

## **PROTOCOLO DE INSTALACIÓN DE DISIPADORES SHEAR LINK BOZZO SLB40\_3 Y PLACAS GUSSET EN BLOQUE ESTRUCTURAL 4 DE LA UFA-ESPE**

## **PROTOCOL FOR INSTALLING SLB40\_3 SHEAR LINK BOZZO ENERGY DISSIPATION DEVICES AND GUSSET PLATES IN THE UFA-ESPE 4<sup>TH</sup> STRUCTURAL BLOCK**

### **Roberto Aguiar**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE  
Av. Gral. Rumiñahui s/n, Valle de los Chillos.  
Correo: [rraguiar@espe.edu.ec](mailto:rraguiar@espe.edu.ec)

### **Luis Bozzo**

Estructuras y Proyectos S.L.  
[www.luisbozzo.com](http://www.luisbozzo.com)

### **David Mora**

Departamento de Ingeniería Civil  
Escuela Politécnica Nacional  
Correo: [edgar.mora@epn.edu.ec](mailto:edgar.mora@epn.edu.ec)

### **Hugo Silva Apaestegui**

HAUG S.A.  
Ingeniería, Construcción y Montaje  
<http://www.haug.com.pe>

### **Pablo Caiza y Henry Coyago**

Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción  
Universidad de las Fuerzas Armadas  
Av. Gral. Rumiñahui s/n, Valle de los Chillos

## **RESUMEN**

Al Bloque Estructural 4, donde funcionarán los nuevos Centros de Investigación y de Post Grado de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, llegan los Bloques Estructurales 2, 3 y 6 que tienen aisladores de triple péndulo de fricción y el Bloque Estructural 5 donde funcionará el Auditorio. Por este motivo se le denomina Bloque de Circulación, es una estructura sumamente irregular en planta y elevación, por lo que se decidió rigidizar la estructura y colocar disipadores de energía Shear Link Bozzo, SLB40\_3, de la segunda generación para que la estructura tenga más amortiguamiento, de esta manera los desplazamientos laterales ante el sismo de diseño y el máximo considerado son bajos.

En el presente artículo se indica un protocolo de instalación de los disipadores SLB40\_3 sobre los contravientos Chevron y la conexión de las diagonales con la columna mediante una placa Gusset.

**Palabras Claves:** Disipadores de energía Shear Link. Protocolo de instalación de disipador SLB40\_3 y conexión placa Gusset

## ABSTRACT

The Structural Block 4 of the New Research and Graduate Center at the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE is connected to the Structural Blocks 2, 3 and 6 that are built with triple friction pendulum isolators and the Structural Block 5 where an auditorium will work. It is called Circulation Block and is a highly irregular structure both in plan and elevation. Therefore, it was decided to stiffen the structure using energy-dissipating devices of the type Shear Link Bozzo, SLB40\_3, second generation. In this way the structure has more damping and the lateral displacements due to the design earthquake and maximum considered are low.

In this paper a protocol for installation of the SLB40\_3 on Chevron bracing and the connection of the diagonal column by gusset plates is indicated.

**Palabras Claves:** energy-dissipating devices of the type Shear Link Bozzo, protocol for installation of the SLB40\_3, connection by gusset plates

## 1 INTRODUCCIÓN

Luego del mega sismo de Chile de 2010, el número de construcciones con disipadores de energía o aisladores sísmicos, creció notablemente; debido a que es la forma más segura, por el momento, de resolver el problema sísmico. En el diseño tradicional, el objetivo es salvar vidas, que la estructura no colapse, que sea capaz de incursionar en el rango no lineal con suficiente ductilidad pero esto implica daño, dejar de funcionar la edificación, pérdida por la reparación de los elementos estructurales, no estructurales y contenidos. Por todo lo expuesto es que ahora se habla de estructuras sísmo indiferentes que se obtienen colocando disipadores de energía o aisladores sísmicos.

Los disipadores de energía son dispositivos que se instalan en el interior de las construcciones y se conectan a su estructura de tal forma que cuando esta vibra se generan deformaciones en éstos y así se disipa energía. Estos dispositivos se usan principalmente con el fin de amortiguar las vibraciones horizontales que la acción de un sismo transmite a los edificios. En otras palabras con los disipadores de energía se le confiere amortiguamiento a la estructura y en caso de un mega sismo son los disipadores los que van a incursionar en el rango no lineal, pudiendo llegar a dañarse pero la estructura no va a sufrir daño.

Los disipadores para ser eficientes deben tener las siguientes cualidades: alta capacidad de disipación de energía, facilidad para ser reemplazados si han sufrido daño después de algún movimiento sísmico fuerte, sencillez, economía, robustez, bajo o nulo mantenimiento, fiabilidad y durabilidad. Es importante para su eficiencia que el inicio de disipación de la energía se presente para pequeños desplazamientos del dispositivo de control pasivo.

El disipador Shear Link Bozzo, SLB, de la segunda generación, cumple con cualidades indicadas en el párrafo anterior por lo que se decidió utilizarlo en la construcción del Bloque Estructural 4 de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.

En Aguiar *et al.* (2016) se presentó el edificio Paradox ubicado en Santa Fe, México que tiene 62 pisos con disipadores SLB de la segunda generación. Ahora se presenta el Proyecto Ixtapa, ubicado en México, es un edificio de 20 pisos, que a enero de 2016 se encuentra en construcción. En la figura 1 se presenta en la parte superior la planta del Proyecto ahí se aprecia la ubicación de los disipadores en la parte que está escrita la palabra “alzado”; en la parte inferior de esta figura se presentan dos fotografías que muestran la construcción del edificio.



**Figura 1** Vista en planta de Proyecto Ixtapa y fotografías de la construcción.

En el sentido transversal, el Proyecto Ixtapa tiene tres ejes principales denominados: A, B y C; y un eje secundario entre B y C, denominado C', es en este eje donde se colocaran los disipadores de energía sobre contravientos Chevron como se observa en la figura 2 para los "alzados A, B, C" indicados en la figura 1.

Otro proyecto diseñado con disipadores SLB, es el edificio Clínica "Menydial Riobamba 2", en Ecuador. Esta es una clínica ubicada en una zona de alta peligrosidad sísmica; además, por su importancia se lo diseñó con un sismo amplificado 1.5 veces las ordenadas del espectro recomendado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15.

La clínica está conformada por una estructura de acero de cuatro pisos altos y un subsuelo como se muestra en el modelo numérico de cálculo indicado en la figura 3.

En la figura 4 se muestra la ubicación en planta de los vanos donde se colocaron los disipadores de energía SLB. Y en la figura 5 se ha colocado los detalles de los disipadores sobre contravientos en forma de V invertida.

Se ha presentado dos estructuras diseñadas con disipadores SLB, la una ubicada en México y la otra en Ecuador en las que se les confirió mayor rigidez y amortiguamiento mediante la colocación de los contravientos Chevron y los disipadores, los mismos que han sido colocados en forma estratégica para no tener problemas de torsión.

En los dos casos presentados, se colocaron las diagonales y disipador en lugar de construir muros de corte, ese fue el objetivo, con una gran ventaja que con este sistema constructivo se tiene menor peso en la estructura.

En Santiago de Chile, existen edificios de altura con disipadores Taylor (en las Condes), en Lima con disipadores TADAS (edificio Barlovento). En fin día a día aumenta el número de construcciones con estos dispositivos de control pasivo.

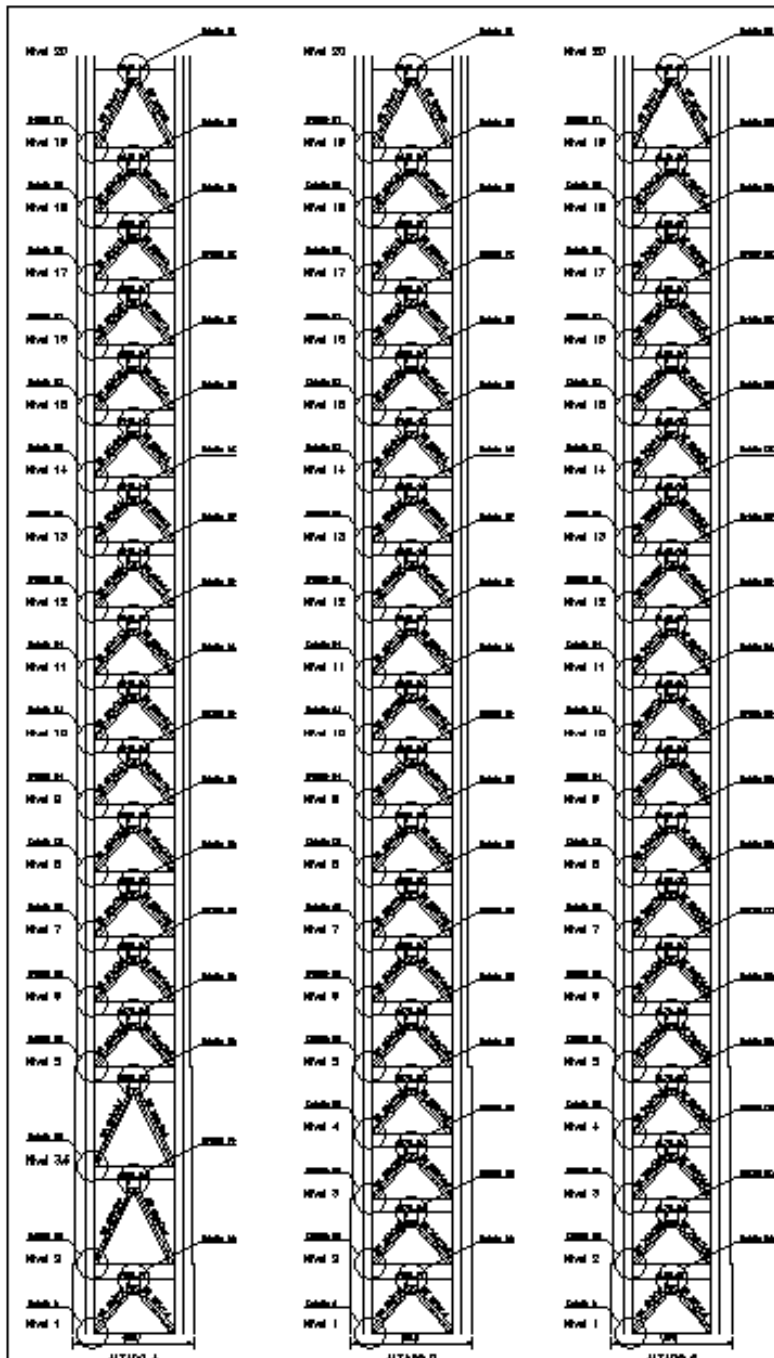
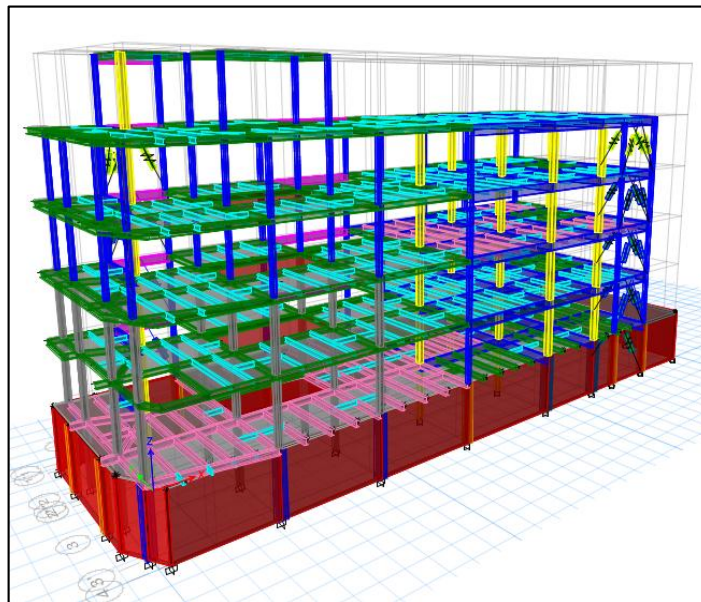
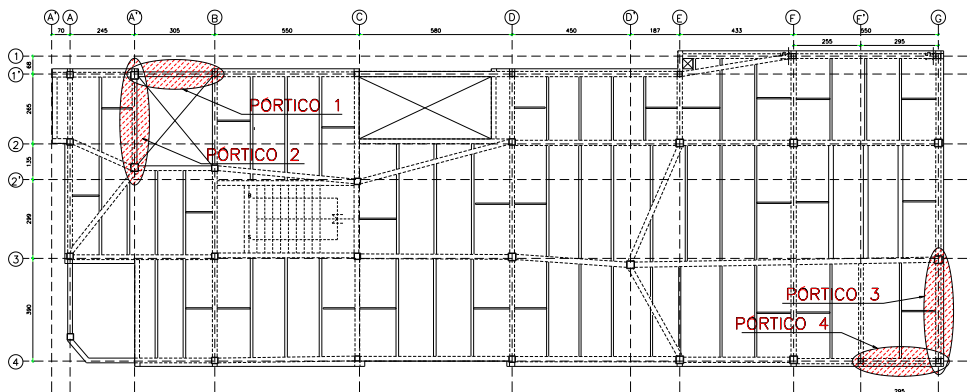


Figura 2 Vanos en los que se hallan los disipadores SLB, en los “alzados A, B y C”



**Figura 3** Vista en 3D de modelo matemático de Proyecto Clínica Menydia Riobamba 2.

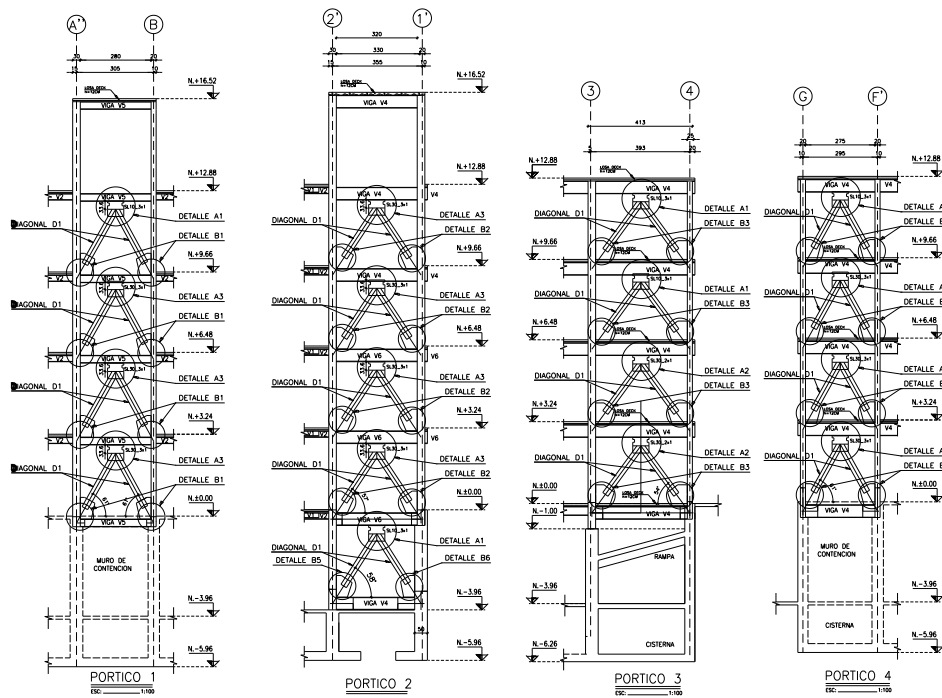


**Figura 4** Vista en planta de ubicación de pórticos con disipadores SLB de Proyecto Clínica Menydia Riobamba 2.

## 2 BLOQUE ESTRUCTURAL 4

En la figura 6 se presentan los bloques estructurales que están en construcción (marzo de 2016) de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, donde funcionarán los Centros de Investigación Científica y los Post Grados de la Universidad.

En los bloques 1, 2, 3, 6, 7 y 8 se diseñaron con aisladores de triple péndulo de fricción FPT. (Constantinou *et al.* 2016, Aguiar y Morales 2016). En los bloques 4 y 5 se diseñaron con disipadores de energía SLB.



**Figura 5** Vanos en los que se hallan los disipadores SLB, en los “pórticos 1, 2, 3 y 4”

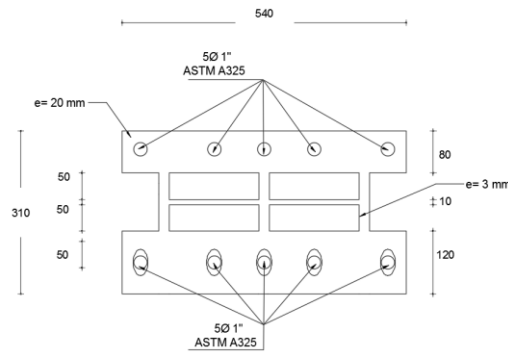
En la figura 6 se observa que al Bloque 4, que se está analizando en el presente artículo, es de circulación ya que tiene conexión con los bloques estructurales 2 y 3 por la izquierda, con el 6 por la derecha y con el auditorio que es el bloque 5. De tal manera que el bloque 4 es de circulación con una gran abertura en las losas en los pisos intermedios la misma que es cubierta en la terraza por un domo circular.



**Figura 6** Bloques estructurales en construcción de la UFA-ESPE

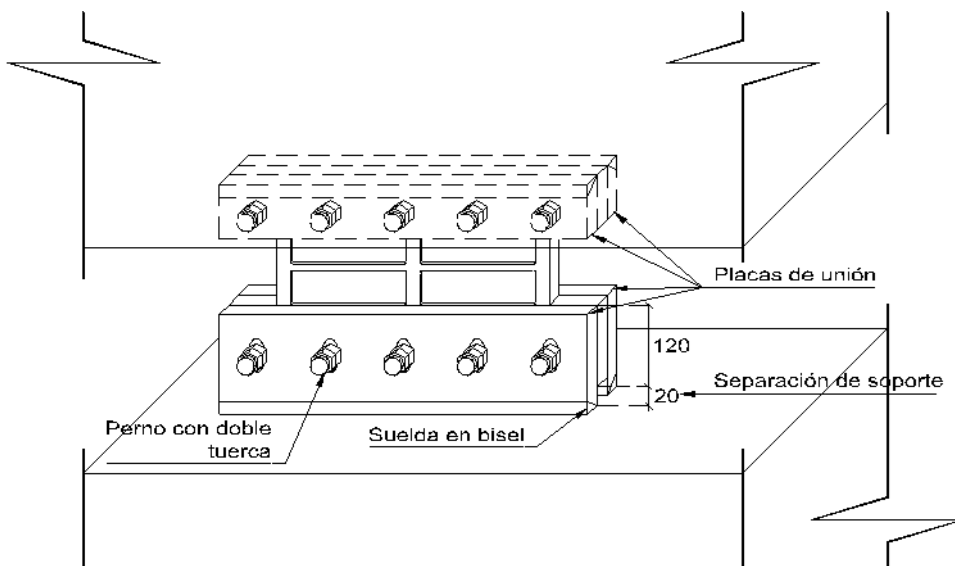
### 3 INSTALACION DE DISIPADOR SLB40\_3

Se diseñó con un disipador SLB40\_3, cuya geometría se muestra en la figura 7, en la parte superior de este disipador se tienen los orificios circulares donde van los pernos, en cambio en la parte inferior los orificios son en forma de ovalo de 50 cm de longitud donde van los pernos (colisos verticales), los mismos que pueden desplazarse verticalmente; al poder desplazarse verticalmente la fuerza axial es cero.



**Figura 7** Disipador de energía SLB40\_3

Lo importante es notar que la base superior del SLB40\_3 se une a la viga superior y la parte inferior sobre el contraviento en forma de V invertida, y puede desplazarse verticalmente, para lo cual se tiene una separación de 2 cm (el disipador no llega al borde inferior de la viga Chevron sino que queda a una distancia de 2 cm, el desplazamiento vertical esperado es menor a la cantidad indicada, de manera que no topa el disipador SLB40\_3 la viga Chevron).

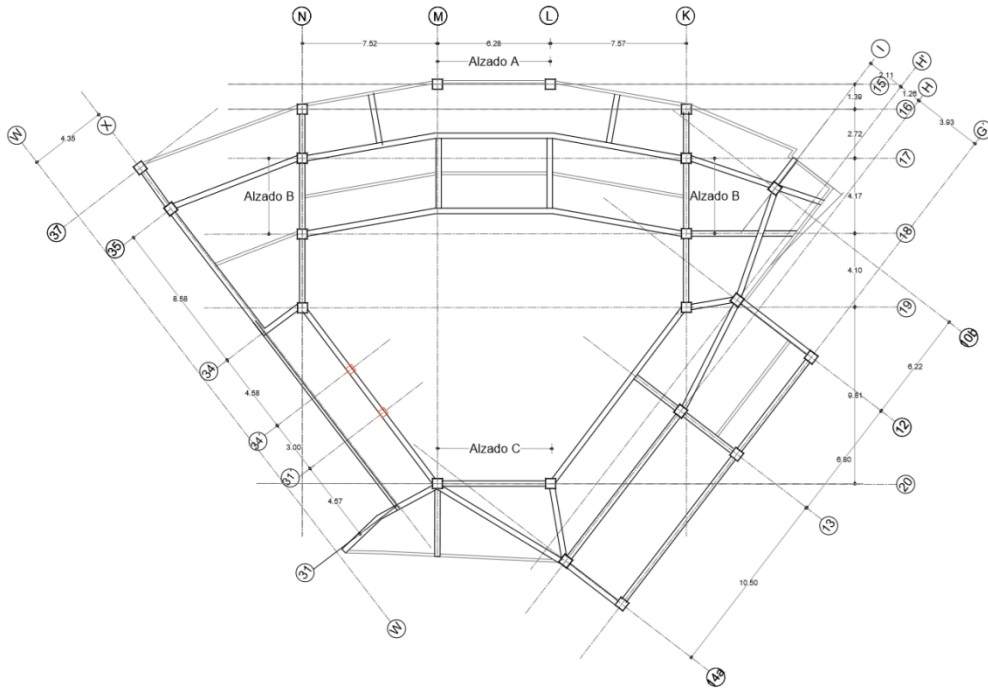


**Figura 8** Vista en 3D mostrando la separación entre el disipador y el soporte



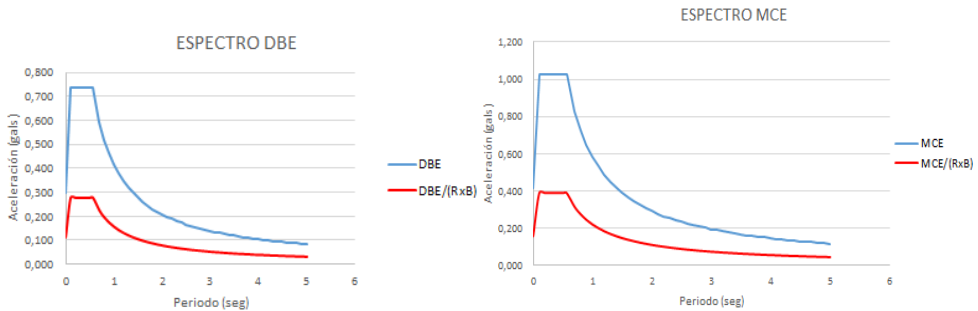
En la figura 9 se presenta la configuración en planta de la estructura y allí, con la palabra Alzado se indica los lugares donde se van a colocar los disipadores SLB.

Las columnas del bloque 4 son tubulares de 550/550/20 mm, las vigas son tipo "I" de 550/300/25/12.5. Las diagonales y viga de la estructura Chevron son también tipo "I" de las mismas dimensiones que la viga principal.



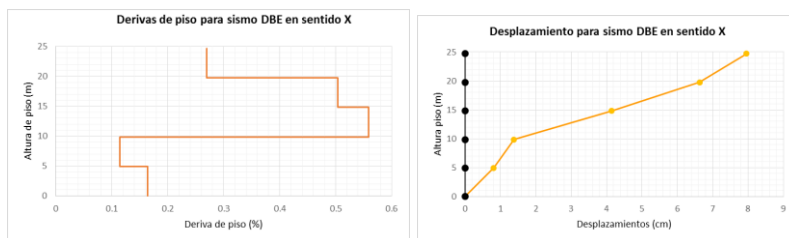
**Figura 9** Configuración en planta de Bloque Estructural 4

En la figura 10 se indican los espectros utilizados para el análisis sísmico; el sismo de diseño DBE se obtiene con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 en un perfil de suelo tipo C, para  $z = 0.4$ . En cambio el espectro del sismo MCE es igual a 1.4 veces el espectro del sismo DBE.

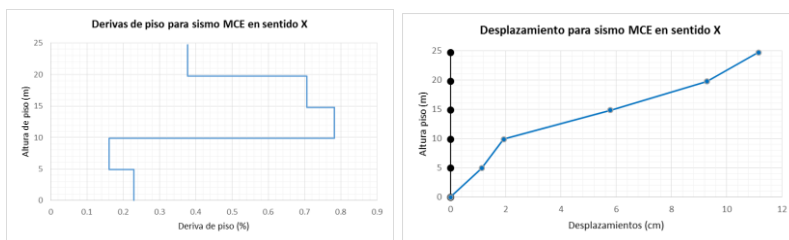


**Figura 10** Espectros de análisis DBE y MCE

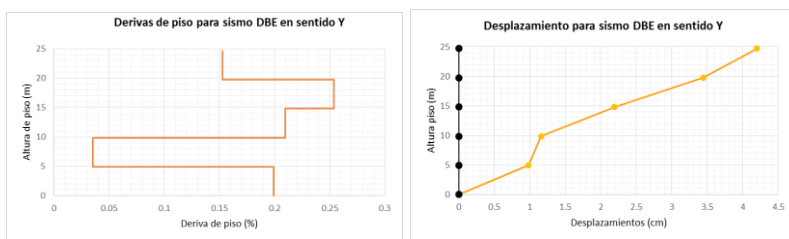
En la figura 11 se presenta las derivas de piso y desplazamientos máximos encontrados en el Bloque 4 para sismo DBE y MCE, en sentido X y en sentido Y. Se aprecia que el dissipador como tal tiene una deformación lateral menor a 2 cm, y que la deriva de piso máxima para el sismo DBE es 0.56% y para el sismo MCE es 0.78%.



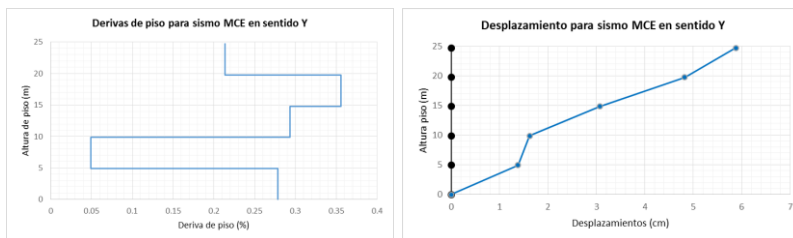
Sismo DBE en sentido X



Sismo MCE en sentido X



Sismo DBE en sentido Y



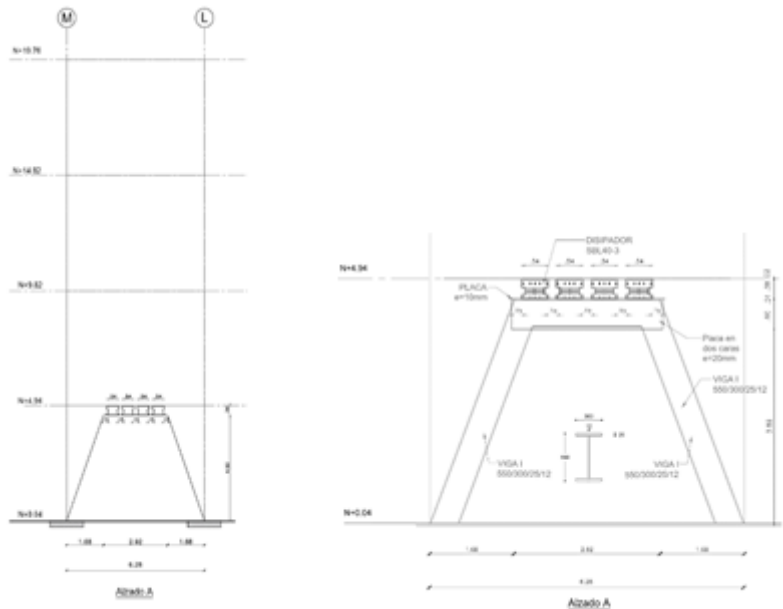
Sismo MCE en sentido Y

Figura 11 Resultados del análisis sísmico. Fuente: Aguiar *et al.* (2016).

#### 4 CONTRAVIENTOS CHEVRON Y DISIPADORES

En la figura 9 se indica los sitios de los pórticos donde se va a colocar los disipadores SLB. Ahora en el presente apartado se presenta el vano al que se hace referencia en la figura 4, donde se podrá apreciar el piso en que se colocan y el número de disipadores. Como se indicó anteriormente las diagonales en forma de V invertida están compuestas por un perfil tipo "I" de 550/300/25/12.5 mm.

En la parte superior del contraviento se coloca una placa vertical de 2 cm, de espesor a los dos lados de la viga "I". Estas placas se indican en las figuras 12 a 14, donde se presentan los alzados: A, B y C.



**Figura 12** Vano que tiene disipadores SLB en alzado A.

El alzado A, corresponde al pórtico 37 y tiene 4 disipadores de energía SLB40\_3; el alzado C, se encuentra en el pórtico 20 y tiene 3 disipadores de energía. Estos dos pórticos son en sentido X y sus diagonales y disipadores se hallan en el mismo piso. Se recuerda que el pórtico 20 tiene un subsuelo.

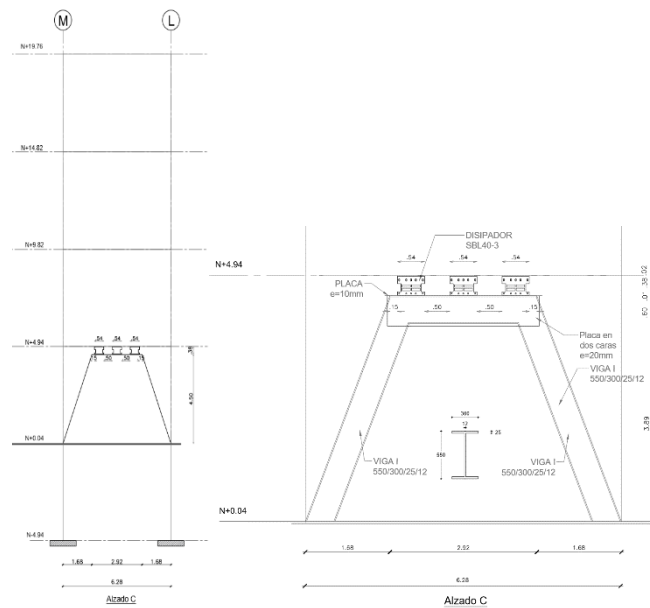


Figura 13 Vano que tiene disipadores SLB en alzado C.

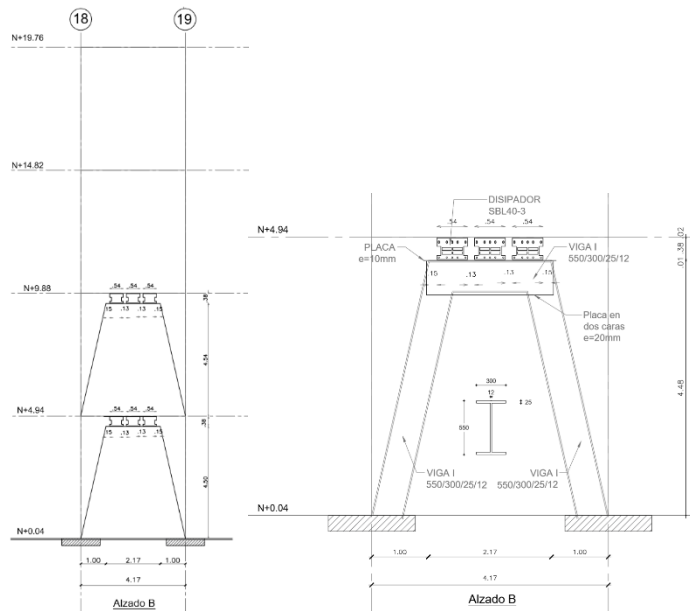
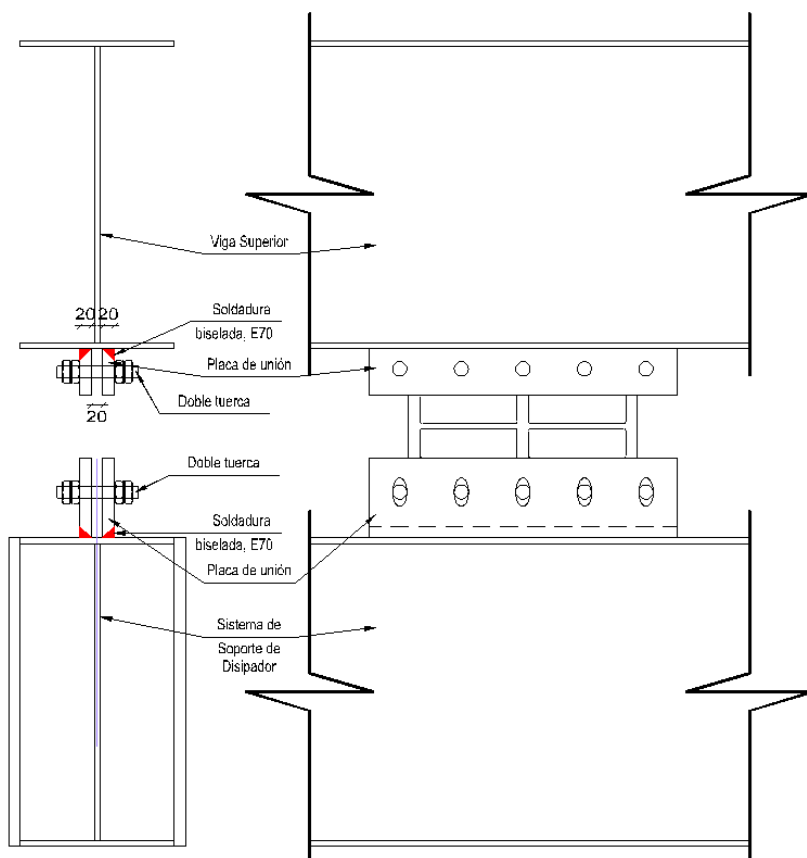


Figura 14 Vano que tiene disipadores SLB en alzado B.

El alzado B corresponde a los pórtico N y K, que se encuentran en sentido Y. Los disipadores se colocan en dos pisos, como se observa en la figura 14.

En total se colocarán 19 disipadores de energía SLB40\_3. Antes de su colocación sobre la placa horizontal de 1 cm de espesor del contraviento, se

colocarán dos placas verticales de acero biseladas por donde pasa el disipador SBL40\_3, como se muestra en la figura 15



**Figura 15** Placas de apoyo de disipador, biseladas con suelda E70. (Electrodo 70)

## 5 PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN DE DISIPADORES

- i) Antes de colocar los disipadores de energía se debe tener ya toda la estructura terminada, incluido el sistema de soporte de los disipadores de energía, sin las placas de apoyo mostradas en la figura 15.
- ii) Se coloca el disipador para replanteo de placas de apoyo superior e inferior.
- iii) Solo para replanteo de las placas de apoyo se atornilla suavemente los pernos inferiores y superiores.
- iv) Luego se sueldan las placas de apoyo superiores e inferiores.
- v) Finalmente se fija el disipador de energía.

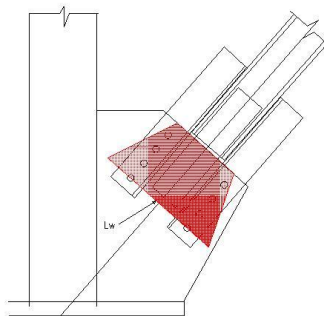
## 6 MARCO TEÓRICO DE PLACAS GUSSET

Actualmente en zonas sísmicas los pórticos de acero poseen elementos de arriostres para controlar los desplazamientos laterales y por tanto limitar el daño estructural en la estructura.

Las conexiones que unen los diferentes elementos estructurales como los arriostres, vigas y columnas se proyectan generalmente a base de planchas metálicas o cartelas para que tengan un comportamiento elástico bajo sollicitaciones sísmicas. Estas conexiones pueden ser soldadas o atornilladas, pero sobre todo deberán ser más resistentes que los elementos que la conforman. Principios de diseño por capacidad se suele considerar para el diseño estructural de estas uniones [Bruneau et al., 2011].

Ha estas conexiones se las llama placas Gusset, ver figura 16. En años anteriores se han realizado muchos ensayos de estas uniones por varios diferentes investigadores (Kotulka, 2007), a pesar de que su comportamiento puede ser considerado entre empotrado y articulado, se ha observado que para las fuerzas que deben resistir durante los movimientos laterales producidos por sismos fuertes, estos pandearán tempranamente por cargas a compresión en momentos, por lo que es permitido modelarlos como articulaciones, además el tipo de modelado, como articulación o empotrado, no es de mayor influencia en los resultados (NEHRP-8, 2013).

Wyss en el año 1923 hizo uno de los mayores trabajos experimentales sobre este tema, él observó que los mayores esfuerzos durante cargas axiales se producían en una franja de la placa con un ancho variable a  $30^\circ$  desde la unión con la diagonal. Esto fue confirmado en varios ensayos, especialmente en los realizados por Whitmore, quien dibujo las trayectorias de los esfuerzos producidos sobre las placas, a esta franja que varía con un ángulo de  $30^\circ$  se lo conoce como ancho Whitmore (Dowswell, 2011).



**Figura 16** Placa Gusset, y ancho efectivo Whitmore

Entonces ya conociendo el ancho efectivo de las placas Gusset (Ancho Whitmore), para diseñarlas se procede con las fórmulas para tensión y compresión por solo fuerzas axiales, en este caso se usa las dadas por el código de acero

AISC 360 (AISC-360, 2010). Ya que en este diseño se requiere que las placas no fallen antes que los disipadores, se los analizó para que trabajen elásticamente con cargas sin reducir, por esto no se usaron criterios sismo resistentes.

Las fórmulas usadas por el código AISC 360 con criterio LRFD, sin mencionar pernos o sueldas, son:

- **Interface entre placas Gusset y Diagonal**

Placa Gusset:

Tensión de Fluencia en la Sección Whitmore:

$$A_g = L_w t_p \quad (1)$$

$$\phi R_n = \phi F_y A_g \quad (2)$$

Donde  $A_g$  es el área completa;  $L_w$  es el ancho de la sección Whitmore;  $t_p$  es el espesor del material conectado;  $F_y$  es el mínimo esfuerzo de fluencia especificado;  $\phi$  factor de diseño;  $\phi R_n$  es la fuerza de diseño.

- **Calculo de las fuerzas de interface con la diagonal (Dowswell, 2011). Para cada combinación de cargas:**

$$K = e_b \tan \theta - e_c \quad (3)$$

$$K' = \alpha_{bar} \left( \tan \theta + \frac{\alpha_{bar}}{\beta_{bar}} \right) \quad (4)$$

$$D = (\tan \theta)^2 + \left( \frac{\alpha_{bar}}{\beta_{bar}} \right)^2 \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{K' \tan \theta + K \left( \frac{\alpha_{bar}}{\beta_{bar}} \right)^2}{D} \quad (6)$$

$$\beta = \frac{K' - K \tan \theta}{D} \quad (7)$$

Dónde:  $K, K'$ , son factores del método de las fuerzas uniforme;  $e_b, e_c$  son las profundidades de la viga y columna dividida para 2;  $\theta$  es el ángulo de la diagonal con la vertical;  $\alpha_{bar}$  es el centroide de la placa Gusset a la conexión con la viga;  $\beta_{bar}$  es el centroide de la placa Gusset a la conexión con la columna;  $D$  es un factor del método de la fuerza uniforme;  $\alpha$  es la distancia desde la cara del patín o alma de la columna al centroide de la placa Gusset en su conexión con la viga;  $\beta$  es la distancia desde la cara del patín de la viga al centroide de la placa Gusset en su conexión con la columna. Para el cálculo de las fuerzas y momentos se tienen las siguientes ecuaciones:

$$r = \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} \quad (8)$$

$$H_b = \alpha \frac{P}{r} \quad (9)$$

$$H_c = e_c \frac{P}{r} \quad (10)$$

$$V_b = e_b \frac{P}{r} - \Delta V \quad (11)$$

$$V_c = \beta \frac{P}{r} + \Delta V \quad (12)$$

$$M_b = \text{abs}(V_b (\alpha - \alpha_{bar})) + \text{abs}(\alpha \Delta V) \quad (13)$$

$$M_c = \text{abs} [H_c (\beta - \beta_{bar})] \quad (14)$$

Las variables todavía no definidas son:  $H_b$ , es la fuerza a corte requerida en la conexión de la viga y la placa Gusset, con la que el elemento puede ser diseñado;  $H_c$ , es la fuerza axial requerida en la conexión de la columna y la placa Gusset;  $V_b$ , es la fuerza a corte requerida en la conexión de la viga y la placa Gusset;  $V_c$ , es la fuerza a corte requerida en la conexión de la columna y la placa Gusset;  $P$ , es la fuerza axial requerida;  $M_b$ , es el momento requerido en la conexión de la viga y la placa Gusset;  $M_c$ , es el momento requerido en la conexión de la columna y la placa Gusset;  $\Delta V$ , es el cortante arbitrario, generalmente cero, puede ser usado para considerar un incremento en el cortante entre la placa Gusset y la columna, el mismo valor que disminuirá en la viga, puede ser usado cuando la diagonal está a compresión y la viga tiene una reacción vertical alta, y así asegurar que no se producirá una falla por corte.

- **Gusset Interface – Viga/Columna. Para cada combinación de cargas:**

#### **Fluencia de Viga/Columna (Esfuerzo normal)**

$$A_g = L_p t_p$$

$$\phi R_n = \phi F_y A_g$$

#### **Fluencia por corte**

$$A_g = L_0 t_p$$

$$\phi R_n = 0.60 \phi F_y A_g$$

Las variables no definidas son:  $L_0$  es la longitud de la placa;  $t_p$  es el espesor del material conectado.



## 7 CARGAS EN DIAGONALES

En las figuras 17 a 20 se presentan los pórticos que tienen contravientos Chevron y disipadores de energía SLB40\_3. Se indica las dimensiones de vigas y columnas. Corresponden a los pórticos 37, 20, K y N.

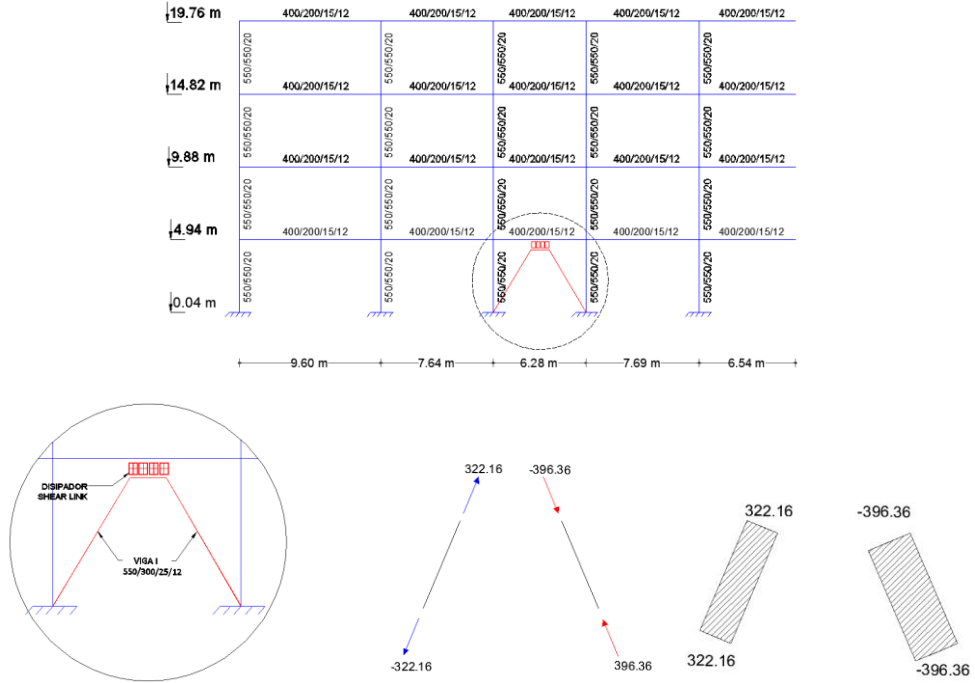
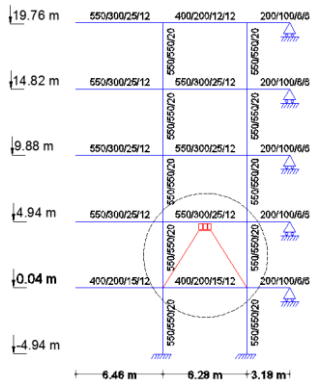


Figura 17 a) Geometría de Pórtico 37 y cargas axiales en diagonales.



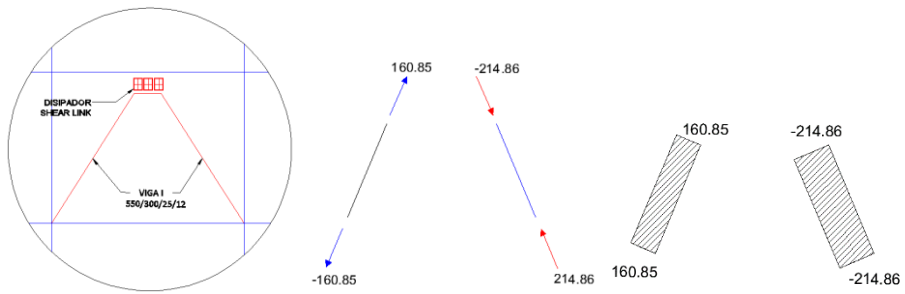


Figura 18 Geometría del Pórtico 20 y cargas axiales en diagonales.

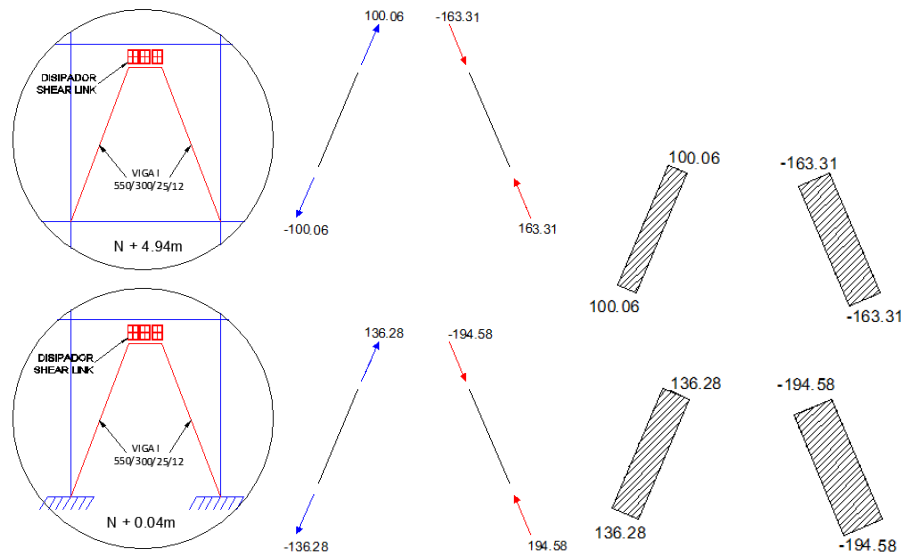
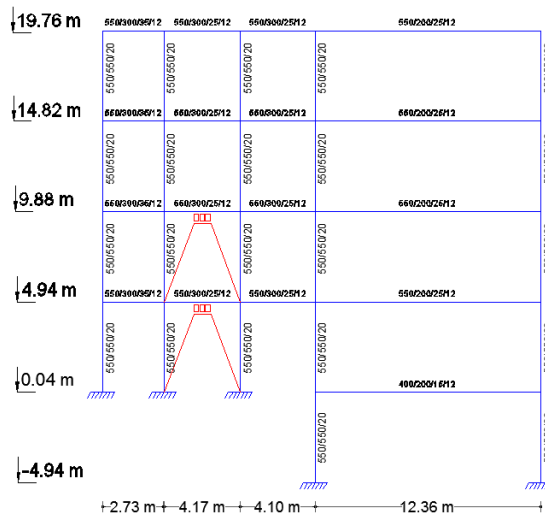


Figura 19 Geometría del Pórtico K y cargas axiales en diagonales.

En la parte inferior de las figuras 17 a 20 se indica las cargas axiales en las diagonales, con las cuales se diseñará las placas Gusset, teniendo en cuenta que las placas no deben fallar por ningún motivo, al igual que las diagonales. Es decir estos dos elementos tendrán un comportamiento elástico durante un sismo severo.

La carga axial corresponde al estado de carga sísmico (fuerzas laterales) más las cargas verticales (carga muerta y viva), sin factores de mayoración de las cargas.

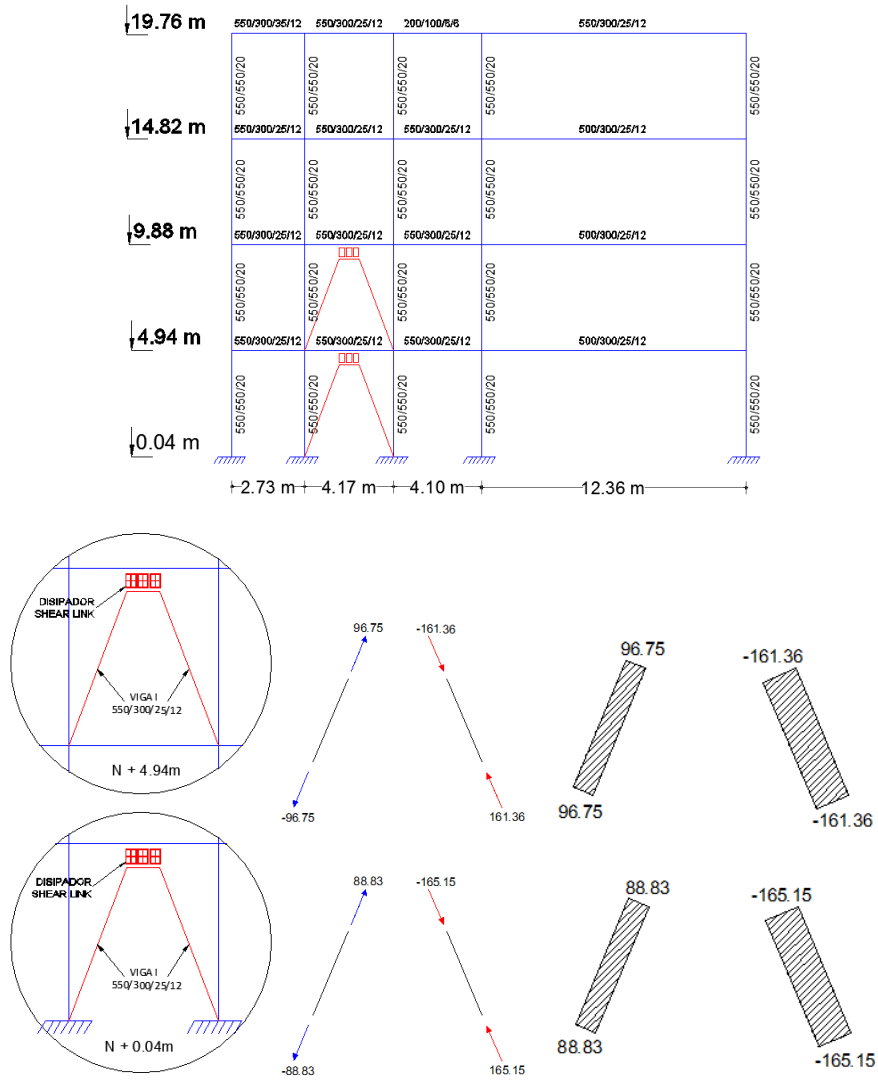


Figura 20 Geometría del Pórtico N y cargas axiales en diagonales.

## 8 DISEÑO DE PLACAS GUSSET

El marco teórico del diseño de las placas Gusset fue presentado en el apartado 6, las cargas de diseño en el apartado 7 y ahora se indica el diseño de las placas Gusset. Debiendo indicar que el material del perfil conector angular tipo "L" de 4x4x3/4 es A36 con valores  $F_y = 36 \text{ ksi}$ ;  $F_u = 58 \text{ ksi}$ . Las placas de refuerzo del alma son del mismo material A36.

Los pernos a utilizar en las alas de la viga "I" son A325-N con resistencias nominales a tracción y corte.  $F_{nt} = 90 \text{ ksi}$ ;  $F_{nv} = 54 \text{ ksi}$ . El diámetro del perno es 1 pulgadas.

Para el alma los pernos son del mismo material que los pernos de las alas pero son más pequeños, su diámetro es de 0.75 pulgadas.

El electrodo a utilizarse en la suelda de la placa Gusset a la columna y viga es E70XX con  $F_u = 70 \text{ ksi}$ .

El espesor de la placa Gusset es  $t_p = 19 \text{ mm}$ .

El método empleado en el diseño es LRFD. Los resultados se presentan en la figura 21 para las placas de los Pórticos 37 y 20 y en la figura 22 para los pórticos K y N.

En la figura 22, se presenta un detalle del reforzamiento del alma de la viga "I" que además sirve como conector a la placa Gusset y también se observan los conectores angulares; se aprecia que el conector en la parte que va unida a la Placa Gusset la parte inferior se encuentra en voladizo y en la parte que se une a la viga "I" la parte lateral del conector angular se halla en voladizo, se espera que esta explicación ayude a entender los pernos que tiene el perfil "L".

**Solo se tiene una placa Gusset**, la misma que va soldada a la mitad de la columna y se empalma con las placas que se encuentran soldadas al alma de la diagonal tipo "I". Se destaca que la diagonal termina 2 mm, antes de la Placa Gusset como se observa en la figura 22.

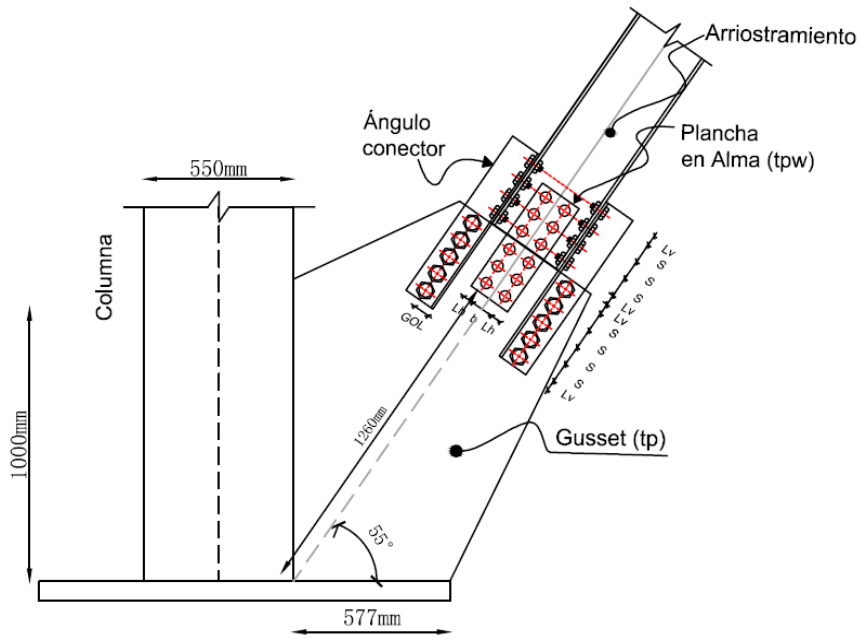


Figura 21 Placas Gusset para las diagonales de los Pórticos 37 y 20

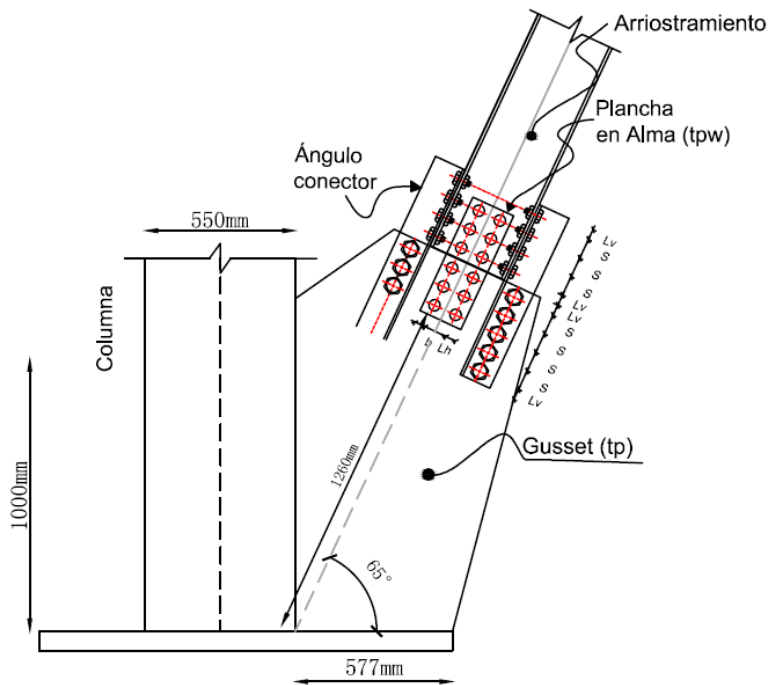
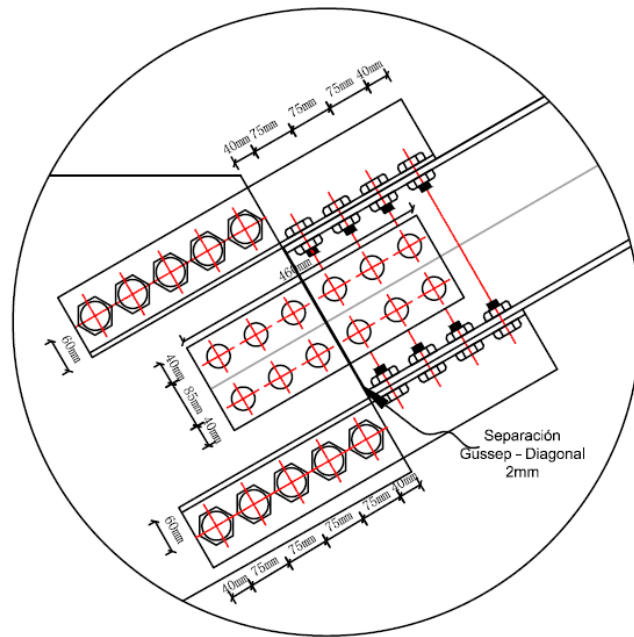


Figura 22 Placas Gusset para las diagonales de los pórticos K y N.



**Figura 23** Detalle de la placa de reforzamiento del alma y conectores angulares

Por lo tanto, la placa Gusset con la diagonal del contraviento Chevron se da por medio de la placa de reforzamiento, que dicho sea de paso son dos placas, una a cada lado del alma y en los dos conectores en forma de “L”.

En las figuras 21 a 23 no se observa claramente las dimensiones de las placas y de los conectores, razón por la cual esta información se presenta en las tablas 1 a 5.

**Tabla 1** Detalle de geometría del Ala y conectores

Lado de ala		
Diámetro de Pernos	db =	1 pulg
Número de filas	nf =	2
Número de pernos por fila	n =	5
Número de pernos en c/ala	np =	10
Distancia al borde Long	Lv =	40 mm
Distancia entre pernos	S =	75 mm
Distancia entre filas	g =	140 mm

**Tabla 2** Dimensión de uno de los ángulos conector

<b>Dimensiones de Ángulo conector</b>		
Longitud	L =	762 mm
Gramil	GOL =	60 mm

**Tabla 3** Dimensión de la Placa Gusset

<b>Dimensiones de Gusset</b>		
Espesor	tp =	19.0 mm
Luz entre diagonal y gusset	a =	2 mm
Longitud mínima de soldadura	LV =	1000 mm
Longitud mínima de soldadura	LH =	577 mm
Longitud de pandeo	Lp =	1300 mm

**Tabla 4** Dimensiones de pernos del alma en diagonal.

<b>Lado de alma</b>		
Diámetro de Pernos	db =	3/4 pulg
Número de filas verticales		2
Número de pernos por fila		5
Número de pernos en alma de c/lado		10
Distancia al borde Long	Lv =	40 mm
Distancia entre filas verticales	S =	75 mm
Distancia entre pernos	b =	85 mm
Distancia al borde Per.	Lh =	40 mm

**Tabla 5** Dimensiones de la placa en el alma

<b>Dimensiones de placa en alma</b>		
Número de placas	n=	2
Longitud	L =	312 mm
Altura	H =	420 mm
Espesor	tpw =	9.0 mm

## 9 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Existe bastante información sobre la forma en que se debe realizar el análisis sísmico de estructuras con disipadores de energía, pero muy poca sobre detalles constructivos, por lo que se decidió escribir el presente artículo en que se detalla por una parte la colocación de los disipadores de energía Shear Link Bozzo SLB40\_3 en el Bloque 4 de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.

Además de ello, se presentó el marco teórico y los resultados obtenidos el diseño de las placas de conexión entre la diagonal del contraviento Chevron con la columna mediante una placa Gusset.

De tal manera que básicamente se presentó los protocolos de instalación del disipador SLB40\_3 y de la Placa Gusset, se aspira que la lectura de este artículo sirva de ayuda para los Proyectistas Estructurales que se encuentran diseñando estructuras con diagonales de acero o que mejor si lo están haciendo con disipadores de energía como el aquí presentado.

## REFERENCIAS

1. Aguiar R., Bozzo L., Coyago H., Andino C., (2016), "Análisis sísmico de Bloque Estructural 4 de UFA-ESPE con disipadores de energía Shear Link Bozzo", *Revista Ciencia*, **18 (2)**, 123-160. Disponible en: [http://www.revista\\_ciencia.espe.edu.ec](http://www.revista_ciencia.espe.edu.ec)
2. Aguiar R., Llerena E., Jiménez L., (2016), "Análisis sísmico de Auditorio de UFA-ESPE con vigas San Andrés y disipadores de energía Shear Link Bozzo", *Revista Ciencia*, **18 (2)**, 173-200. Disponible en: [http://www.revista\\_ciencia.espe.edu.ec](http://www.revista_ciencia.espe.edu.ec)
3. Aguiar R., Morales E., (2016), "Desempeño de aislador FPT8833/12-12/8-6 empleado en la construcción del Centro de Investigaciones de UFA-ESPE mediante análisis no lineal", *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, **21 (1)**, 79-104. Disponible en: <http://www.riie.espe.edu.ec>
4. AISC (American Institute of Steel Construction). (2010). ANSI/AISC 360-10, Specification for Structural Steel Buildings. Chicago, IL.
5. Bruneau, M., Uang, C.M., and Sabelli, R. (2011). Ductile design of steel structures, 2nd Edition, McGraw-Hill.
6. Constantinou M., Aguiar R., Morales E., Caiza P., (2016), "Desempeño de aislador FPT8833/12-12/8-5 en el análisis sísmico del Centro de Investigaciones y de Post Grado de la UFA-ESPE", *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, **21 (1)**, 1-25. Disponible en: <http://www.riie.espe.edu.ec>
7. Dowswell, B. (2011). Connection Design For Steel Structures, Structural Design Solutions.
8. Kotulka, B. A. (2007). Analysis for a design guide on Gusset Plates used in Special Concentrically Braced Frames. University of Washington.
9. NEC-15 (2015) Norma Ecuatoriana de la Construcción, SE-DS, Cargas Sísmicas. Diseño Sismo Resistente. 138 p. Quito.
10. NEHRP-8. (2013). Seismic Design of Steel Special Concentrically Braced Frame Systems. National Earthquake Hazards Reduction Program.
11. RAM Connection V8i. (2010). Manual.



