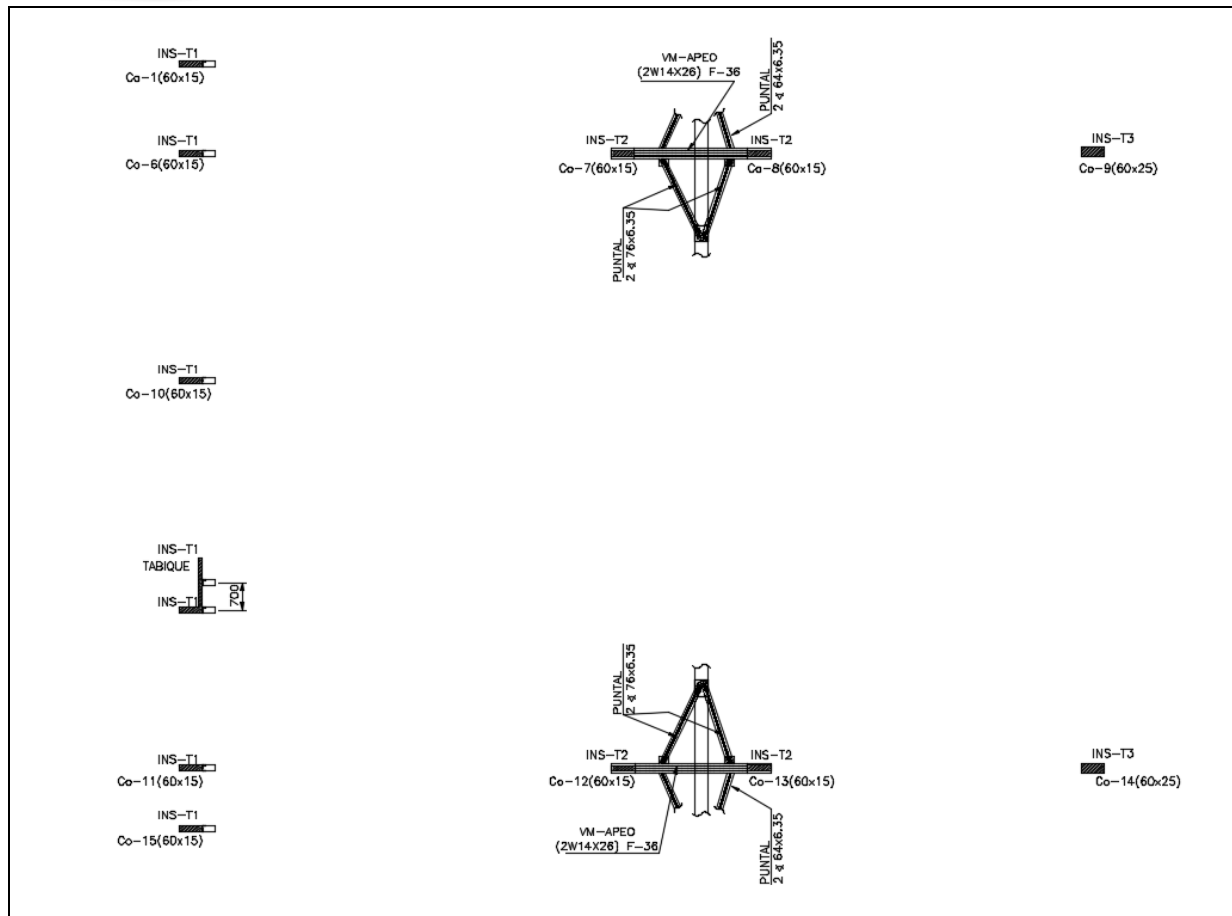


Figura N° 7: Planta de Insertos para fijación de la Estructura metálica

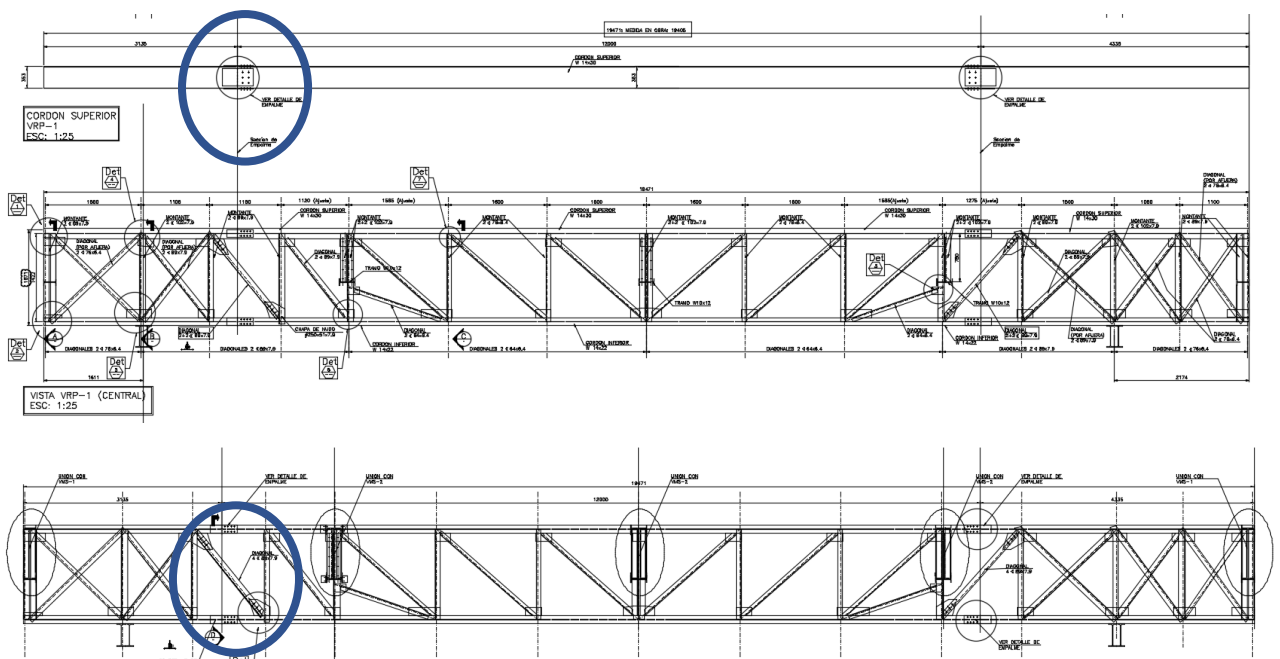


Figura N° 8: Vista de Viga Principal VRP-1

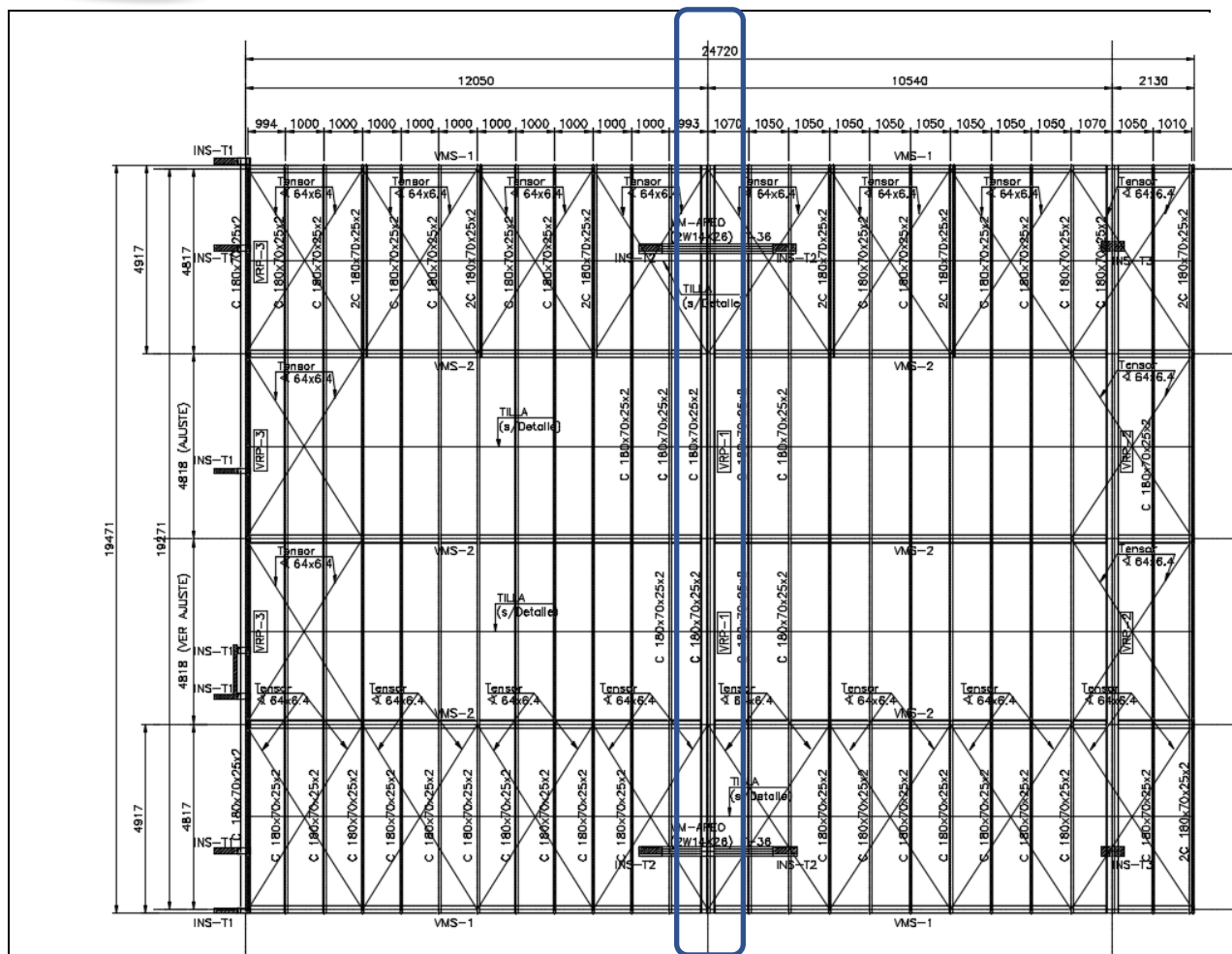


Figura N° 9: Planta Estructura Metálica Cubierta

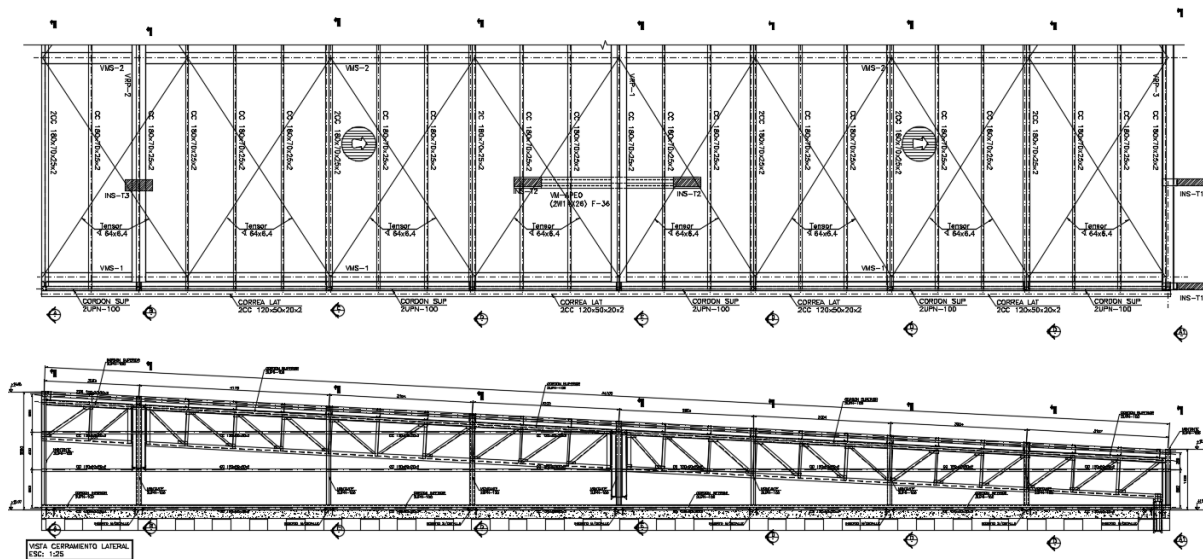


Figura N° 10: Planta y Vista de Cierre lateral

DATOS DE LA ESTRUCTURA SOPORTE EXISTENTE. MATERIALES

Se verificaron las fundaciones y columnas y tabiques existentes, y se prolongaron los mismos para llegar a los niveles de apoyo de la estructura metálica.

Para la estructura nueva se utilizó hormigón H-30 con resistencia característica $f'c=300\text{MPa}$ y barras de refuerzos de Acero de Dureza Natural ADN-420 con tensión de fluencia $F_y=420\text{ MPa}$.

NORMATIVA. DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS. RESISTENCIA REQUERIDA

Se plantea la utilización de las Normativas por Estados Límites con la mayoración de los estados de carga y la minoración de las resistencias nominales para las diferentes solicitaciones de sección. De acuerdo a lo establecido en general por el Reglamento ⁽¹⁾ por estados limites, en base al proyecto y a las normas bases, las combinaciones de acciones últimas propuestas son:

$$1.2 D + 1.6 L_r + 0.5 L \quad (1)$$

$$1.2 D + 1.6 L + 0.5 L_r \quad (2)$$

$$1.2 D + 1.5 W + 0.5 L_i \quad (3)$$

$$1.2 D + E + 0.5 L_i \quad (4)$$

$$0.9 D + 1.5 W \quad (5)$$

$$0.9 D + E \quad (6)$$

Siendo:

D = Peso propio y Cargas permanentes (Peso propio de cubierta, Cielorraso, estructura, pasarelas, etc.). En este punto es donde la estructura tenía una carga total de 150 Kg/m^2

L = Sobrecarga colgante. de pasarelas

L_r = Sobrecarga de mantenimiento. L_{r1} y L_{r2} de cubierta y pasarelas (58 kg/m^2)

W = Viento en las 2 direcciones y sentidos ($W1z - W2z - W3x - W4x$).

E : Sismo (E_z, E_x)

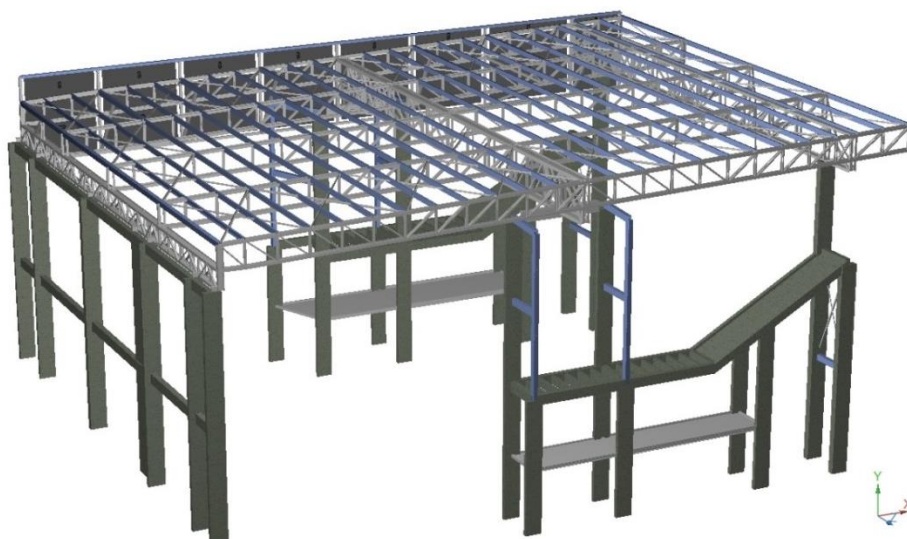


Figura N° 11: Vista modelo Tridimensional

La Resistencia Requerida es la combinación más desfavorable de las acciones

Nominales. Las mismas fueron extraídas del modelo tridimensional (Los esfuerzos y figuras fueron desarrollados en la Consultora TROGLIA CHIOTTI INGENIERIA S.A. mediante el Programa RAM Elements® (Bentley).

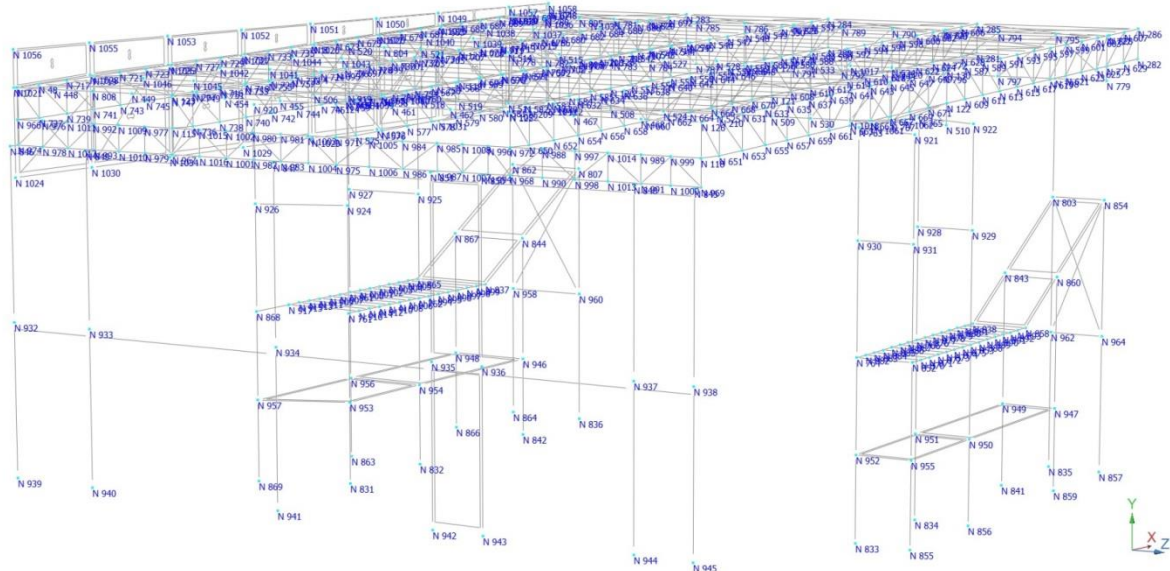


Figura Nº 12: Vista modelo Tridimensional Unifilar

VERIFICACIONES SECCIONALES

Se plantean algunos de los elementos diseñados para indicar su dimensionado seccional (ver Figura 13), a los fines solamente de ver la magnitud de los esfuerzos requeridos y las resistencias de diseño.

Diseño de Acero

Reporte: Resumen - Máximo por descripción

Estados de carga considerados :

CU1=1.2Dd1+1.2Dd2+1.2Dd3+1.6Lr1+1.6Lr2

CU2=0.9Dd1+0.9Dd2+0.9Dd3+1.5Wxp

CU3=0.9Dd1+0.9Dd2+0.9Dd3+1.5Wxn

CU4=1.2Dd1+1.2Dd2+1.2Dd3+0.5Lr1+0.5Lr2+0.5L3+1.5Wxp

CU5=1.2Dd1+1.2Dd2+1.2Dd3+0.5Lr1+0.5Lr2+0.5L3+1.5Wxn

CU6=1.2Dd1+1.2Dd2+1.2Dd3+0.5Lr2+0.5L3+Ez

CU7=1.2Dd1+1.2Dd2+1.2Dd3+0.5Lr2+0.5L3+Ex

CU8=1.2Dd1+1.2Dd2+1.2Dd3+1.6Lr1+1.6Lr2+0.5L3

CU9=1.2Dd1+1.2Dd2+1.2Dd3+0.5Lr1+0.5Lr2+1.6L3

CU12=0.9Dd1+1.5Wxp

CU13=0.9Dd1+1.5Wxn

CU14=0.9Dd1+1.5Ez

CU15=0.9Dd1+1.5Ex

Descripción	Sección Referencia	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus
<u>DIAG - REF APEO</u>	CA2L 89X7.9	2289	CU1 en 43.75%	0.74	Bien
<u>puntal-2</u>	2L 76X6.4	2318	CU4 en 50.00%	0.73	Bien
<u>VM-APEO</u>	2W 14x26	1774	CU1 en 0.00%	0.97	Bien
<u>VMS1 CoSUP</u>	W 8X10	1373	CU8 en 0.00%	0.39	Bien
<u>VMS1-CINF</u>		1374	CU15 en 100.00%	0.33	Bien
<u>VMS2 Cord inf</u>	W 10X12	1469	CU1 en 100.00%	0.56	Bien
<u>VMS2 Cord Sup</u>		1330	CU8 en 100.00%	0.60	Bien
<u>VRP2 Cordon inf.</u>	W 12X16	1798	CU8 en 0.00%	0.65	Bien
<u>VRP2 Cordon sup.</u>	W 12X19	1731	CU8 en 50.00%	0.72	Bien
<u>VRP2 Diag-1</u>	2L 76x6.35x120	1825	CU8 en 56.25%	0.81	Bien
<u>VRP2 Diag-2</u>	2 64X6.4	1817	CU1 en 56.25%	0.41	Bien
<u>VRP2 Mont-1</u>	CA2L 89X7.9	1808	CU8 en 100.00%	0.42	Bien
<u>VRP2 Mont-2</u>	2L 76x6.35x120	1809	CU1 en 100.00%	0.24	Bien
<u>VRP2 Mont-3</u>	CA2L 89X7.9	1827	CU7 en 0.00%	0.65	Bien
<u>VRP1 Cordon inf</u>	W 14X22	1017	CU1 en 0.00%	0.72	Bien
<u>VRP1 Cordon Sup</u>	14X30	1010	CU8 en 100.00%	0.69	Bien
<u>VRP1 Diag-1</u>	CA2L 89X7.9	1046	CU1 en 56.25%	0.88	Bien
<u>VRP1 Diag-2</u>	2 64X6.4	1043	CU8 en 56.25%	0.63	Bien
<u>VRP1 Diag-4</u>	2L 76x6.35x120	1048	CU8 en 56.25%	0.33	Bien
<u>VRP1 Mon-2</u>		1032	CU8 en 0.00%	0.43	Bien
<u>VRP1 Mont-1</u>	CA2L 89X7.9	1039	CU1 en 0.00%	0.67	Bien
<u>VRP1 Mont-3</u>	CA2L 102x7.9	207	CU1 en 100.00%	0.70	Bien
<u>VRP3 Cordon inf</u>	W 10X12	2198	CU7 en 100.00%	0.31	Bien
<u>VRP3 Cordon sup</u>		2117	CU4 en 0.00%	0.33	Bien
<u>VRP3 Diag-1</u>	2 64X6.4	2148	CU1 en 37.50%	0.39	Bien
<u>VRP3 Mont-1</u>	2L 76x6.35x120	366	CU8 en 0.00%	0.26	Bien
<u>VRP3 Mont-e</u>	2PNU-I 200	688	CU15 en 0.00%	0.83	Bien

Descripción	Sección Referencia	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus
<u>CIE-LAT</u>	2UPN 100	2227	CU4 en 50.00%	0.03	Bien
<u>CIE-LAT-APO-SUP</u>	2 UPN 100	2277	CU12 en 0.00%	0.03	Bien
<u>CIE-LAT-CMV</u>	2UPN 100	2233	CU4 en 0.00%	0.96	Bien
<u>2C-CERRAM LAT</u>	2C 180X70X25X2	2253	CU12 en 100.00%	0.80	Bien

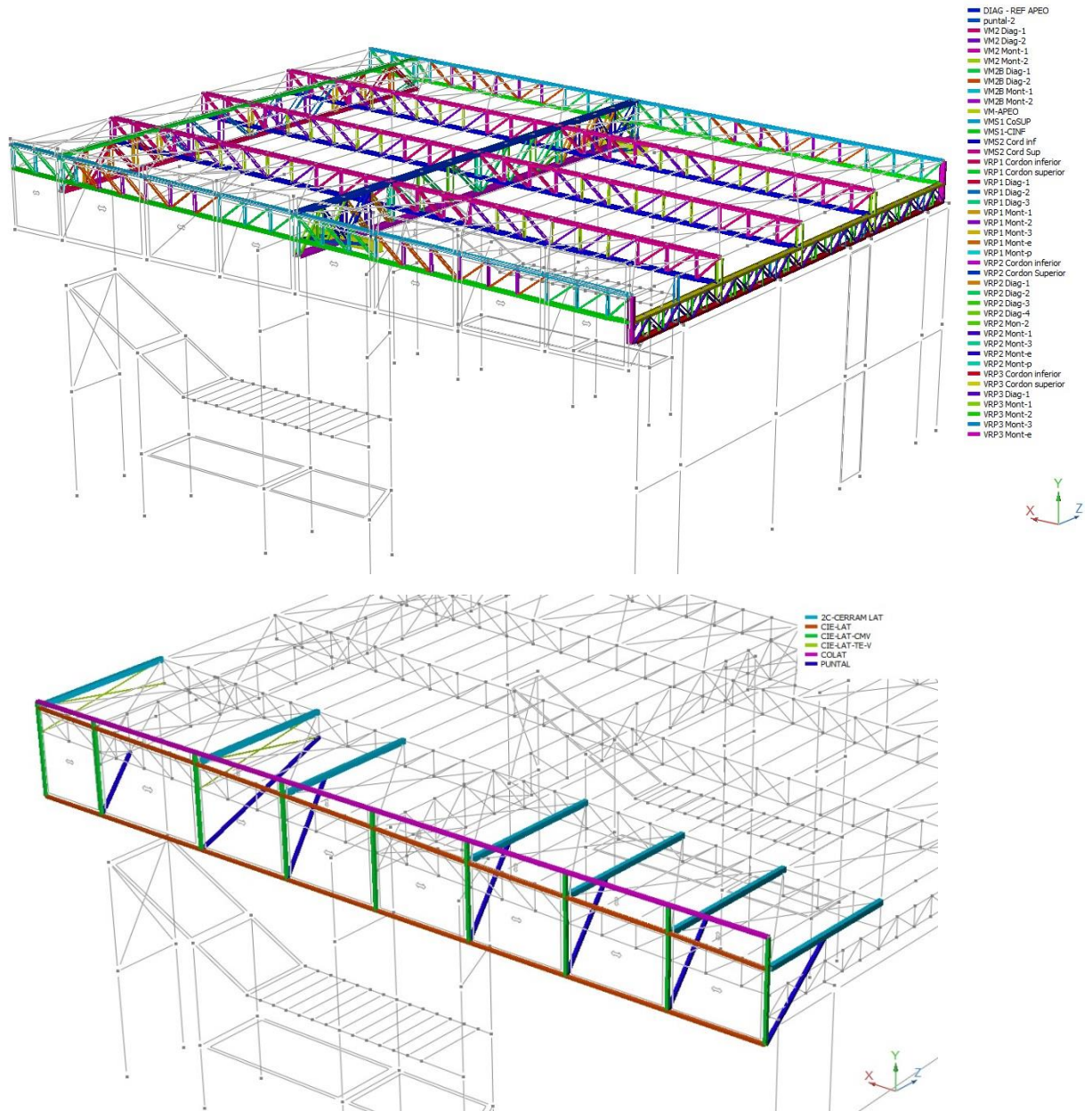


Figura N° 13: Vistas de Modelo, Elementos típicos

- VERIFICACIÓN SECCIONAL DE VIGAS PRINCIPALES

Se puede visualizar (ver Figura N°14) que las vigas principales son tres (3) y las mismas son todas distintas entre sí; tienen diferentes alturas (debido a la geometría de la cubierta existente) y distintas secciones, incluso los cordones superior e inferior; se realizó una optimización en función de los esfuerzos requeridos (según ancho de influencia y luz de apoyo); además la VRP-3 perimetral se apoya sobre varios insertos intermedios y se encuentra en el nivel inferior.

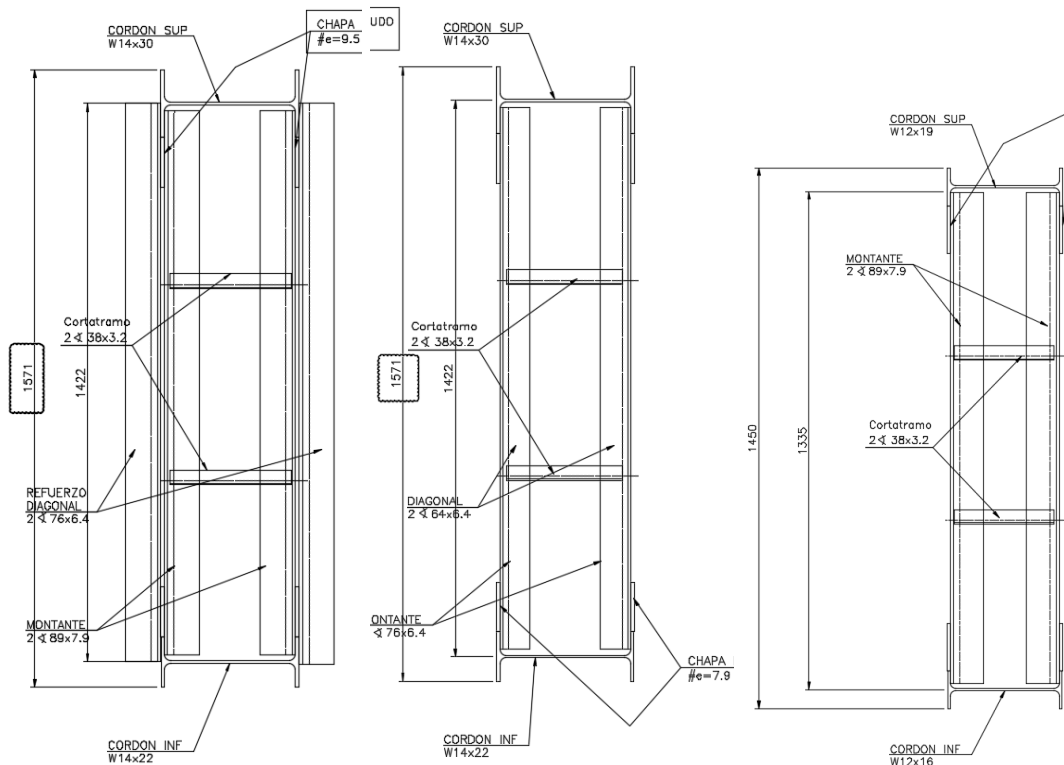


Figura N° 14: Secciones de Vigas principales, de izquierda a Derecha
VPR-1 (CENTRAL) (diferentes secciones),y VPR-2

VRP1- CORDON SUPERIOR Elemento más desfavorable: 1010

Perfil W14x30: Resistencia Requerida $N_U = 87 \text{ tn}$ $M_U = 0.53 \text{ tn.m}$

Resistencia de Diseño

$$R_D = N_D = 149 \text{ tn (menor eje)} > N_U \rightarrow \text{OK}$$

(la ecuación de interacción (según ⁽¹⁾) $N_U/N_D + M_U/M_D = 0.69 < 1 \rightarrow \text{OK}$)

(7)

VRP1- CORDON INFERIOR Elemento más desfavorable: 1017

Perfil W14x22: Resistencia Requerida $T_U = 82.55 \text{ tn}$ $M_U = 0.29 \text{ tn.m}$

Resistencia de Diseño

$$R_D = T_D = 130 \text{ tn (TRACCION)} > T_U \rightarrow \text{OK}$$

(la ecuación de interacción (según ⁽¹⁾) $N_U/N_D + M_U/M_D = 0.72 < 1 \rightarrow \text{OK}$)

(8)

VRP2- CORDON SUPERIOR Elemento más desfavorable: 1731

Perfil W14x30: Resistencia Requerida $N_U = 47.1 \text{ tn}$ $M_U = 0.1 \text{ tn.m}$

Resistencia de Diseño

$$R_D = N_D = 71.74 \text{ tn (menor eje)} > N_U \rightarrow \text{OK}$$

(la ecuación de interacción (según ⁽¹⁾) $N_U/N_D + M_U/M_D = 0.72 < 1 \rightarrow \text{OK}$)

(9)

La viga Reticulada principal central (VRP-1) como puede observarse en figura N°8, tiene una variación de secciones de diagonales y montantes, en función del diagrama de corte; la carga era tan elevada que se priorizo la optimización de kilos de la estructura, de acuerdo a criterio consensuado con la empresa metalúrgica, aunque se utilizarían números secciones.

Las vigas VRP1 y VRP2 se dimensionaron con igual criterio, y la VPR3 y vigas secundarias de menor carga y menor luz de apoyo si se uniformizaron las secciones de cordones, diagonales y montantes.

DIMENSIONADO DE UNIONES SOLDADAS TÍPICAS

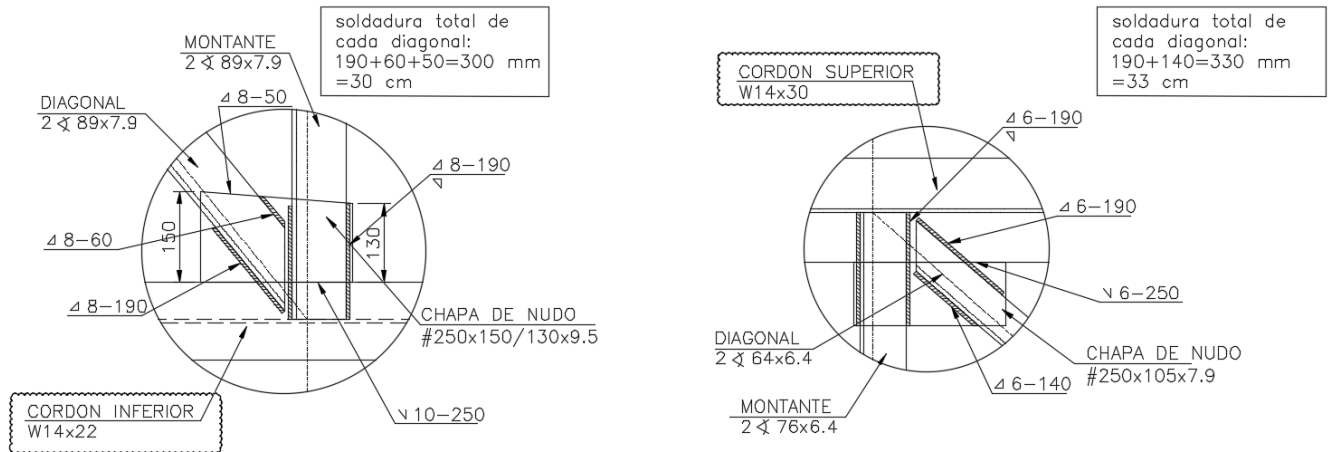


Figura N° 17: UNIONES SOLDADAS

Planteamos una unión soldada típica de los nudos de diagonales y montantes en una viga principal.

La opción de uniones soldadas responde a las siguientes ecuaciones;

La resistencia de diseño según ecuación 2.24 del Reglamento ⁽¹⁾ es:

$$R_d = \Phi R_N = \Phi_s \times (F_w \cdot A_w) \cdot 10^{-1} \quad (10)$$

Siendo:

$\Phi_s = 0.6$ Coeficiente de minoración de unión soldada

$$F_w = 0.6 F_{EEXX} \quad (11)$$

$F_w = 0.6 \times 480 = 288 \text{ MPa}$ Tensión de la soldadura de filete

F_{EEXX} = tensión de rotura del electrodo = 480 MPa

$$A_w = L_s e_g = L_s \times e_g = \text{Área de la soldadura de filete por cada diagonal} \quad (12)$$

L_s = longitud de soldadura

e_g = espesor efectivo de garganta = $0.707 dw$

VRP1- CENTRAL (EJEMPLO)

dw = cateto de soldadura de filete

DIAGONAL

Resistencia requerida: $NuT=49 \text{ TN}$

$$R_d = \Phi R_N = \Phi_s \times (F_w \cdot A_w) \cdot 10^{-1} \quad (\text{según } ^{(1)} \text{ y } ^{(3)}) \quad (13)$$

$$F_w = 2.88 \text{ t/cm}^2$$

$$A_{w1} = 0.8 \cdot 0.707 \cdot (30) \cdot 2 = 33.6 \text{ cm}^2$$

$$R_{d1} = 0.6 \times 2.88 \times 33.6 = 58 \text{ tn} > NuT \rightarrow \text{VERIFICA DIAGONAL 2 "L" 89x7.9}$$

FLUENCIA AREA NETA

$$R_d = 0.9 F_y A_g = 0.9 \times 2.35 \times 13.57 \times 2 = 57.4 \text{ tn} > Nu \rightarrow \text{VERIFICA}$$

MONTANTE

Resistencia requerida: $Nu=22 \text{ tn}$

$$A_{w1} = 0.8 \cdot 0.707 \cdot (19 \times 2) = 21.3 \text{ cm}^2$$

$$R_{d1} = 0.6 \times 2.88 \times 21.3 = 36.8 \text{ tn} > Nu \rightarrow \text{VERIFICA MONTANTE 2 "L" 89X7.9}$$

DIMENSIONADO DE UNIONES ABULONADAS

La opción de uniones abulonadas responde a las siguientes ecuaciones;

La resistencia al corte según ecuación (2.5) de ⁽¹⁾ resulta

$$R_d = \Phi R_N = \Phi (m F_v A_b 10^{-1} n) \quad (14)$$

Siendo: $\Phi=0.75$ Coeficiente de minoración

$m =$ Secciones de corte

$F_v = 330 \text{ MPa}$ Tensión Nominal de Rotura por Corte (sección roscada incluida en plano de corte)

$A_b =$ Sección transversal bruta del bulón diámetro 12 mm

$n =$ cantidad de bulones

La resistencia al Aplastamiento según ecuación (2.14) de ⁽¹⁾ y ⁽⁴⁾ resulta

$$(a) R_N = 2.4 t d F_U 10^{-1} \quad (15)$$

$$(b) R_N = 1.2 L_c t F_U 10^{-1} \quad (16)$$

Siendo: $d =$ diámetro nominal del bulón

$t =$ espesor mínimo o crítico de la parte conectada,

$F_u =$ resistencia a la tracción mínima especificada de la chapa.

$L_c =$ distancia libre en dirección de la fuerza entre borde del agujero y borde del agujero adyacente o borde del material.

Planteamos una unión típica de empalme (ver figuras N°8, N°18 y N°19), se abulona cordones entre sí con cubrejunta de ala y alma y la diagonal y montante con unión abulonada sobre la chapa de nudo.

VM CENTRAL. EMPALME

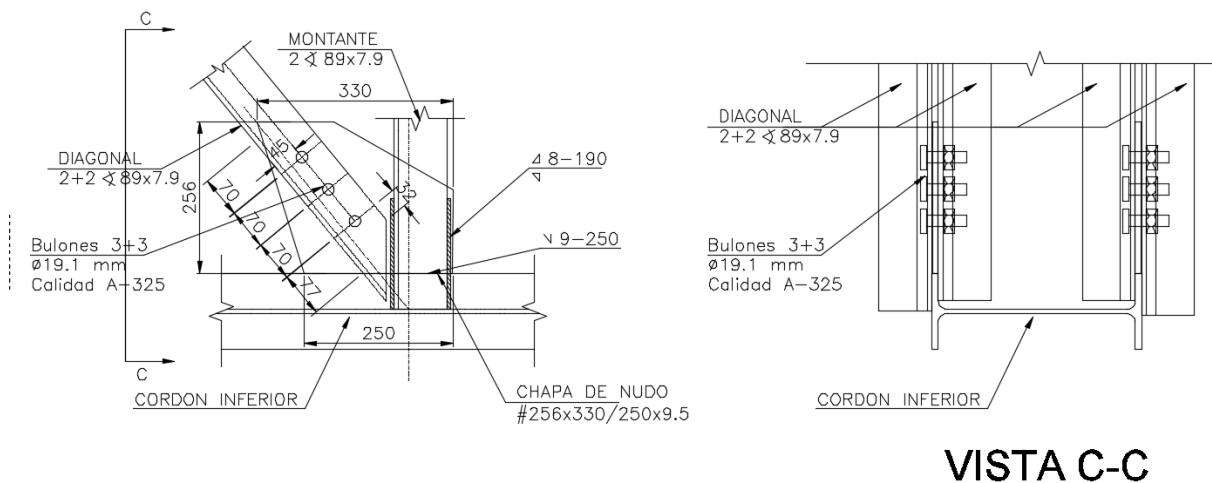


Figura N° 18: UNION ABULONADA (de Diagonales)

La Resistencia Requerida resulta $Nu=49 \text{ tn}$

Unión diagonal 3+3 $\Phi 19.1$ A-325 - $m=2$ (2 secciones de corte)

$$R_d = 0.75 \times 3.30 \times 2.83 \times 6 \times 2 = 84 \text{ tn} \quad \text{CORTE} > Nu \rightarrow \text{VERIFICA}$$

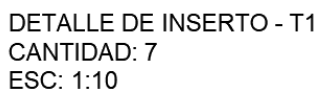
$$R_d = 0.75 \times 2.4 \times 0.95 \times 1.91 \times 3.7 \times 6 = 72 \text{ tn} \quad \text{APLASTAMIENTO} > Nu \rightarrow \text{VERIFICA}$$

$$L_{c1} = 7 - 2.1 = 4.9 \text{ cm (más desfavorable)} \quad L_{c2} = 7 - 2.1/2 = 5.95$$

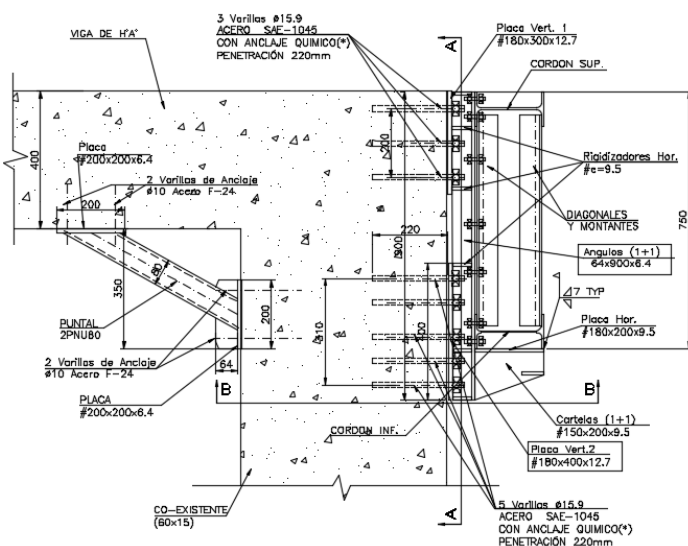
$$R_d = 0.6 \times 2.88 \times 78.4 = 135 \text{ tn} > \text{NuC} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

De acuerdo a la figura N°7 puede verse que existen tres (3) tipos de insertos típicos; donde apoyan cada una de las vigas principales.

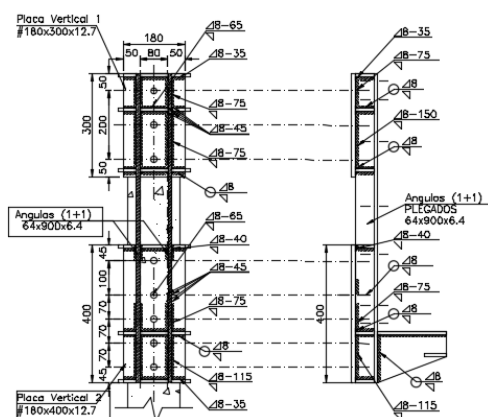
El inserto T1 es el que se ejecuta sobre las columnas existentes, mediante anclaje químico, y se realiza en varias columnas con solicitaciones no tan elevadas, las máximas del orden de 12 tn (120 kN); vemos el detalle en la figura N°15.



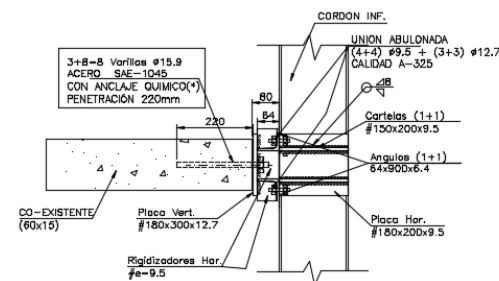
NOTA (*): VARILLAS ROSCADAS DE ACERO SAE-1045 CON ANCLAJE QUIMICO HILTY HIT RE-500 O SIMILAR
PENETRACIÓN: S/DETALLE ATENCIÓN: RESPETAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO



VISTA INSERTO
TIPO 1



VISTA A-A



VISTA B-B

Figura N° 15: Inserto Típico T1

El inserto tipo T2 se ejecuta sobre los extremos de columnas (tabiques, relación de lados =4) de Hormigón, tramo nuevo, lo cual permite la colocación antes del hormigonado de las varillas. Sobre estos insertos se suelda la viga de Apeo.

Este inserto esta solicitado a esfuerzos normales, de corte y flexión. Cuenta con varillas verticales (a tracción y corte), y horizontales (a corte); la placa horizontal es de 19.1 mm de espesor. En este apoyo el Hormigón era por proyecto de 15 cm de ancho, así que se extendió la placa para poder apoyar la viga de apeo y se colocaron cartelas inferiores. En la figura N°16 se puede observar los detalles del mismo. Se plantearon dos alternativas de barras de anclaje

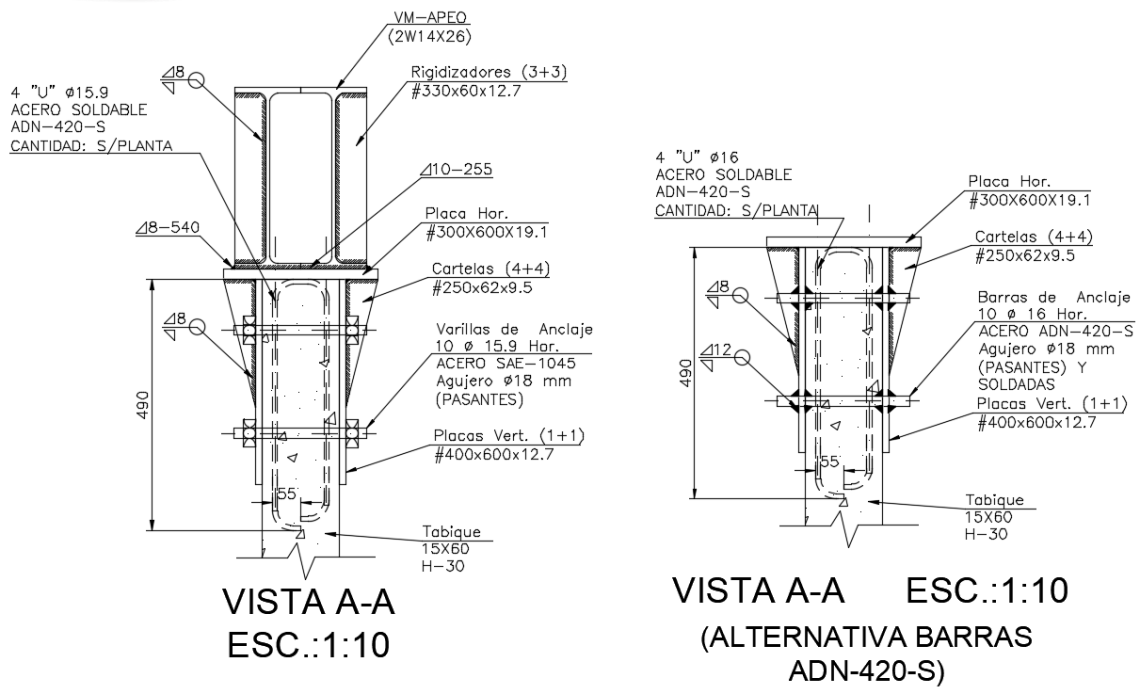


Figura N° 16: Inserto Típico T2

El inserto tipo T3 es más típico, se coloca una placa con varillas sobre el extremo superior de la columna de 25x60.

DISEÑO Y VERIFICACION DE ELEMENTOS DE H°A°

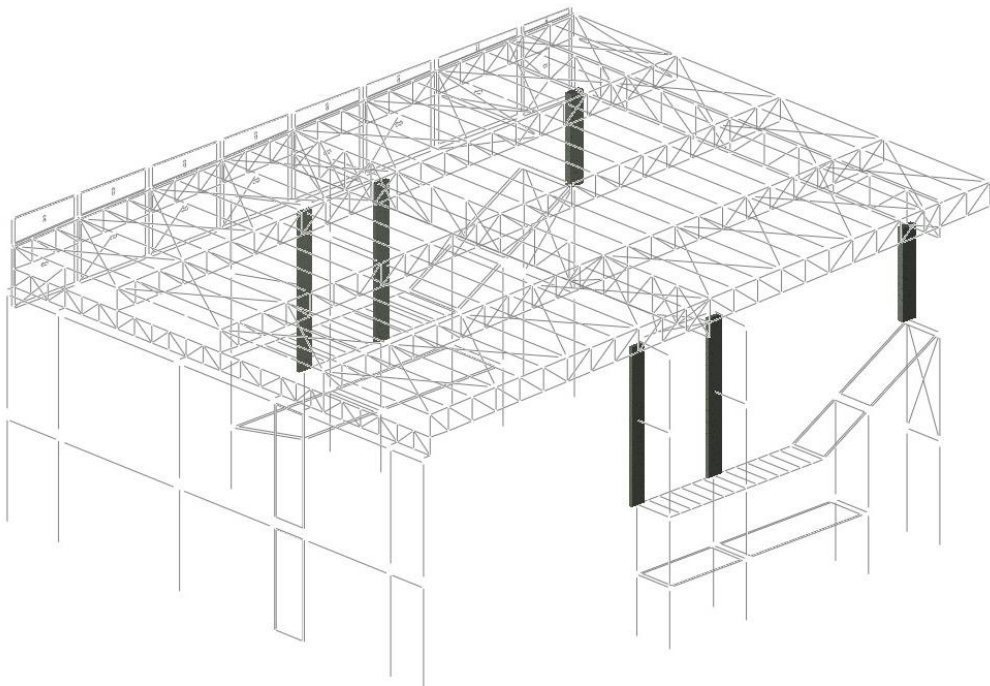


Figura N° 20: Esquema de Columnas de apoyo de cubierta. Tramos inferiores existentes y superiores a ejecutar.

Como se indicó la estructura de vigas principales de la cubierta se apoyan sobre elementos de H°A°; los cuales en el tramo inferior ya estaban ejecutados; se

verifico los mismos y se debió arriostrar las columnas para que las mismas verifiquen a flexo-compresión. Se planteó la solución con elementos metálicos; diagonalizaciones y nudos rígidos con perfiles que se adicionaron

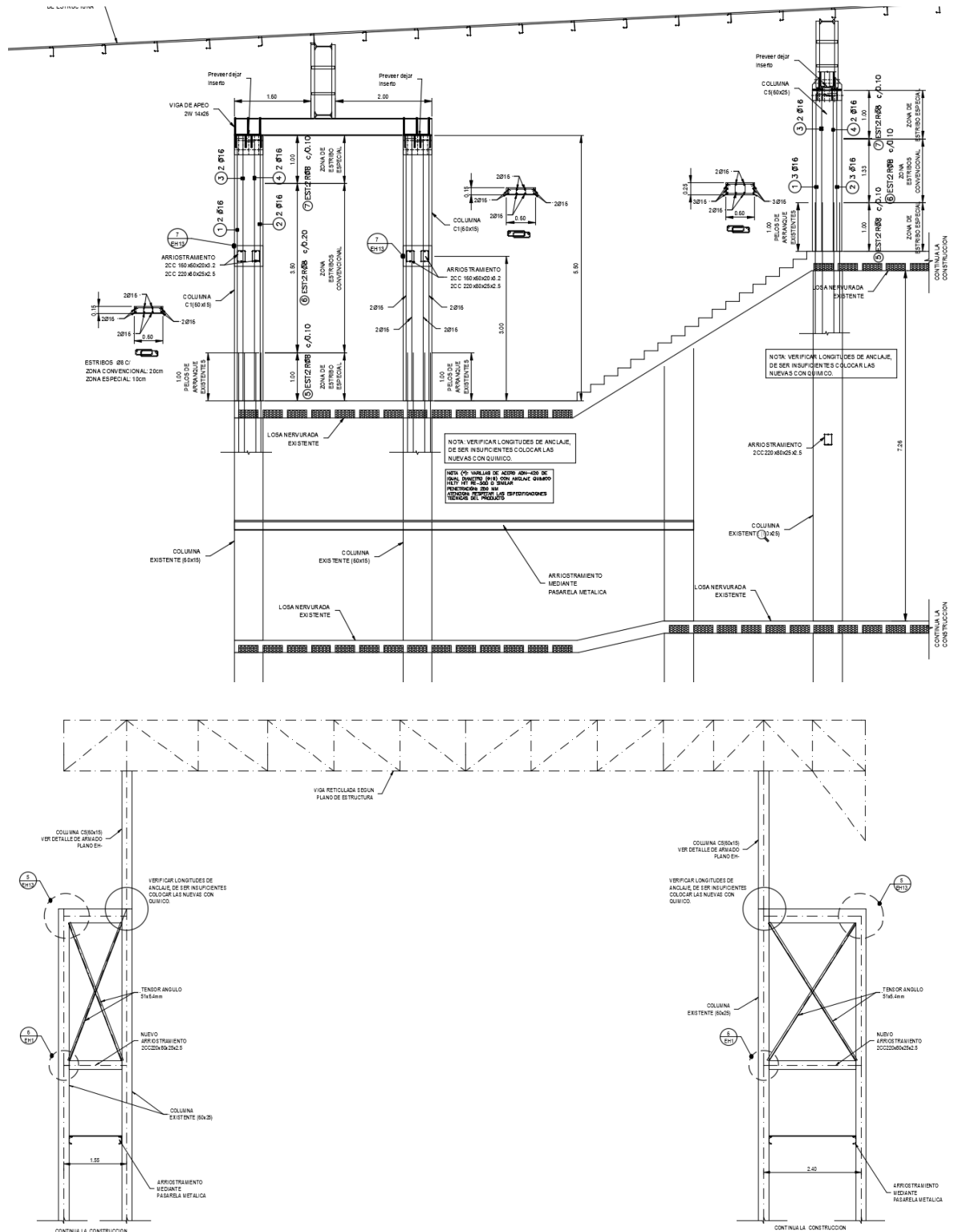


Figura Nº 22: Vistas de Armadura de Columnas Nuevas y Refuerzos de Arriostramientos de Columnas de apoyo de cubierta.

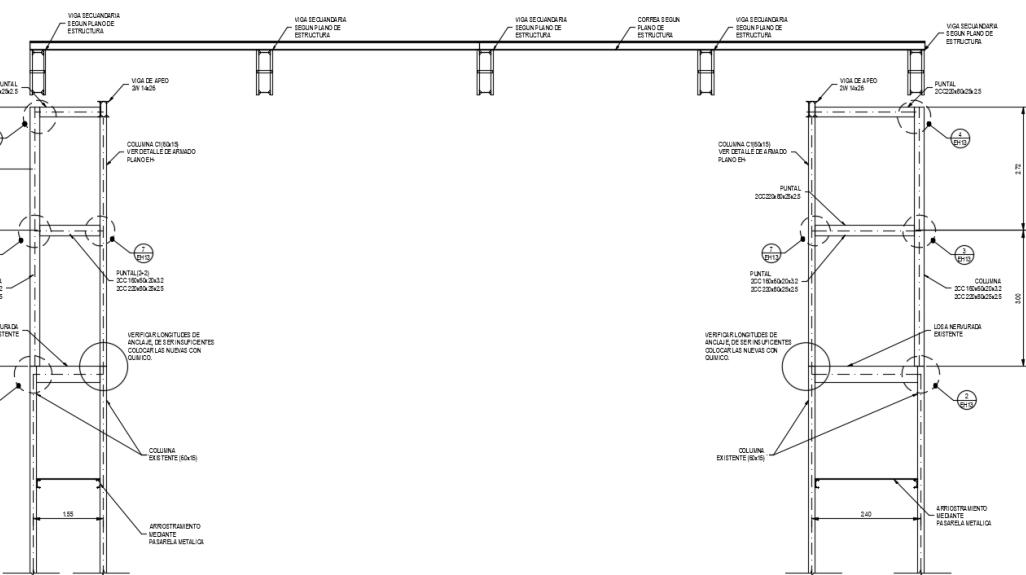


Figura N° 23: Vista de Refuerzos de Arriostramientos de Columnas de apoyo de cubierta.



Figura N° 24: Fotos de Arriostramientos de Columnas

ESTADOS DE SERVICIO.

• **DEFORMACIONES.**

Uno de las variables a tener en cuenta en el diseño de estructuras metálicas y que puede ser condicionante o no según la estructura son las deformaciones; como criterio general es importante plantear estructuras rígidas (así los efectos de segundo orden no afectan en general) y verificar siempre los desplazamientos.

En este caso se eligieron alturas y secciones adecuadas para que las deformaciones no sean un condicionante; para el caso de las vigas las deformaciones máximas fueron del orden de 4 cm

VIGAS: $\delta_{MAXV} = -3.79 \text{ cm} < \delta_{Adm} \rightarrow \text{VERIFICA}$

$$\delta_{Adm} = L / 300$$

$$\delta_{Adm} = 1900/300 = 6.33 \text{ cm}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los proyectos de modificaciones de estructuras sobre estructuras existentes es muy importante la definición de las vinculaciones entre las partes nuevas y existentes; también las condiciones de vínculo de las mismas; por otro lado debe dimensionarse las estructuras nuevas y verificarse las estructuras existentes para las nuevas acciones.

El tema de la definición de los insertos es muy importante; en este caso se definieron varios tipos en función de las solicitaciones y de las diferentes opciones de apoyo, algunos con anclaje químico y otros embebidos en los caso que se podía. También se definió la viga de apeo metálica y no de Hormigón por facilidad constructiva. También por la misma razón se reforzaron las columnas con arriostramientos y puntales metálicos.

Como datos relevantes la estructura principal de la cubierta la misma arrojó un peso total de aprox. 24 tn (incluyendo vigas principales y secundarios, correas, arriostramientos, chapas de nudo) lo que representa 48.5 kg/m². De vigas principales son 29.5 kg/m² (61%), correas y arriostramientos: 5 kg/m² (10%)

AGRADECIMIENTOS

- A las empresas TECHMET CONSTRUCTORA Y DE SERVICIOS S.R.L. y SAPYC S.R.L. que contrataron nuestros servicios y ejecutaron la obra
- A la Municipalidad de Córdoba, comitente de la obra.
- Al Ing. Gabriel Troglia por transmitir su conocimiento desinteresado y pasión por la Ingeniería y por las estructuras metálicas.

REFERENCIAS

- (1) Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301-2018
- (2) Ejemplos de Aplicación del Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios- CIRSOC 301-2018- Parte I y Parte II.
- (3) Reglamento Argentino para la Soldadura de Estructuras de Acero CIRSOC 304 - 2007.
- (4) Recomendación para Uniones estructurales con Bulones de Alta Resistencia CIRSOC 305-2007

BIBLIOGRAFÍA

- Libro “Estructuras Metálicas por Estados Límites. 7ma y 8va Edición. Autor: Ing. Gabriel Troglia.
- Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301-2005.
- Comentarios al Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301-2005.
- Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios CIRSOC 302-2005.
- Comentarios al Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios CIRSOC 302-2005.
- Reglamento Argentino para la Soldadura de Estructuras de Acero CIRSOC 304 -2007.
- Recomendación para Uniones Estructurales con Bulones de Alta Resistencia CIRSOC 305-2007.
- Norma AISC.
- Norma AWS
- Ejemplos de Aplicación del Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios- CIRSOC 301-2005- Parte I y Parte II.
- Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones. CIRSOC 102
- Reglamento Argentino de Estructuras de H°A° . CIRSOC 201 – 2005