

**CIMENTACIONES DE LOS BLOQUES  
ESTRUCTURALES: 1, 2 y 3 DEL NUEVO CENTRO DE  
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y POST GRADO DE  
LA UNIVERSIDAD DE FUERZAS ARMADAS ESPE**

**FOUNDATIONS OF THE BUILDING BLOCKS: 1, 2  
AND 3 OF THE NEW RESEARCH AND POSTGRAD  
CENTER AT UNIVERSIDAD DE FUERZAS ARMADAS -  
ESPE**

**Pablo Caiza y Roberto Aguiar**

**Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción  
Universidad de Fuerzas Armadas ESPE  
Av. Gral. Rumiñahui s/n. Valle de los Chillos, Ecuador  
rraguiar@espe.edu.ec**

**RESUMEN**

Los Bloques Estructurales 1, 2 y 3 del nuevo Centro de Investigaciones Científicas y Post Grado, de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, se construirán sobre aisladores sísmicos, con lo que se reduce la aceleración que ingresa a la estructura durante un sismo y se reducen las pérdidas en los elementos no estructurales y los componentes que contienen sus edificios.

En este artículo se presentan, en primer lugar los estudios de geofísica y triaxiales que se efectuaron luego del gran movimiento de suelos realizado para conformar las plataformas del proyecto, de tal manera que la velocidad de la onda de corte en los primeros 30 metros se obtuvo prácticamente a partir de la cota de cimentación.

Posteriormente se indica el modelo numérico de cálculo para el diseño de los plintos, el mismo que contempla la incorporación de las cadenas de amarre como elementos estructurales. Para el efecto se modeló el suelo con resortes tipo Winkler.

Finalmente, se indican los planos de cimentación, muros de contención y detalles constructivos por la presencia de los aisladores sísmicos.

**Palabras Claves:** Bloques Estructurales. Plintos de Cimentación. Aisladores sísmicos.



## ABSTRACT

The structural blocks 1, 2 and 3 of the New Research and Postgrad Center at Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE will be built on seismic isolators, reducing the acceleration input during an earthquake and losses in non-structural elements and components inside the buildings.

In this paper, at the first place, the geophysics and soil triaxial studies are explained. They were done after the soil movement to conform the project platforms, so that the velocity of the shear waves at the first 30 m depth was obtained practically down the foundation level.

Then, the numeric analysis model for the shallow footing design is also explained. This analysis incorporates the beams joining the column bases as structural elements. The soil was modeled with Winkler type springs.

Finally, drawings are presented for the foundation, walls and other construction details due to the seismic isolation system.

**Key words:** structural blocks, shallow footings, seismic isolators

## 1. INTRODUCCIÓN

La Empresa CERTUMSOLUTION Soluciones de Negocios S.A., entregó la memoria técnica, planos del análisis y diseño estructural para el Nuevo Centro de Investigaciones y Posgrado de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Marcial (2015).

Al colocar los aisladores sísmicos, se decidió, entre los aspectos más relevantes:

- Desacoplar las gradas de emergencia de la estructura principal. De esa manera se reduce el problema de torsión en cada uno de los bloques estructurales.
- Construir las escaleras de emergencia en hormigón armado, usando como base un muro de corte en su parte central.
- Eliminar las columnas exteriores de los corredores perimetrales de los bloques 1 y 2. De esta manera la losa y vigas en estos corredores trabajarán en voladizo.

Antes de iniciar la construcción se efectuaron los necesarios estudios de suelos. Sin embargo, una vez que se realizaron importantes movimientos de tierra hasta llegar a la conformación de las plataformas del proyecto, se efectuó un nuevo estudio de sismica de refracción, prácticamente en el nivel de cimentación. En la figura 1 se observa una vista en planta de la ubicación del proyecto. Se aprecia con la palabra ESPE el sitio de ingreso posterior a la universidad por el boulevard Santa Clara. Además, en la fotografía se indican las dos líneas sísmicas que se realizaron. Bonifaz (2015).



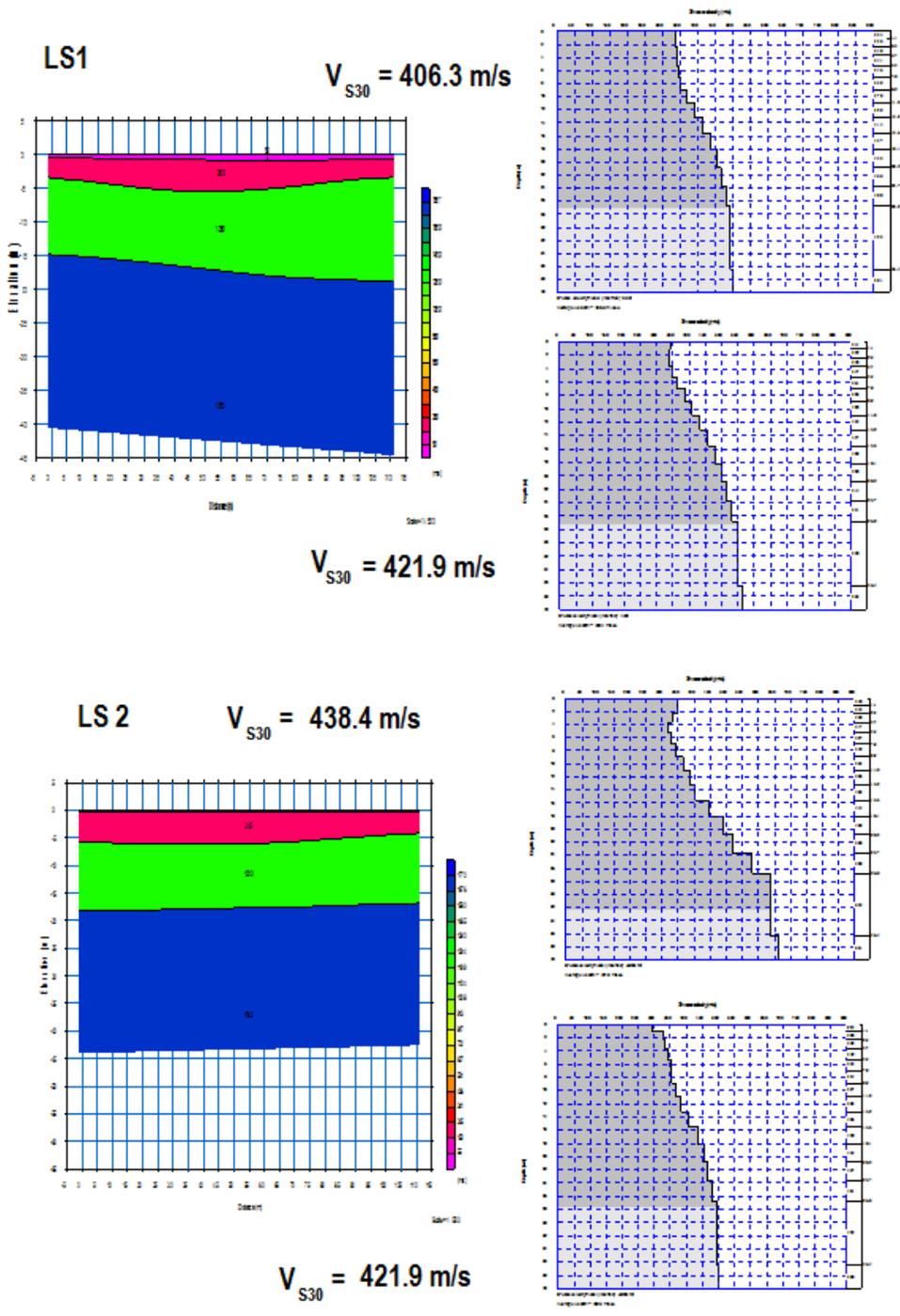
**Figura 1** Ubicación del Proyecto y ubicación de las 2 líneas sísmicas.  
Fuente: Bonifaz (2015)

En la figura 2 se presentan los valores de la velocidad de la onda de corte en los primeros 30 metros,  $V_{s30}$ , pero medidos a partir del nivel de cabeza de los pedestales de la cimentación. En cada línea sísmica se indican dos valores que corresponden a la medición del tiempo de llegada de las ondas de corte en un sentido y al regreso. En la parte superior se indican los resultados de la línea sísmica 1, denominada LS 1 y en la parte inferior de la línea LS 2. El valor promedio de estos cuatro valores es  $V_s = 417.28 \text{ m/s}$ . Por lo tanto de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 el tipo de suelo es C.

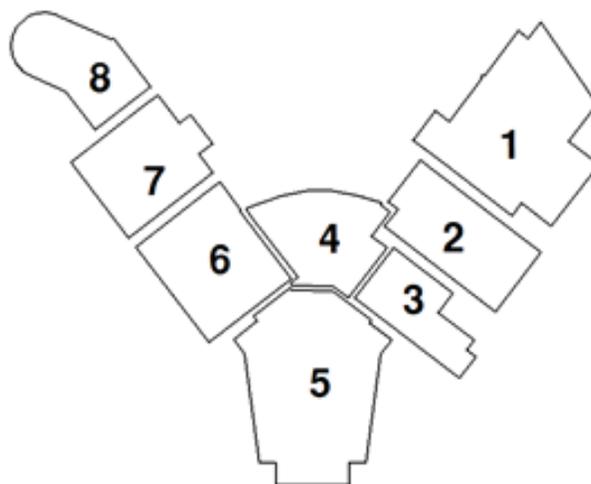
De igual forma, en el estudio de suelos realizado por Bonifaz (2015) se indica que el esfuerzo admisible del suelo es de  $\sigma_{adm} = 30 \frac{T}{m^2}$

Finalmente en los bloques estructurales: 2, 6 y 7 se decidió aumentar un eje más de columnas con lo que se mejora el desempeño sísmico de las estructuras. Todo esto obligó a que se rediseñe la cimentación. Por cierto, en la figura 3 se presenta la ubicación de los bloques estructurales y allí se aprecia que cada uno de ellos tiene una junta considerable por efecto del sistema de aislación. En este artículo solamente se indica el rediseño de la cimentación de los bloques estructurales 1, 2 y 3 que aparecen a la derecha de la figura 3.

Para el diseño de la cimentación se consideró una carga muerta de  $770 \text{ kg/m}^2$  para los pisos intermedios y  $650 \text{ kg/m}^2$  para la cubierta. La carga viva considerada fue de  $250 \text{ kg/m}^2$  para los pisos intermedios y  $125 \text{ kg/m}^2$  para las cubiertas.



**Figura 2** Velocidad de la onda de corte  $V_{S30}$  encontrados en las dos líneas sísmicas. Fuente: Bonifaz (2015)



**CON AISLADORES**

**Figura 3** Bloques estructurales del nuevo Centro de Investigaciones Científicas y de Post grados de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.

## 2. MARCO TEÓRICO

Una vez que se conoce que el suelo es tipo “C”, de acuerdo al NEC-15 y que el esfuerzo admisible del suelo es  $30 \text{ T/m}^2$ , se confirma la conveniencia de un sistema formado por zapatas aisladas unidas por medio de cadenas de cimentación.

### 2.1 Procedimiento estándar para diseño de zapatas aisladas.

Incluye los siguientes pasos:

- Determinación de las dimensiones de las zapatas.
- Confirmación del espesor de los plintos por chequeo de cortante y cálculo del armado por flexión.

### 2.2 Determinación de las dimensiones de las zapatas.

El espesor inicial es igual a la longitud de desarrollo necesaria por compresión de las varillas que arman el pedestal. Las varillas del pedestal tienen un diámetro  $d_b = 20 \text{ mm}$ , de acuerdo a los planos estructurales. Por lo tanto, la longitud de anclaje o desarrollo  $l_{dc}$  viene dada por la siguiente ecuación, e acuerdo al ACI 25.4.9.2.

$$l_{dc} = \left( \frac{0.24 f_y}{\sqrt{f'_c}} \right) d_b = \left( \frac{0.24 * 420}{\sqrt{21}} \right) 20 = 440 \text{ mm} \quad (1)$$

Estrictamente, la longitud de desarrollo a compresión,  $l_{dc}$  es el mayor valor de:

$$a. \left( \frac{0.24 f_y \Psi_r}{\lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b \quad (2)$$

$$b. 0.043 f_y \Psi_r d_b \quad (3)$$

Las variables no identificadas son:  $\lambda$  que es un factor de modificación para barras corrugadas y vale la 1, para hormigón de peso normal.  $\Psi_r$  factor de modificación del refuerzo transversal, que se lo consideró igual a 1.

Puesto que las zapatas se construirán sobre un replantillo de hormigón pobre de 100 mm de espesor, el recubrimiento adicional mínimo es de 50 mm. **Por lo tanto, el espesor de las zapatas será de 50 cm.** (Puede ser un poco menor pero por los controles de cortante y punzonamiento se decidió que quede en 50 cm, el peralte de los plintos)

Las dimensiones en planta de las zapatas se calculan teniendo en cuenta:

- Cargas de servicio: permanentes (incluyen peso propio), temporales y sismo.
- Capacidad resistente: en este caso 30 T/m<sup>2</sup> para cargas verticales y 1.33\*30= 40.00 T/m<sup>2</sup> para el caso de sismo.

Se usan las siguientes ecuaciones:

#### Compresión:

$$\sigma = \frac{P}{A} \mp \frac{M_x c_y}{EI_x} \mp \frac{M_y c_x}{EI_y} \quad (4)$$

Donde  $\sigma$  es esfuerzo del suelo;  $P$  es la carga axial;  $A$  es el área de la zapata;  $M_x$  es el momento alrededor del eje  $x$ ;  $c_y$  distancia del eje neutro  $y$  al borde exterior de la zapata;  $E$  es el módulo de elasticidad del hormigón,  $I_x$  es la inercia alrededor del eje  $x$ ;  $M_y$  es el momento alrededor del eje  $y$ ;  $c_x$  es la distancia del eje neutro  $x$  al borde exterior de la zapata; y  $I_y$  es el momento e inercia alrededor del eje  $y$ .

#### Tracción:

$$\sigma = \frac{2P}{3 * b * m} \quad (5)$$

Donde  $\sigma$  es esfuerzo a compresión del suelo:  $P$  es carga axial:  $b$  es el ancho de la zapata (dimensión perpendicular a la de cálculo de esfuerzos),  $m$  es la distancia entre la carga excéntrica y el borde más cercano de la zapata.

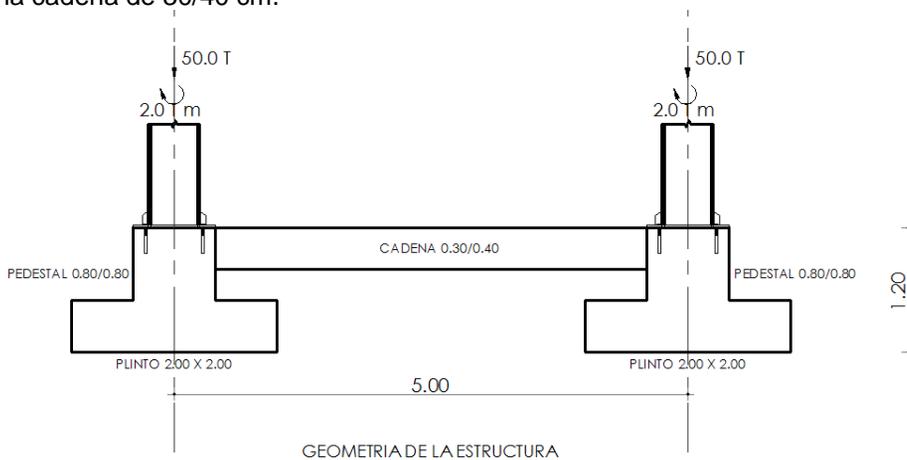
De las ecuaciones anteriores se despejan las dimensiones de ancho y largo de las zapatas.

A continuación, estas dimensiones se revisan mediante un modelo analítico que incluye, junto a la superestructura, cadenas y zapatas sobre suelo elástico. Es decir, el suelo se representa mediante resortes elásticos tipo Winkler, pero que trabajan tan sólo a compresión.

El módulo de balasto fue calculado como  $\beta = 120 * \sigma_{adm}$  [T/m<sup>3</sup>]

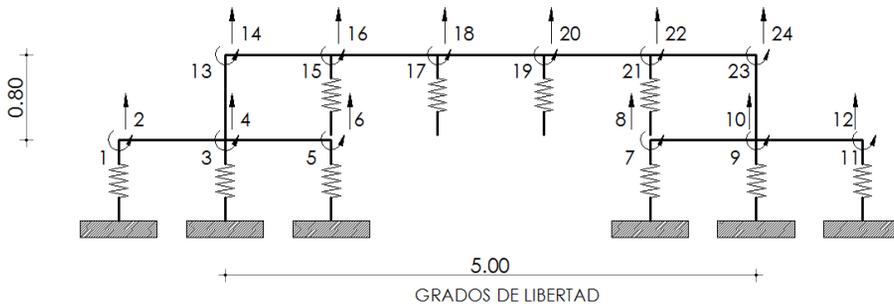
Las zapatas fueron modeladas con elementos Shell y las cadenas con elementos Frame, para el efecto se debe definir dos rigideces  $k_1$  para el elemento Shell que es el mismo valor del coeficiente de balasto pero para un valor unitario de tal manera que:  $k_1 = \beta \left[ \frac{k}{m^2} \right]$ .  $k_2$  para los elementos Frame que se multiplica el coeficiente de balasto por el ancho de la cadena  $r$  y por el mismo valor unitario.  $k_2 = \beta r \left[ \frac{k}{m} \right]$ .

Al modelar de la forma indicada, lo que se está haciendo es reconocer que las cadenas no son simplemente de amarre de columnas, si no que absorben parte de las fuerzas que llegan de las columnas a la cimentación. Para ilustrar lo expuesto en la figura 4 se presenta las cargas que llegan a dos plintos cuadrados de 2.0 m., por 2.0 m. y 0.50 m. de peralte; las columnas se encuentran unidas por una cadena de 30/40 cm.



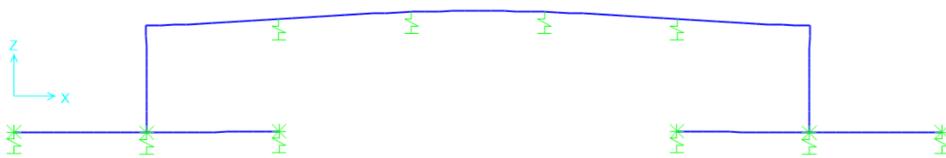
**Figura 4** Cargas que llegan a una cimentación.

En la figura 5 se presenta el modelo numérico de cálculo, cada uno de los plintos han sido discretizados en dos elementos y la cadena de amarre en 5 elementos. Se consideran dos grados de libertad por nudo que son el corrimiento vertical y el giro, no se toma en cuenta el desplazamiento horizontal debido a que se entiende que el suelo está confinando lateralmente a los elementos de la cimentación.



**Figura 5** Grados de libertad considerados en el modelo.

El modelo de grados de libertad indicados en la figura 5, son para usar el programa SAP 2000. Para el sistema de computación **CEINCI-LAB** en la cadena solo se considera 4 grados de libertad en los nudos, dos en el nudo inicial y 2 en el final, no es necesario definir nudos interiores en la viga. Aguiar (2014, 2005).



**Figura 6** Deformaciones en plintos y cadena.

El cálculo del vector de cargas  $Q$  es directo, debido a que las cargas se encuentran solo en las juntas. Para el ejemplo, el vector de cargas tiene 24 elementos y no son cero los elementos de las posiciones 13, 14, 23 y 24; que tienen los siguientes valores:  $-2 \text{ Tm}$ ;  $-50 \text{ T}$ ;  $-2 \text{ Tm}$ ;  $-50 \text{ T}$ .

La matriz de rigidez de la estructura  $K$  se halla por ensamblaje directo y el vector que contiene a los desplazamientos y giros, denominado vector de coordenadas generalizadas  $q$  se encuentra de la solución del sistema de ecuaciones:

$$K q = Q \quad (6)$$

Para no alargar la exposición solo se presentan los desplazamientos verticales hallados en las coordenadas: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 20 y 24; se consideró que el coeficiente de balasto del suelo es  $\beta = 3600 \text{ T/m}^3$

Los desplazamientos verticales son:  $-0.0027 \text{ m}$ ., en la mayor parte de las coordenadas indicadas, difieren de este valor los grados de libertad 6 y 8 en que su desplazamiento vertical es:  $-0.0026 \text{ m}$ ., y en el grado de libertad 20, el desplazamiento es:  $-0.0017 \text{ m}$ . El signo menos significa que el sentido de movimiento es contrario a la dirección indicada en la figura 5.

Una vez que se hallan los desplazamientos en los nudos se multiplica por el coeficiente de balasto  $\beta$ , y se encuentra la presión o esfuerzo transmitido al suelo  $\sigma$ . Se debe verificar que:

$$\sigma \leq \sigma_{adm} \quad (7)$$

Si no lo es, se deben incrementar las dimensiones de los elementos estructurales, preferible en los plintos.

Al multiplicar  $3600 \text{ T/m}^3$  por  $0.0027 \text{ m}$ ., se halla que la presión transmitida al suelo (en los plintos) es de  $\sigma = 9.72 \text{ T/m}^2$ . Al no considerar el aporte de las cadenas como elemento estructural, la presión transmitida al suelo es:

$$\sigma = \frac{P}{A} \left( 1 - \frac{6e}{b} \right) \quad (8)$$

La ecuación (6) se halla a partir de la ecuación (2) y la variable no indicada es la excentricidad  $e = \frac{M}{P} = \frac{2}{50} = 0.04 \text{ m}$

$$\sigma = \frac{50}{2 * 2} \left( 1 - \frac{6 * 0.04}{2} \right) = 11 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

Al no considerar el aporte de las cadenas, la presión transmitida al suelo es de  $11 \text{ T/m}^2$ , y al considerar el aporte de las cadenas  $9.72 \text{ T/m}^2$ . De tal manera que se reducen las presiones transmitidas al suelo en alrededor del 10%, para el ejemplo realizado.

El cálculo de los plintos se lo realizó considerando la presencia de las cadenas en 3 dimensiones, utilizando el programa SAP 2000.

### 2.3 Control del cortante y punzonamiento

Se calculan el cortante unidireccional (como viga) y bidireccional (punzonamiento).

- **Cortante unidireccional**

El cortante último actuante se calcula a una distancia  $d$  a partir de la cara de la columna y se iguala con el cortante resistente  $V_c$ :

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d \text{ [kgf/cm}^2\text{]} \quad (9)$$

Donde  $f'_c$  es el esfuerzo característico del hormigón;  $b$  el ancho de la zapata y  $d$  el espesor efectivo. Si no cumple se incrementa las dimensiones del plinto.

- **Cortante bidireccional:**

El cortante último actuante se calcula a una distancia  $\frac{d}{2}$  alrededor de la columna y se iguala con el cortante resistente  $V_c$ :

$$V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} * b * d \text{ [kgf/cm}^2\text{]} \quad (10)$$

De estas ecuaciones se despeja el valor mínimo necesario para  $d$ , y se compara con el obtenido por consideraciones de anclaje a compresión de las varillas del pedestal. Usualmente el valor crítico es el determinado por las consideraciones de anclaje.

## 2.4 Armadura a flexión

El armado a flexión se determina usando las siguientes ecuaciones:

$$\rho = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{2M_u}{\phi 0.85 f'_c b d^2} \right)^{0.5} \right] \quad (11)$$

Donde  $\rho$  es la cuantía de acero;  $f'_c$  es la resistencia del hormigón a compresión;  $f_y$  es el límite de fluencia del acero;  $b$  es el ancho del plinto;  $d$  es la altura efectiva;  $M_u$  es el momento último por flexión, hallado en base a factores de mayoración de cargas.

Para el control de la presión transmitida al suelo  $\sigma$  se trabaja con cargas de servicio (sin factores de mayoración), pero para la obtención de la armadura de refuerzo con cargas últimas. La cuantía se controla que se encuentre entre los siguientes valores límites:

$$0.0033 \leq \rho \leq 0.0107 \quad (12)$$

Finalmente la armadura  $A_s$  se halla con la siguiente ecuación.

$$A_s = \rho * b * d \quad (13)$$

## 3. RESULTADOS

En la figura 3 se presentaron los bloques estructurales. En el presente apartado se indica los bloques: 1, 2 y 3, las dimensiones de los plintos, en planta, dibujo de los plintos que no están centrados, muros de contención y detalle de la colocación de los aisladores ya sea sobre el pedestal de la cimentación o sobre las columnas del primer piso. El colocar aisladores sísmicos implica tomar una serie de precauciones constructivas para que estos dispositivos puedan desplazarse libremente, las mismas que se presentan conforme vaya transcurriendo la explicación de las cimentaciones.

### 3.1 Bloque Estructural 1

En la figura 7 se presenta la planta de los plintos del Bloque Estructural 1, se tienen 4 tipos de plintos cuadrados de 50 cm. de alto; identificados por: PT1, los más pequeños, de 2.0 m. de lado; PT2 de 2.50 m. de lado; PT3 de 3.0 m. de lado y PT4 que son los más grandes, de 4.0 m. de lado.

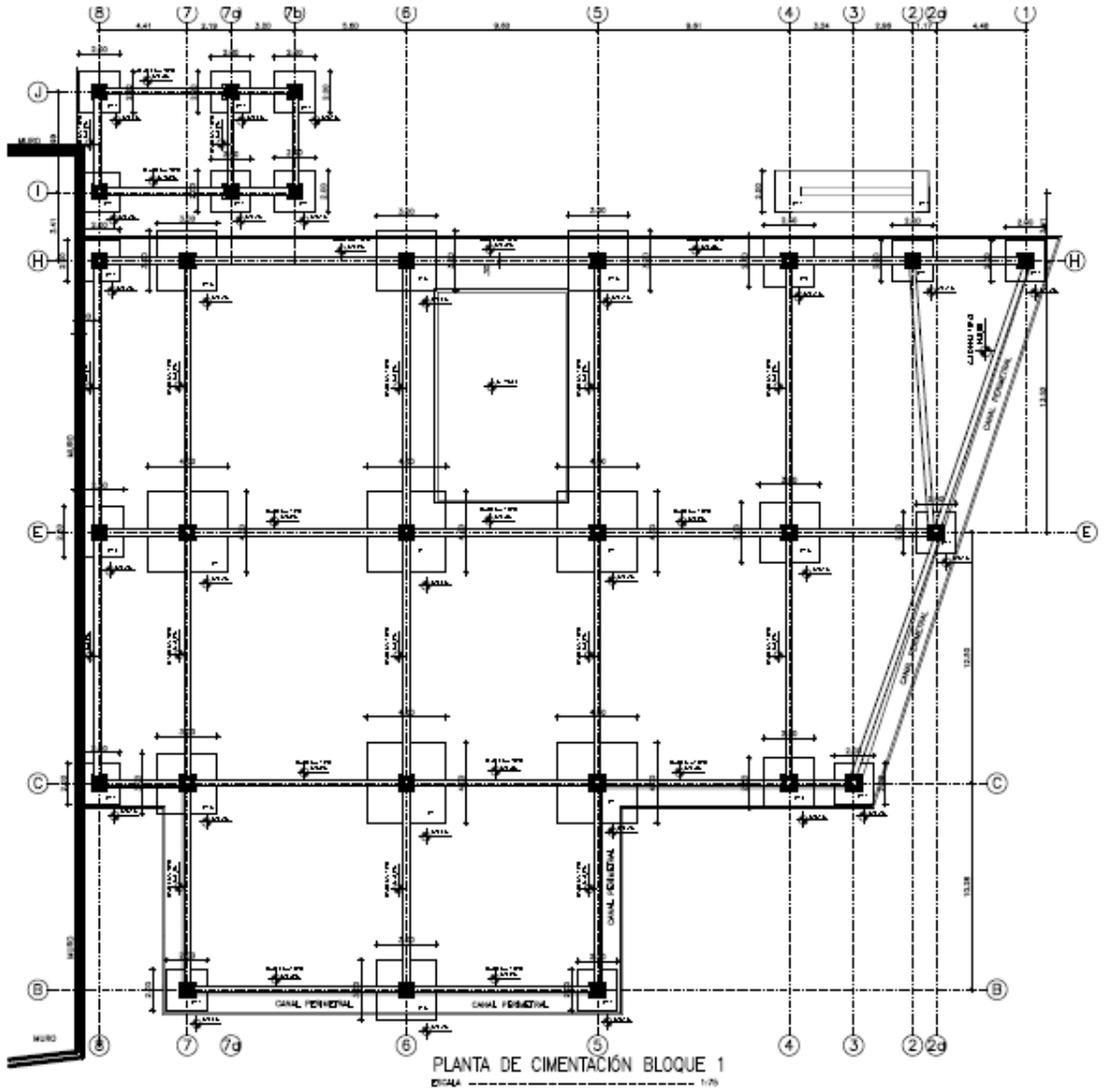
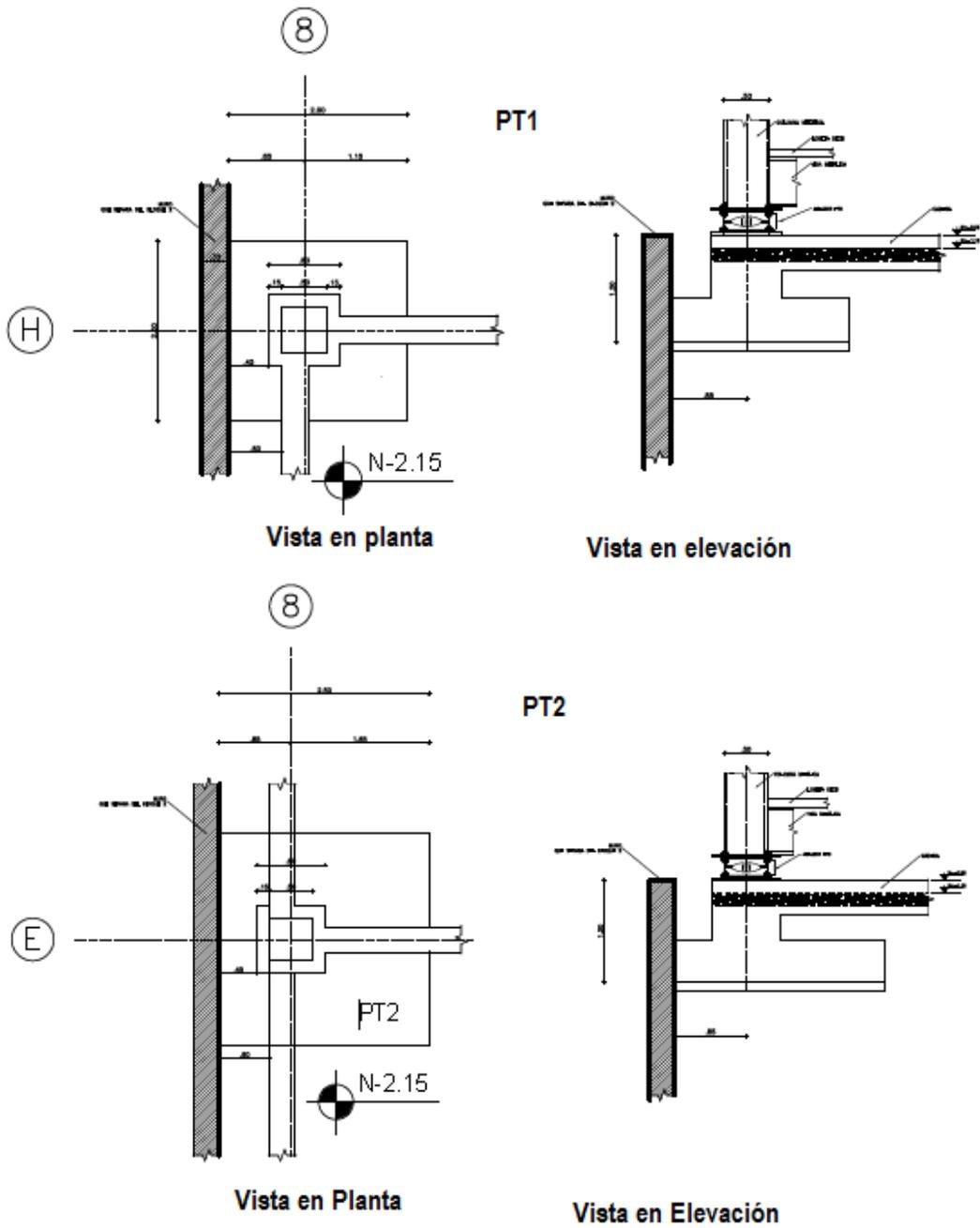


Figura 7 Planta de Plintos de Bloque Estructural 1



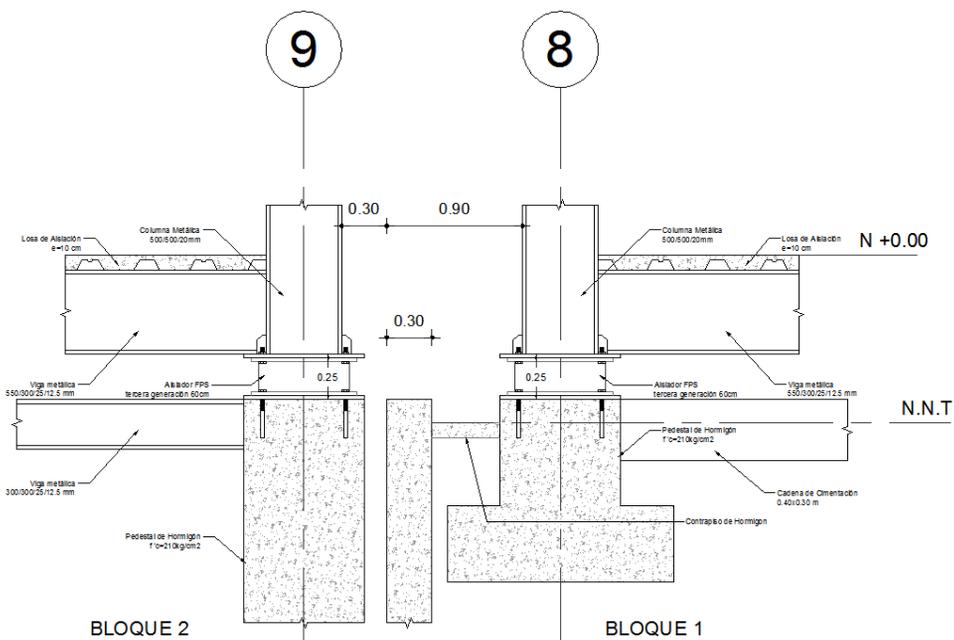
**Figura 8** Detalle de los plintos PT1 y PT2 del eje 8 de Bloque Estructural 1.

Las columnas de los bloques estructurales 1 y 2 son cuadradas de acero de 50 cm., de lado y 2 cm de espesor. Con esta acotación a la izquierda del eje 8 se observa, en la figura 7, el muro de contención que separa el bloque 1 del bloque 2 que se encuentra 4.94 m., más abajo. Por esa razón el bloque estructural 2 tiene un subsuelo. En la figura 8 se presenta un detalle de esta junta, se aprecia que el muro de contención tiene un ancho de 30 cm., y que la distancia entre las

partes exteriores de las columnas es de 1.20 m. de tal manera que la distancia entre el borde exterior del muro y la columna del bloque 1 es de 90 cm.

Por otra parte los pedestales de las columnas de los ejes 8 y 9 son de hormigón armado de 80 por 80 cm. Esto ocasiona que todas las columnas del eje 8 del Bloque Estructural 1, están descentradas, en efecto al lado izquierdo del eje 8 la dimensión del plinto es 85 cm., hasta que toque el borde del muro y al lado derecho depende si es PT1 o PT2, para el primer caso será de 1.15 m., y para el segundo caso de 1.65 m., la longitud del plinto medido a partir del centro del eje del pedestal. En la parte superior de la figura 8 se presentan estos detalles para el plinto PT1 y en la parte inferior para el plinto PT2.

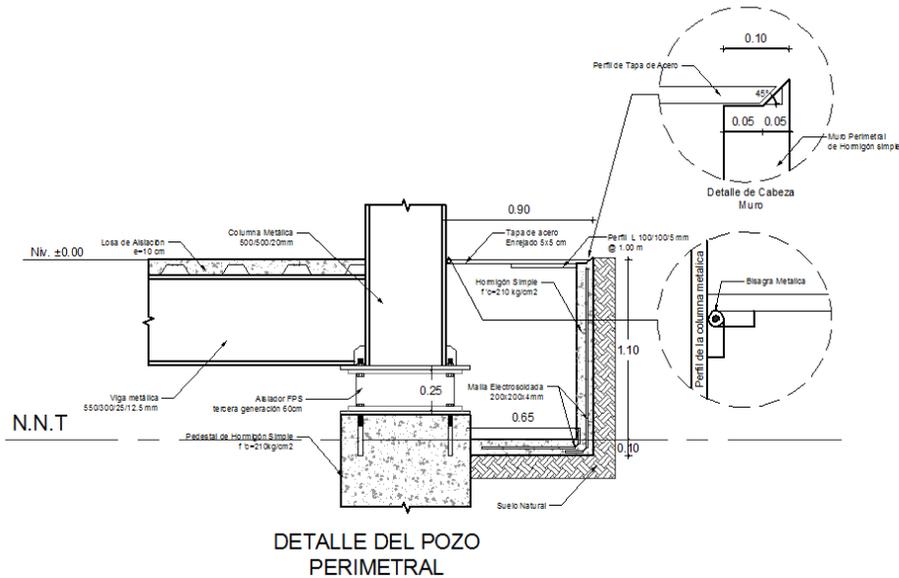
En la figura 9 se ha identificado como NNT al nivel natural del terreno y nivel 0+00 al del piso sobre la placa colaborante deck que vendría a ser la losa de aislación para los dos bloques estructurales 1 y 2, que se encuentran al mismo nivel.



**Figura 9** Junta de construcción entre los bloques estructurales 1 y 2.

El muro de 30 cm., se identifica como Muro 2, en el siguiente sub apartado.

Entre los bloques estructurales 1 y 2 se tiene previsto que quienes deseen circular por ese sector y puedan ver los aisladores, puedan hacerlo caminando sobre una loseta de 10 cm., de hormigón armado, como se aprecia en la figura 9.



**Figura 10** Detalle del pozo perimetral, alrededor del Bloque 1.

En la figura 7 se aprecia que alrededor del Bloque 1, hay una zanja perimetral, el detalle de la misma se indica en la figura 10. Tiene 80 cm., de luz con el muro de 10 cm., se tiene los 90 cm., que consta en la figura 10. La tapa es una malla enrejada de 5 por 5 cm con un detalle muy especial en sus extremos, en el lado de la viga trabaje como una bisagra metálica (círculo inferior de figura 10) y en el otro lado el muro tiene una geometría especial que permita el levantamiento de la tapa (círculo superior de figura 10).

Entre los ejes 5-6 y H-E se tiene una mesa de vibración para ensayar las estructuras y se necesita que la cimentación para esta mesa no se encuentre sobre la losa de aislación, razón por la cual la losa de aislación de este vano tiene solamente una longitud de 1.0 m., a cada lado de los ejes 5, 6, H, E, medido a partir del borde de la cadena.

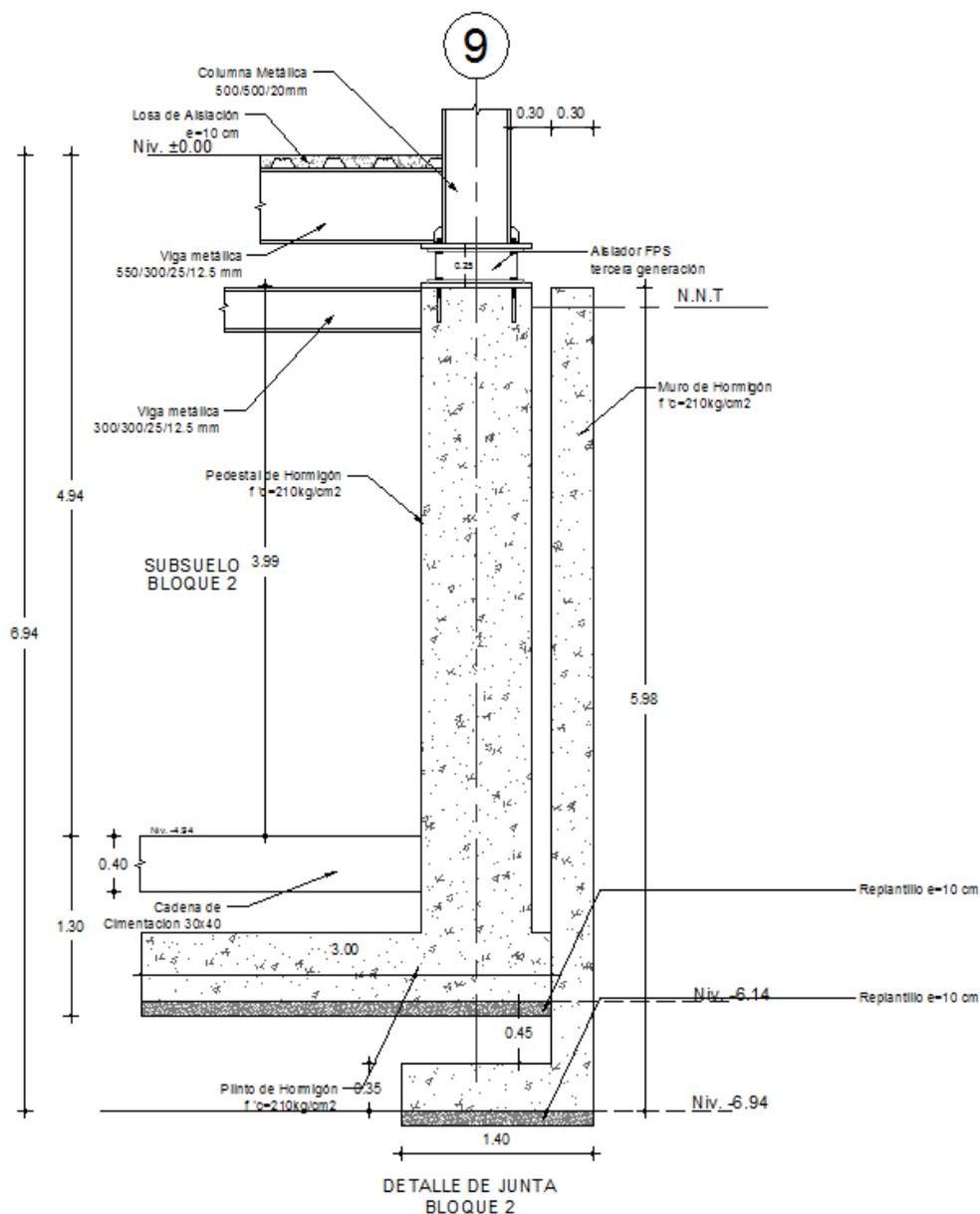
En la parte superior del eje H, figura 7, se tienen dos gradas, que no están unidas a la estructura del bloque 1, son independientes por lo que no se menciona su cimentación, lo único que se puede indicar es que la grada de emergencia que se halla entre los ejes 2 y 4 se construirá de hormigón armado con un muro de corte de 30 cm., de ancho.

### 3.2 Bloque Estructural 2

Antes de presentar los plintos de cimentación del Bloque Estructural 2, conviene mirar la figura 11 en que se presenta a la derecha el muro de hormigón de 30 cm, que aparece en la figura 8. La cota de desplante de este muro es -7.94 m, se coloca un replantillo de 10 cm., con lo que la cota que aparece en la figura

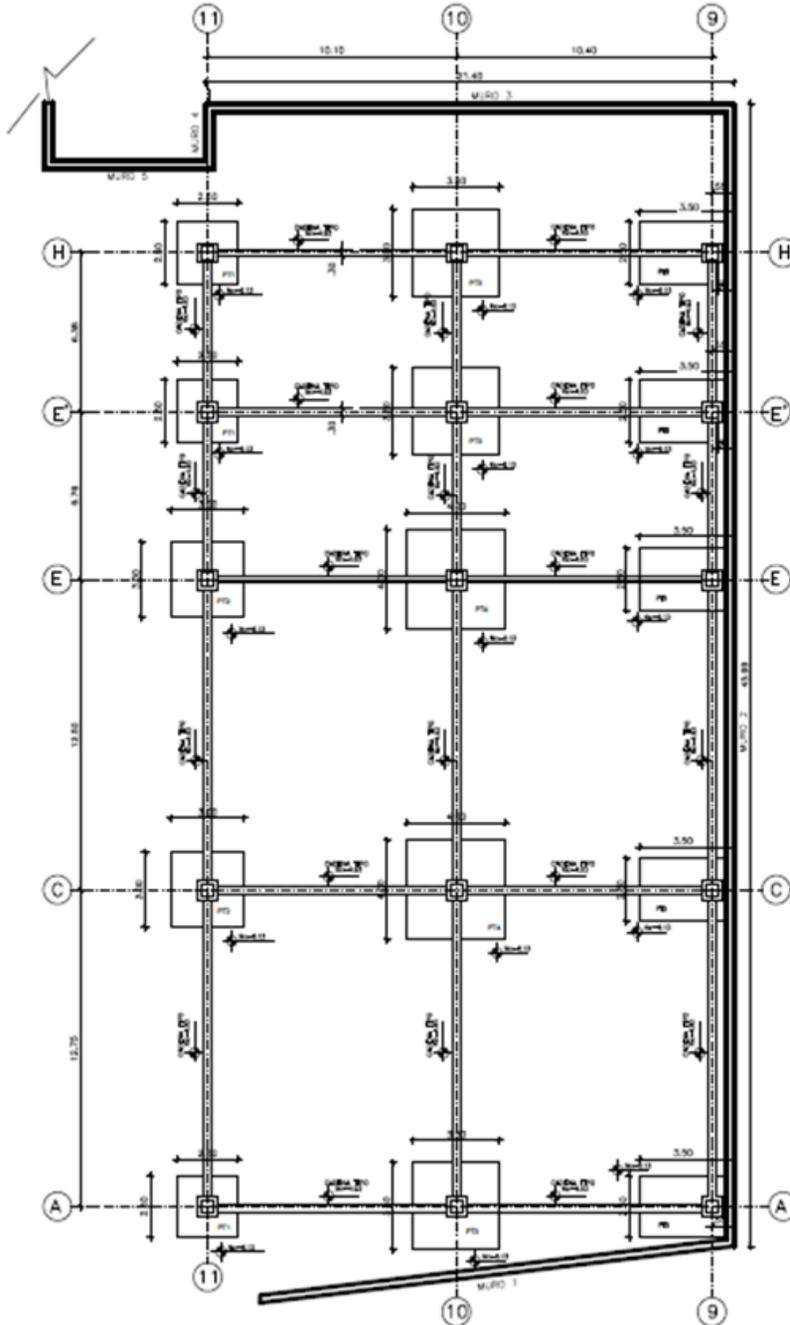
10 es -6.94 m. El muro tiene una pata de cimentación de 1.40 m., de ancho por 0.35 m., de alto.

La cimentación de las columnas del eje 9 se hallan en la cota -6.14 m., medido sobre los 10 cm., de replantillo; los plintos del bloque estructural 2 tienen 50 cm., de alto y todas las cadenas son de 30 cm de ancho por 40 cm, de alto. Con estas indicaciones se tiene que la distancia entre el borde inferior del plinto y el borde superior de la cadena es 1.20 m.



**Figura 11** Pedestal de una columna del eje 9 y muro de contención de 30 cm., de ancho. La cota de cimentación del muro es -6.94 m., medido sobre el replantillo.

En el borde superior de la cadena el nivel es -4.94 y aquí se encuentra el subsuelo del Bloque Estructural 2. El pedestal de las columnas es de 80 por 80 cm., de hormigón armado; entre el pedestal y el muro se tiene una separación de 15 cm, el mismo que irá sellado con una placa de tol en sus extremos.

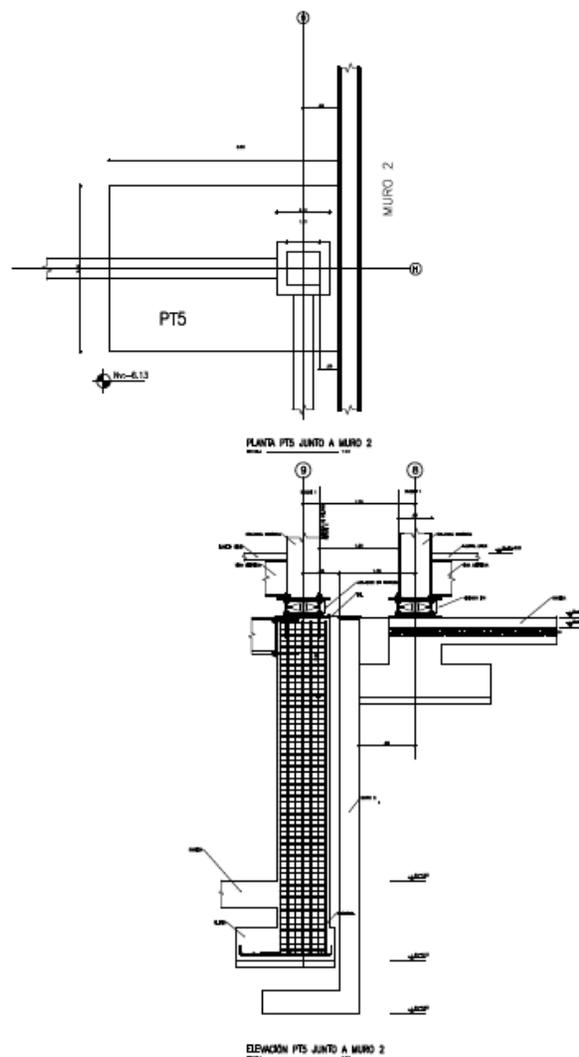


#### PLINTOS Y CADENAS DE BLOQUE 2

**Figura 12** Muros, plintos, cadenas, pedestales y columnas de Bloque Estructural 2.

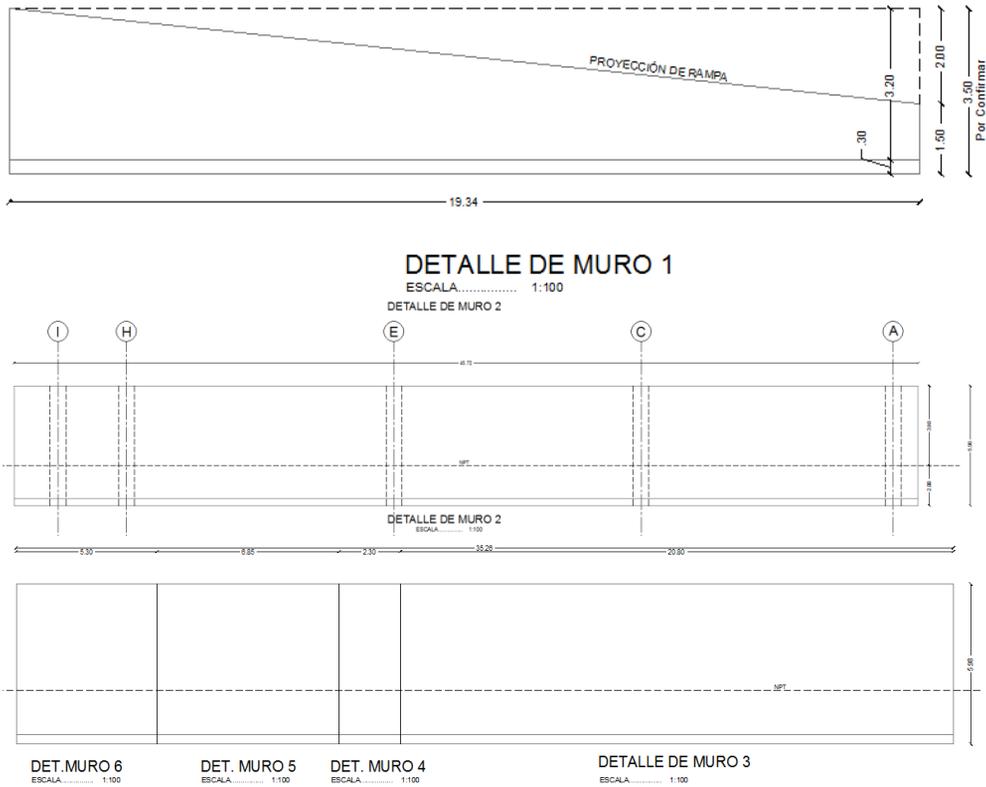
En el Bloque estructural 2 se tienen 5 tipos de plintos de 50 cm., de alto, como se observa en la figura 12 y son los identificados como: PT1 de 2.50 m., por 2.50 m; PT2 de 3.0 m por 3.0 m; PT3 de 3.50 m., por 3.50 m; PT4 de 4.0 m., por 4.0 m., y el PT5 de 2.50 m., por 3.50 m. Lógicamente el PT4 es el que recibe mayor carga vertical y los PT1 los de menor carga. Se entiende por carga una fuerza o un momento. Los plintos PT5 del eje 9 se encuentran descentrados y se los ve en la figura 13

En la figura 12 también se indican los 6 muros perimetrales del Bloque Estructural 2. El muro 1 se encuentra en la parte inferior del eje A es de altura variable; el muro 2 es el que se encuentra entre los ejes 8 y 9, muy detallado en el sub apartado anterior; el muro 3 tiene la misma altura del muro 2; los muros 4, 5 y 6, son perimetrales y tienen la misma altura del muro 2.



**Figura 13** Plintos descentrados del Bloque Estructural 2

En la figura 14 se presenta en elevación los muros perimetrales del Bloque Estructural 2. En la parte superior de esta figura se tiene un detalle del muro 1, en que se aprecia que la altura es variable, la parte más alta corresponde al eje 9 y la rampa es la de circulación vehicular.



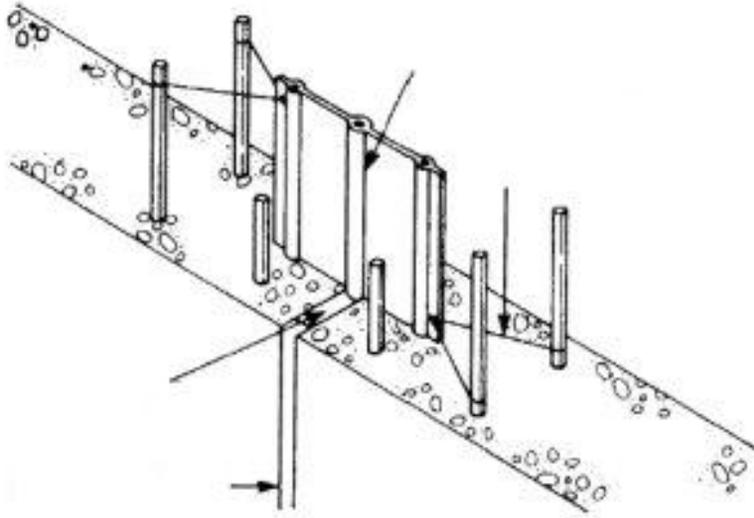
**Figura 14** Vista en elevación de los muros perimetrales del Bloque Estructural 2

El muro 2 que se encuentra entre los ejes 8 y 9 tiene una longitud de 45.72 m., por lo que en la parte central va una junta de construcción de 2 cm., de espesor como se indica en la figura 15. Se destaca que no se ha indicado nada sobre el drenaje de las aguas que van a llegar a los muros por ser un artículo estructural.

Todos los muros tienen 30 cm., de ancho y la geometría de la pata de cimentación es la indicada en la figura 11.

En la figura 15 se presenta la junta de construcción para el muro 2, la misma que está compuesta por una pantalla central de plástico, impermeable de 30 cm., de longitud y 1 cm., de espesor que tiene en su centro una forma circular de 2.5 cm., de diámetro y en los extremos dos círculos de 1 cm., de diámetro. Perpendicular a esta pantalla se tiene un canal de 2 cm, que ira relleno de breña y en las partes exteriores se tiene un sellante (caucho) similar al que se utiliza en las ventanas.

La geometría de la junta de construcción es para que el agua que ingresa al muro, por el canal de 2 cm, por la junta se dé la vuelta alrededor de la pantalla y vuelva a salir por el lado opuesto del canal de 2 cm.



**Figura 15** Junta de construcción del Muro de contención 2.

### 3.3 Bloque Estructural 3

En la figura 16 se presentan las plantas de los plintos del Bloque Estructural 3, las mismas que varían desde plintos de 3.0 por 3.0 m., los más pequeños hasta plintos de 4.50 por 4.50 m., los más grandes. El peralte de los plintos es de 50 cm, como todos los otros y van sobre un replantillo de 10 cm, de espesor.

En la parte inferior del eje A, se encuentra la escalera de emergencia, la misma que va desacoplada de la estructura y está conformada por un muro de corte de 30 cm., de ancho al igual que el bloque estructural 1. Por cierto, los 30 cm., de ancho del muro son para cumplir con normas de anclaje de los hierros de la grada que se empotran en el muro.

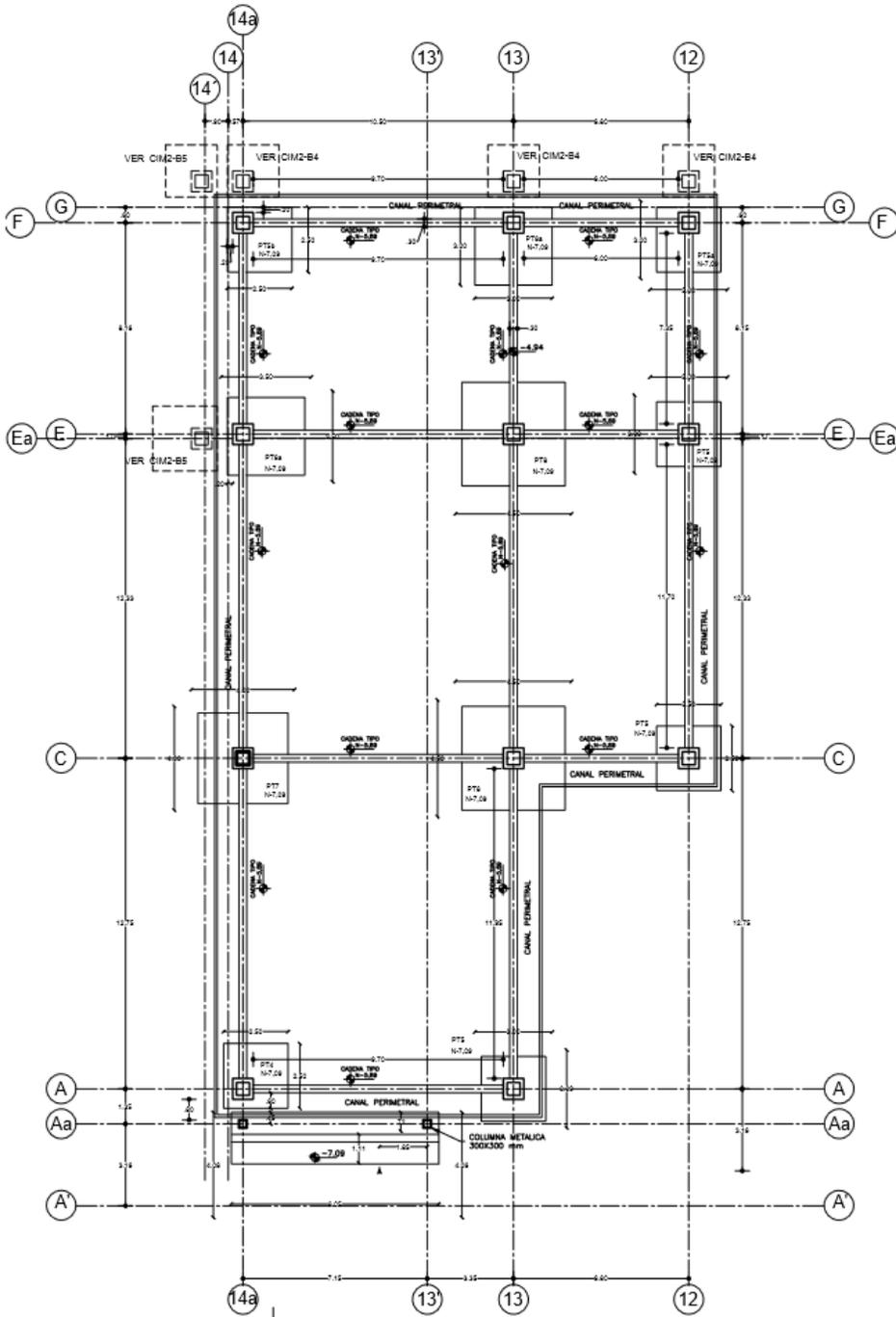
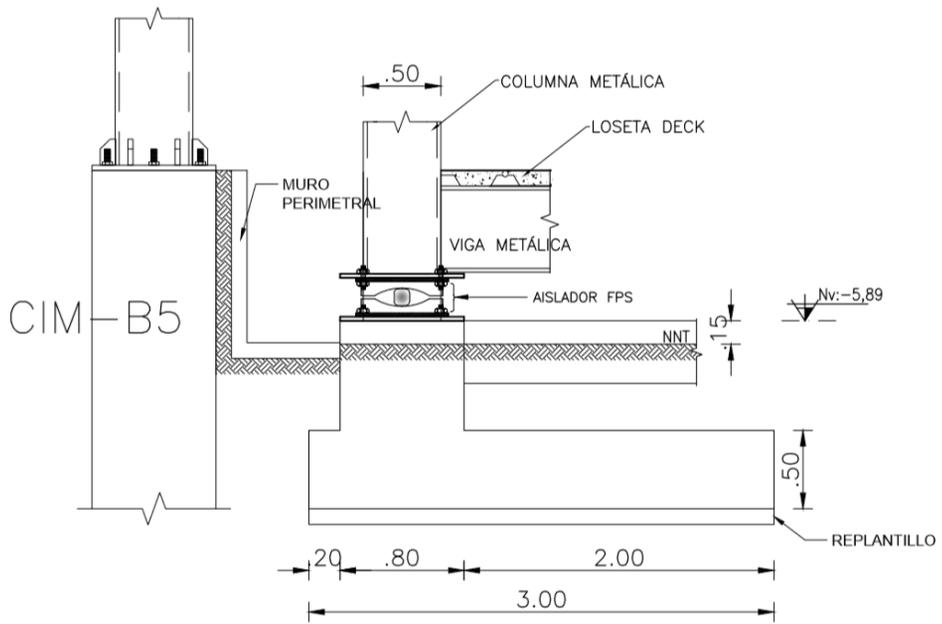


Figura 16 Plintos y cadenas del Bloque Estructural 3

En la figura 17 se presentan detalles constructivos de los plintos que están descentrados.



ELEVACION PLINTO PT6a

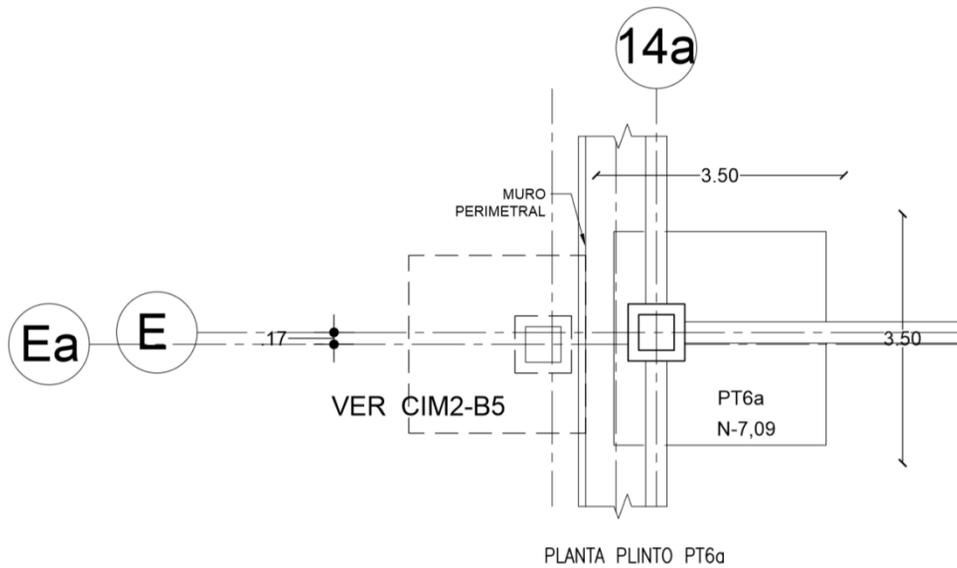


Figura 17 Detalles constructivos de los plintos descentralizados del Bloque 3.

Los aisladores sísmicos se colocan sobre los pedestales de la cimentación, de forma similar a lo que se ha hecho en el Bloque Estructural 1.

## 4. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Una buena parte de las normas sísmicas, clasifican los suelos en función de la velocidad de la onda de corte medida en los 30 primeros metros, pero no indican desde donde se empieza a medir esos 30 m. En el presente estudio se midió desde las plataformas donde prácticamente se va a construir la cimentación; esto es luego de un desbanque de suelo de aproximadamente 2 m, de profundidad. Si se medía antes del desbanque muy probablemente se habría concluido que el suelo es tipo D, de acuerdo al NEC-15 ya que en el sitio del proyecto se botaban todas los desechos de otras construcciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Es más, en una plataforma se encontró un relleno, pero al medir a partir del nivel de la conformación de las plataformas se estableció que el perfil de suelo es tipo C.

Para que los aisladores sísmicos funcionen en forma adecuada, es necesario tomar una serie de precauciones constructivas para garantizar que estos dispositivos de control vayan a moverse libremente. En el presente artículo se han presentado estos detalles para los tres bloques estructurales analizados.

Finalmente, pero en primer lugar, se han presentado los planos de los plintos de los Bloques Estructurales: 1, 2 y 3 del Nuevo Centro de Investigaciones Científicas y de Postgrados de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, calculados considerando la presencia de las cadenas como elementos estructurales que soportan cargas.

## AGRADECIMIENTOS

Se deja constancia de un especial agradecimiento al equipo de asistentes y dibujantes de las figuras presentadas en este artículo y de los planos estructurales respectivos, ellos son: Michael Rodríguez, Jorge Guama, Patricio Yacchirema y Ernesto Pozo Araujo.

## REFERENCIAS

1. ACI 318S-14 (2014) *Requisitos de reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14). Comentario a requisitos de reglamento para Concreto Estructural (ACI 318RS-14). Preparado por el Comité ACI 318*, American Concrete Institute, 587 p.
2. Aguiar Roberto (2014), *Análisis Matricial de Estructuras*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia IPGH, cuarta edición, 676 p., Quito.
3. Aguiar Roberto (2006), *Análisis Estático de Estructuras*. Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, Primera Edición, 160 p.
4. Bonifaz Hugo, (2015), *Informe de suelos. Edificio de Investigaciones*. Laboratorio de Ensayo de Materiales LEM-ESPE, 33 p., Sangolquí.
5. Marcial Marcelo, (2015), *Memoria de cálculo de Proyecto Inicial sin aisladores sísmicos*.
6. NEC-15 (2015) *Norma Ecuatoriana de la Construcción, SE-DS, Cargas Sísmicas. Diseño Sismo Resistente*. 138 p. Quito.