

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del  
Ambiente**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**“DISEÑO SISMORESISTENTE EN CONCRETO ARMADO DE  
LAS AULAS PEDAGÓGICAS -UANCV- FILIAL AREQUIPA”**

Tesis presentada por el Bachiller:  
Bernedo Condori, Rodrigo Jesús  
para optar el Título profesional de:  
Ingeniero Civil

**Asesor:**

Ing. Rosas Espinoza, Jorge.

**Arequipa – Perú**

**2019**

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El Borrador de Tesis Titulado:

DISEÑO SISMORESISTENTE EN CONCRETO DE LAS  
AULAS PEDAGÓGICAS - UANCV - FILIAL AREQUIPA

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Rodrigo Jesus Bernedo Condori

Nuestro DICTAMEN es:

Aprobada  
APTO PARA SUSTENTACION

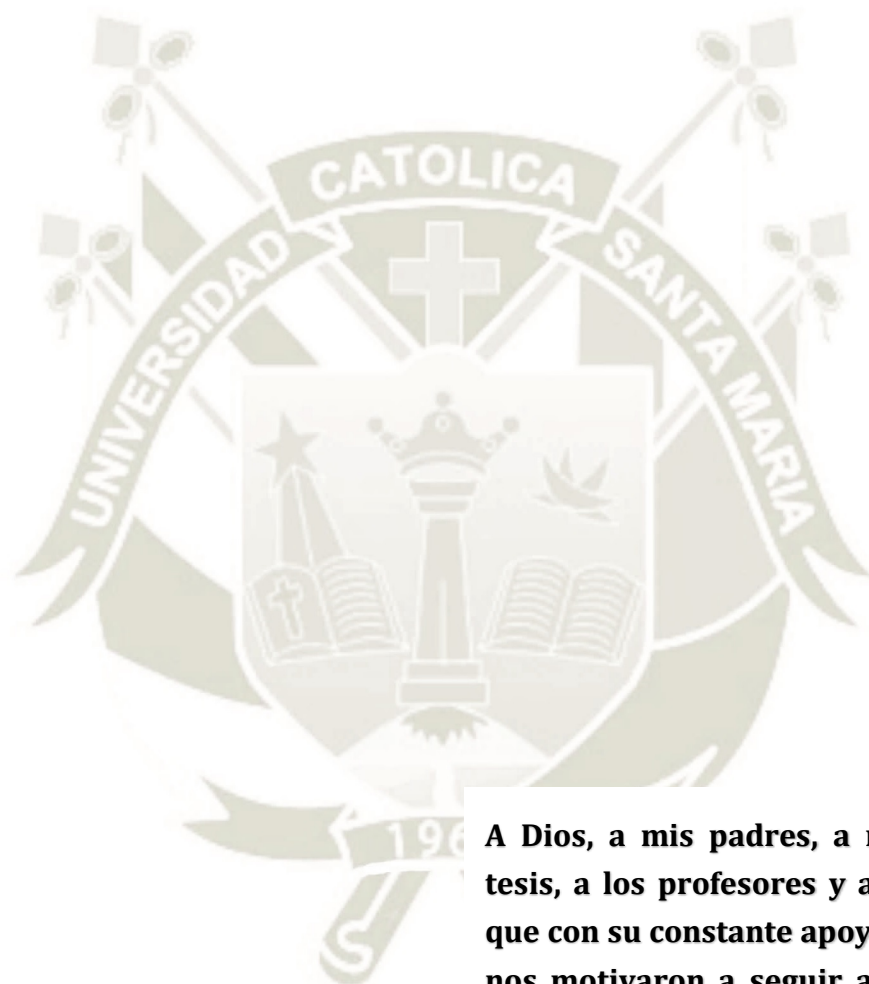
OBSERVACIONES:

Arequipa, 06 de Diciembre del 2018

Chavez  
Cod: 1732

[Signature]  
Cod: 2766

[Signature]  
Cod: 4436



**A Dios, a mis padres, a mi asesor de tesis, a los profesores y a mis amigos, que con su constante apoyo y confianza nos motivaron a seguir adelante para dar lo mejor.**

## RESUMEN

El proyecto de tema de tesis, comprende de la planificación estructural de un edificio destinado a la educación que consta de 5 niveles, el edificio se encuentra ubicado entre en el distrito de Arequipa, cercado. El terreno cuenta con una frentera de 93.5m, por su lado derecho e izquierdo cuentan con 30.15 m y 29.2 m respectivamente, las características del terreno son de un perfil tipo S2 en zona 3 (Con una carga admisible de 1.57 Kg/cm<sup>2</sup>). La edificación consta de 5 bloques, el bloque 1 y 2 son de aulas en semi auditorio, el bloque 3 es una bodega de baños y los bloques 4 y 5 son escaleras antisísmicas. El área de cada piso es de 558.95m<sup>2</sup> por planta la edificación consta de 5 bloques haciendo un total de 2970.15 m<sup>2</sup> de área construida.

El diseño de la edificación consiste en elementos de concreto armado vigas, columnas y muros o placas, estos elementos fueron diseñados sin afectar la arquitectura. Por el tipo de uso de la edificación "A" en el cual no se permite irregularidades excéntricas.

Para el estudio de suelos se realizó una calicata y un sondeo. Las muestras tomadas inalteradas fueron llevadas a laboratorio para los ensayos requeridos para la edificación. Se efectuó el análisis sísmico a través del programa ETABS de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma E-030. Diseño Sismoresistente. El análisis sísmico permitirá obtener la respuesta de la estructura estática y dinámica obteniéndose:

- Los desplazamientos estáticos y dinámicos de la estructura menor a 0.007.
- El cortante basal de la edificación
- Los esfuerzos que son sometidas los elementos estructurales (vigas, columnas y placas)

**Palabras Claves:** Concreto armado, sismoresistente.

-

## ABSTRACT

The project of this thesis topic, includes the structural planning of a building for education that consists of 5 levels, the building is located in the district of Arequipa, fenced. The land has a front 93.5m, on the right and left side have 30.15 m and 29.2 m respectively, the characteristics of the land are of a type S2 profile in zone 3 (with a permissible load of 1.57 Kg / cm<sup>2</sup>). The building consists of 5 blocks, the block 1 and 2 are of classrooms in semi auditorium, block 3 is a bathtub of bathrooms and blocks 4 and 5 are anti-seismic stairs. The area of each floor is 558.95m<sup>2</sup> per floor the building consists of 5 blocks making a total of 2970.15 m<sup>2</sup> of built area.

The design of the building consists of elements of reinforced concrete beams, columns and walls or plates, these elements were designed without affecting the architecture. For the type of use of building "A" in which eccentric irregularities are not allowed.

For the study of soils a pit and a sounding were made. The undisturbed samples were taken to the laboratory for the tests required for the building.

The seismic analysis was carried out through the ETABS program according to the parameters established by the E-030 standard. Earthquake Resistant design. The seismic analysis will allow obtaining the response of the static and dynamic structure obtaining:

- The static and dynamic displacements of the structure less than 0.007.
- The basal shear of the building
- The stresses that structural elements (beams, columns and plates) are subjected to

**Key words:** Reinforced concrete, earthquake resistant.

## ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRAC

|   |     |
|---|-----|
| CAPITULO I GENERALIDADES.....   | 2   |
| 1.1 INTRODUCCIÓN.....   | 2   |
| 1.2 ANTECEDENTES .....  | 2   |
| 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....   | 3   |
| 1.4 OBJETIVOS.....  | 3   |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN.....  | 4   |
| 1.6 LIMITACIONES .....  | 4   |
| 1.7 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....  | 4   |
| CAPITULO II .-INFORMACIÓN BÁSICA.....   | 7   |
| 2.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....   | 7   |
| 2.2 ESTUDIO DE TOPOGRAFIA.....  | 9   |
| 2.3 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....  | 12  |
| 2.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....  | 15  |
| 2.5 ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO .....   | 16  |
| 2.6 ESTUDIO DE CIMENTACIÓN .....  | 17  |
| CAPITULO III.-CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL Y PREDIMENSIONAMIENTO DE<br>ELEMENTOS ESTRUCTURAL..... | 21  |
| 3.1 CONCEPTOS ESTRUCTURALES .....   | 21  |
| 3.2 METRADOS DE CARGAS .....  | 28  |
| 3.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....                                     | 34  |
| CAPITULO IV.-ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....   | 39  |
| 4.1 ANÁLISIS DE CARGA VIVA .....  | 39  |
| 4.2 ANÁLISIS DE CARGA MUERTA .....  | 40  |
| 4.3 ANÁLISIS SÍSMICO .....  | 42  |
| CAPITULO V.-DISEÑO DE ESTRUCTURA.....   | 67  |
| 5.1 DISEÑO DE LOSAS .....   | 67  |
| 5.2 DISEÑO DE VIGAS .....   | 81  |
| 5.3 DISEÑO DE COLUMNAS .....  | 97  |
| 5.4 DISEÑO DE MUROS DE CORTE / PLACAS .....   | 107 |
| 5.5 DISEÑO DE CIMENTACIONES .....   | 115 |
| 5.6 DISEÑO DE ESCALERAS.....  | 121 |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 5.7  | DISEÑO JUNTA SEPARACIÓN SÍSMICA.....      | 124 |
| 5.8  | DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES..... | 125 |
| CAPITULO VI.-COSTO Y TIEMPO DE LA ESTRUCTURA ..... |   | 131 |
| 6.1  | DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO .....     | 131 |
| 6.2  | METRADO DE LA ESTRUCTURA.....             | 132 |
| 6.3  | ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO.....           | 134 |
| 6.4  | PRESUPUESTO .....                         | 135 |
| 6.5  | PROGRAMACIÓN .....                        | 136 |
| CONCLUSIONES.....                                  |   | 137 |
| RECOMENDACIONES .....                              |   | 138 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                  |   | 139 |
| ANEXOS .....                                       |   | 140 |



## LISTA DE IMÁGENES

|   |    |
|---|----|
| <b>IMAGEN 1 1.-</b> Crecimiento de la tasa universitaria .....                            | 3  |
| <b>IMAGEN 1. 2.-</b> Vista de la edificación 3d .....                                     | 5  |
| <b>IMAGEN 2 1.-</b> Ubicación del proyecto.....   | 10 |
| <b>IMAGEN 2 2.-</b> Vista de planta del 1er nivel .....                                   | 11 |
| <b>IMAGEN 2 3 .-</b> Plano de Zona Sísmica .....  | 13 |
| <b>IMAGEN 2 4.-</b> Sismos Registrados por el IGP .....                                   | 14 |
| <b>IMAGEN 2. 5.-</b> Ubicación de Calicata.....   | 15 |
| <b>IMAGEN 2 6.-</b> Perfil estratigráfico Calicata 1 .....                                | 17 |
| <b>IMAGEN 3. 1.-</b> Losa maciza de concreto armado .....                                 | 22 |
| <b>IMAGEN 3. 2.-</b> Losa nervada de concreto armado .....                                | 22 |
| <b>IMAGEN 3. 3.-</b> Detalle de losa aligerada.....                                       | 23 |
| <b>IMAGEN 3. 4.-</b> Tipo de vigas peraltadas .....                                       | 25 |
| <b>IMAGEN 3. 5.-</b> Fuerzas internas de viga .....                                       | 26 |
| <b>IMAGEN 3. 6.-</b> Tipo de cargas .....   | 29 |
| <b>IMAGEN 3. 7.-</b> Codificación de elementos estructurales para metrado de cargas ..... | 37 |
| <b>IMAGEN 4.1.-</b> Carga viva del piso 2 (kgf-m).....                                    | 39 |
| <b>IMAGEN 4.2.-</b> Momento producido por la carga viva (ton-m) .....                     | 40 |
| <b>IMAGEN 4.3.-</b> Carga muerta piso 2 (kgf-m) .....                                     | 41 |
| <b>IMAGEN 4. 4.-</b> Momento producido por la carga muerta (ton-m) .....                  | 41 |
| <b>IMAGEN 4. 5.-</b> Modelo estructural de la edificación .....                           | 42 |
| <b>IMAGEN 4. 6.-</b> Esquina entrante del bloque A.....                                   | 45 |
| <b>IMAGEN 4. 7.-</b> Calculo de las fuerzas inerciales por nivel. ....                    | 47 |
| <b>IMAGEN 4. 8.-</b> Diagrama de fuerzas cortantes en el sentido XX .....                 | 49 |
| <b>IMAGEN 4. 9.-</b> Diagrama de fuerzas cortantes en el sentido YY .....                 | 49 |
| <b>IMAGEN 4. 10.-</b> Edificación deformada debido al sismo en el sentido XX. ....        | 51 |
| <b>IMAGEN 4. 11.-</b> Edificación deformada debido al sismo en el sentido YY. ....        | 52 |
| <b>IMAGEN 4. 12.-</b> Modos de oscilación.....  | 53 |
| <b>IMAGEN 4. 13.-</b> Espectro de Pseudoaceleraciones (X-X) .....                         | 58 |

|  |    |
|--|----|
| <b>IMAGEN 4. 14.-</b> Espectro de Pseudoaceleraciones (Y-Y) .....            | 58 |
| <b>IMAGEN 4. 15.-</b> Espectro de Pseudoaceleraciones (X-X) ETABS.....       | 59 |
| <b>IMAGEN 4. 16.-</b> Espectro de Pseudoaceleraciones (Y-Y) ETABS.....       | 59 |
| <b>IMAGEN 4. 17.-</b> Derivadas del bloque A .....                           | 63 |
| <br>   |    |
| <b>IMAGEN 5. 1.-</b> Sección de losa .....                                   | 67 |
| <b>IMAGEN 5. 2.-</b> Ala de la T en tracción .....                           | 68 |
| <b>IMAGEN 5. 3.-</b> Ala de la T en compresión $a \leq hf$ .....             | 68 |
| <b>IMAGEN 5. 4.-</b> Ala de la T en compresión $a \geq hf$ .....             | 68 |
| <b>IMAGEN 5. 5.-</b> Control de figuración en vigas T .....                  | 70 |
| <b>IMAGEN 5. 6.-</b> Carga muerta para una vigueta. (cm=180kgf/m).....       | 72 |
| <b>IMAGEN 5. 7.-</b> Carga viva total para una vigueta. (CV=100kgf/m) .....  | 72 |
| <b>IMAGEN 5. 8.-</b> Carga viva para una vigueta. (CV=100kgf/m) .....        | 73 |
| <b>IMAGEN 5. 9.-</b> Tercer estado para la alternancia de carga viva.....    | 73 |
| <b>IMAGEN 5. 10.-</b> Cuarto estado para la alternancia de carga viva .....  | 73 |
| <b>IMAGEN 5. 11.-</b> Quinto estado para la alternancia de carga viva .....  | 73 |
| <b>IMAGEN 5. 12.-</b> Sexto estado para la alternancia de carga viva .....   | 74 |
| <b>IMAGEN 5. 13.-</b> Séptimo estado para la alternancia de carga viva ..... | 74 |
| <b>IMAGEN 5. 14.-</b> 1er estado (DMF) .....                                 | 74 |
| <b>IMAGEN 5. 15.-</b> 2do estado (DMF) .....                                 | 74 |
| <b>IMAGEN 5. 16.-</b> 3er estado (DMF) .....                                 | 75 |
| <b>IMAGEN 5. 17.-</b> 4to estado (DMF) .....                                 | 75 |
| <b>IMAGEN 5. 18.-</b> 5to estado (DMF) .....                                 | 75 |
| <b>IMAGEN 5. 19.-</b> 6to estado (DMF) .....                                 | 75 |
| <b>IMAGEN 5. 20.-</b> 7mo estado (DMF) .....                                 | 76 |
| <b>IMAGEN 5. 21.-</b> Envolvente de Momentos últimos Mu .....                | 76 |
| <b>IMAGEN 5. 22.-</b> Envolvente de Momentos últimos Mu .....                | 76 |
| <b>IMAGEN 5. 23.-</b> Diagrama de fuerzas cortantes en la vigueta. ....      | 78 |
| <b>IMAGEN 5. 24.-</b> Diagrama de fuerzas cortantes en la losa. ....         | 78 |
| <b>IMAGEN 5. 25.-</b> Fuerza cortante a una distancia d del apoyo. ....      | 79 |
| <b>IMAGEN 5. 26.-</b> Diseño final losa aligerada (BLOQUE 1) .....           | 80 |
| <b>IMAGEN 5. 27.-</b> Momento de viga.....                                   | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>IMAGEN 5. 28.-</b> Agrietamiento debido a la flexión .....                          | 83  |
| <b>IMAGEN 5. 29.-</b> Propiedades de la sección .....                                  | 83  |
| <b>IMAGEN 5. 30.-</b> Diagrama de esfuerzos .....                                      | 84  |
| <b>IMAGEN 5. 31.-</b> Diagrama equivalente .....                                       | 84  |
| <b>IMAGEN 5. 32.-</b> Detalle Ganchos estándar .....                                   | 88  |
| <b>IMAGEN 5. 33.-</b> Detalle empalme en viga .....                                    | 88  |
| <b>IMAGEN 5. 34.-</b> Diagrama de Fuerzas Cortantes.....                               | 89  |
| <b>IMAGEN 5. 35.-</b> Diagrama de Momentos Flectores.....                              | 90  |
| <b>IMAGEN 5. 36.-</b> Diagrama de Momentos Flectores.....                              | 90  |
| <b>IMAGEN 5. 37.-</b> Diagrama de Fuerzas (CM) .....                                   | 91  |
| <b>IMAGEN 5. 38.-</b> Diagrama de Fuerzas y Momentos (CL) .....                        | 91  |
| <b>IMAGEN 5. 39.-</b> Diagrama de Fuerzas y Momentos (espectro en X-X).....            | 92  |
| <b>IMAGEN 5. 40.-</b> Diagrama de Fuerzas y Momentos (espectro en Y-Y).....            | 92  |
| <b>IMAGEN 5. 41.-</b> Diagrama de Fuerzas de la envolvente.....                        | 94  |
| <b>IMAGEN 5. 42.-</b> Diseño final Viga eje 4.....                                     | 97  |
| <b>IMAGEN 5. 43.-</b> Diagrama de interacción columna cargas.....                      | 104 |
| <b>IMAGEN 5. 44.-</b> Diagrama de interacción columna cargas.....                      | 105 |
| <b>IMAGEN 5. 48.-</b> Fuerzas actuantes en muros de corte .....                        | 108 |
| <b>IMAGEN 5. 49.-</b> Esquema en planta de un muro de concreto armado. ....            | 108 |
| <b>IMAGEN 5. 50.-</b> Diseño por etabs .....   | 110 |
| <b>IMAGEN 5. 51.-</b> Diagramas de fuerzas actuantes en el muro de concreto armado.... | 111 |
| <b>IMAGEN 5. 52.-</b> Diagrama de interacción de placa .....                           | 112 |
| <b>IMAGEN 5. 53.-</b> Diagrama de interacción nominal y de diseño de la placa. ....    | 112 |
| <b>IMAGEN 5. 54.-</b> Diseño de placa N°4 .....  | 115 |
| <b>IMAGEN 5. 55.-</b> Distancia crítica para corte. ....                               | 116 |
| <b>IMAGEN 5. 56 .-</b> Dimensionamiento de zapata.....                                 | 118 |
| <b>IMAGEN 5. 57.-</b> Distribución de acero en la zapata.....                          | 121 |
| <b>IMAGEN 5. 58.</b> Carga distribuida en escalera .....                               | 122 |
| <b>IMAGEN 5. 59.-</b> DMF escalera .....   | 123 |
| <b>IMAGEN 5. 60.-</b> DFC en escaleras .....   | 124 |

## LISTA DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>TABLA 3.1.-</b> Pesos específicos de materiales de construcción.....             | 30  |
| <b>TABLA 3 2.-</b> Carga viva para diferentes ambientes.....                        | 31  |
| <b>TABLA 3. 3.-</b> Cargas propuesta para el proyecto.....                          | 31  |
| <b>TABLA 3.4.-</b> Tabla resumen de metrado de cargas.....                          | 36  |
| <br>  |     |
| <b>TABLA 4.1.-</b> Cargas vivas mínimas.....  | 39  |
| <b>TABLA 4. 2.-</b> Pesos del edificio por nivel (incluyendo % de carga viva) ..... | 46  |
| <b>TABLA 4. 3.-</b> Cálculo de las fuerzas inerciales y cortantes por nivel.....    | 48  |
| <b>TABLA 4. 4.-</b> Desplazamientos laterales .....                                 | 50  |
| <b>TABLA 4. 5 .-</b> Derivadas de pisos .....                                       | 50  |
| <b>TABLA 4. 6.-</b> Espectro de Pseudoaceleraciones X-X .....                       | 56  |
| <b>TABLA 4. 7 .-</b> Espectro de Pseudoaceleraciones Y-Y .....                      | 57  |
| <b>TABLA 4. 8.-</b> Desplazamientos relativos de entrepiso.....                     | 62  |
| <b>TABLA 4. 9.-</b> Fuerzas Cortantes por nivel .....                               | 65  |
| <br>  |     |
| <b>TABLA 5 1.-</b> Cuadro de anclaje .....  | 70  |
| <b>TABLA 5 2.-</b> Acero de losa unidireccional .....                               | 77  |
| <b>tabla 5 3.-</b> Longitud de desarrollo Ldg .....                                 | 87  |
| <b>TABLA 5 4.-</b> Longitud de ganchos estándar .....                               | 88  |
| <b>TABLA 5 5.-</b> Empalme por traslape del refuerzo .....                          | 89  |
| <b>TABLA 5 6 .-</b> Momentos de la viga C.....                                      | 93  |
| <b>TABLA 5 7.-</b> Tabla de fuerzas actuantes en la columna .....                   | 103 |
| <b>TABLA 5 8.-</b> Tabla de combinaciones actuantes en la columna.....              | 103 |
| <b>TABLA 5 9.-</b> Anclaje y empalme del refuerzo.....                              | 107 |
| <b>TABLA 5 10.-</b> Valores de coeficiente .....                                    | 126 |

# ***CAPITULO -I***

## ***GENERALIDADES***



## *CAPITULO I*

### **I GENERALIDADES**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN.**

El siguiente proyecto es tema de aplicación de los principios de diseño sísmo resistente, en este análisis usaremos básicamente principios para el diseño en concreto armado. Con las normas E-020, E-030 y E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se desarrollará el análisis, cálculo, diseño, presupuesto y programación del proyecto en tesis para una estructura de cinco niveles, se definirá el tipo de concreto acorde a lo estipulado en la norma, considerando que este sea adecuado para soportar las fuerzas a las que será sometida durante el tiempo de vida útil y frente a sismos de media y alta magnitud.

La estructura tema de tesis, consta de cinco bloques en donde tiene similitud en altura, en cuanto a los planos de arquitectura cabe mencionar que la arquitectura planteada fue respetada en su mayoría, se hicieron modificaciones para que el edificio responda de mejor manera frente a fuerzas que actúan en la estructura.

#### **1.2 ANTECEDENTES**

En los últimos años las universidades privadas han tenido un gran crecimiento de la población estudiantil, no siendo una excepción la UANCV, teniendo una gran demanda en sus diferentes carreras, haciendo que su actual infraestructura no tenga suficientes ambientes educativos, adecuando y acomodando a sus los alumnos a su actual infraestructura. Preocupados por la necesidad de nuevos ambientes para el desenvolvimiento de la población estudiantil es que se dé decide la construcción de un nuevo pabellón universitario para mejor el rendimiento académico del alumnado y brindarles un mejor confort

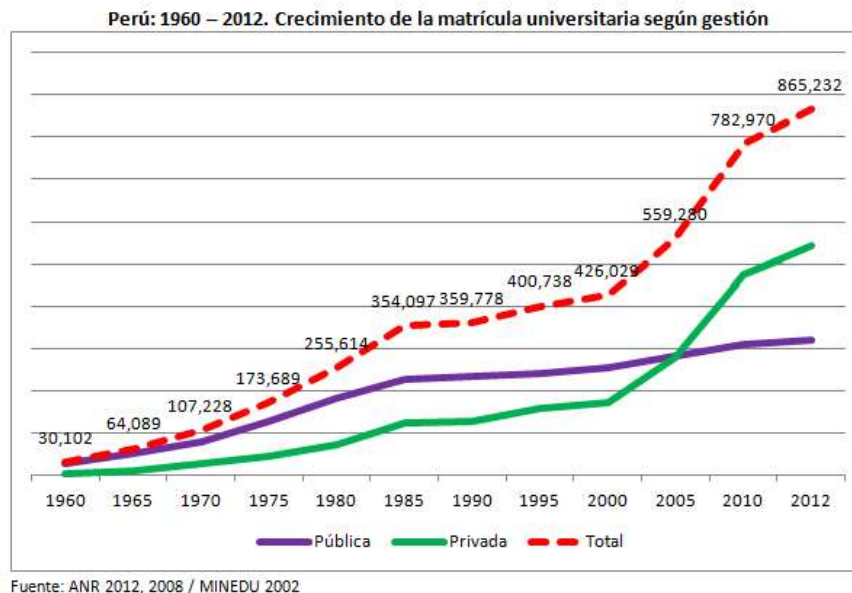


IMAGEN 1 1.- Crecimiento de la tasa universitaria

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema principal es la carencia de una infraestructura para que los estudiantes de la UANCV FILIAL AREQUIPA, desarrollen sus actividades académicas, científicas y tecnológicas en forma apropiada.

### 1.4 OBJETIVOS.

#### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL.

Analizar y diseñar en concreto armado la nueva infraestructura destinada a complementar las instalaciones y ambientes con los que se cuentan en la actualidad los diferentes pabellones de la UANCV – FILIAL AREQUIPA, contribuyendo de esta manera en la formación de estudiantes de alto nivel, con la finalidad de conseguir un óptimo desarrollo en actividades educativas y de investigación.

#### 1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Establecer las pautas y el correcto procedimiento para el Predimensionamiento, análisis y diseño de elementos de concreto armado.
- Elaborar un correcto análisis estructural de la edificación tanto estático como dinámico.
- El correcto modelamiento de la edificación y la correcta interpretación de los resultados para su posterior diseño.

- El diseño de la edificación empleando la norma, con la correcta interpretación de sus resultados usando como herramienta el programa ETABS.
- Realizar análisis de costos de los elementos diseñados.
- Realizar el cronograma, para los elementos del diseño obteniendo de esta manera el tiempo en el que se ejecutara.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN.

El constante crecimiento de la población estudiantil y la necesidad de una nueva infraestructura es tema para la siguiente tesis que busca cumplir con el diseño de la infraestructura adecuada, que demanda la construcción del local institucional de la Universidad Andina Néstor Cáceres Veliques-filial Arequipa.

## 1.6 LIMITACIONES

- La limitación que presenta el proyecto es el de la ubicación ya que encuentra en el cercado, considerada zona de patrimonio cultural, teniendo los parámetros urbanísticos más rígidos.
- La solución al problema no puede obtenerse mediante un proceso matemático rígido, donde se aplique rutinariamente un determinado conjunto de reglas y formulas.

## 1.7 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

La edificación en general consta de las siguientes características, es un edificio destinado a educación el cual se encuentra ubicado en el distrito del Cercado Arequipa, consta de 5 niveles y en la parte superior consta de un tanque elevado para el almacenamiento de agua.

El edificio interiormente cuenta con dos escaleras, uno de ellos ubicado en la parte Frontal de la edificación, y el otro se encuentra en la parte lateral derecha de la edificación.

En ambos casos los dos elevadores llevan hasta el 5to nivel de la edificación. La edificación es de tipo “L” la planta del primer nivel coincide con los demás niveles es decir la planta 1er, 2do, 3er, 4to, 5to son idénticas entre sí.

La edificación en su totalidad cuenta con 5 niveles, cada nivel cuenta con 4 aulas en semi auditorio, la 1er y 3er aula se encuentra en la misma dirección de inclinación mientras el aula 2do y 4to se encuentran en el sentido opuesto.

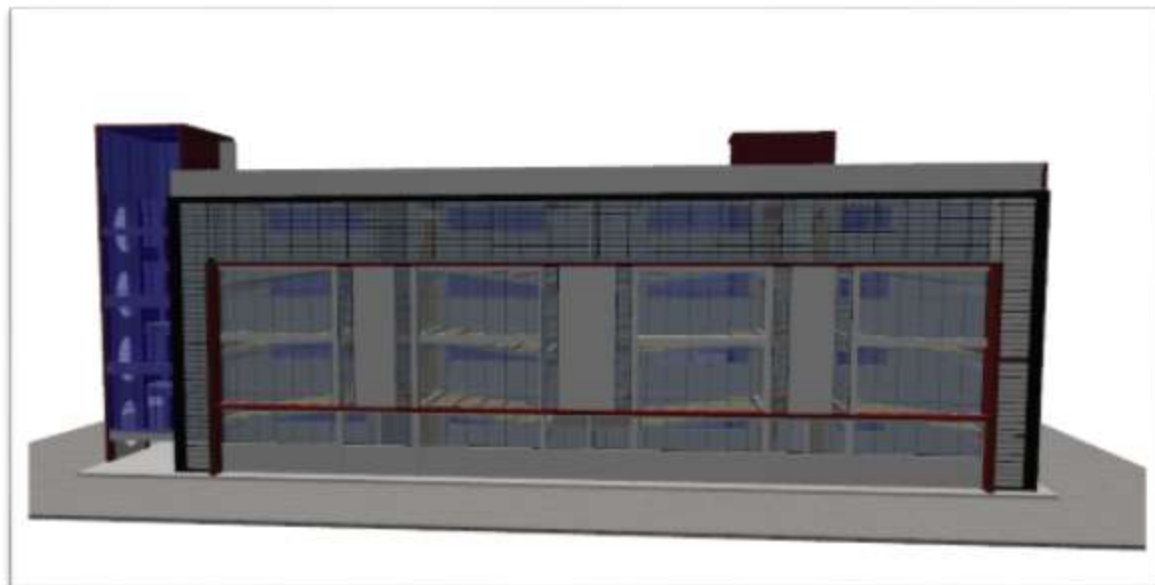
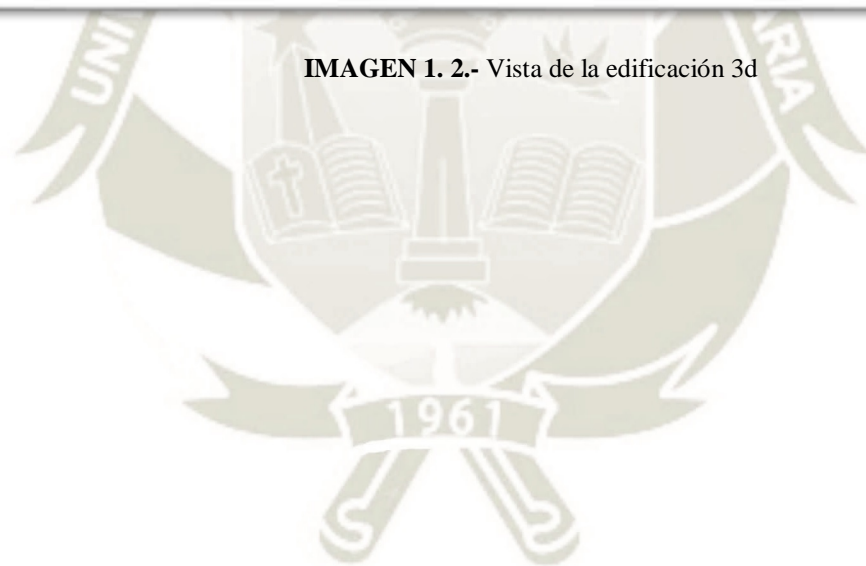


IMAGEN 1. 2.- Vista de la edificación 3d





***CAPITULO -II***  
***INFORMACIÓN***  
***BÁSICA***

## ***CAPITULO -II***

### **2 .-INFORMACIÓN BÁSICA**

#### **2.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

##### **2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO A EJECUTAR**

El proyecto dotará a los estudiantes y usuario en popular, una infraestructura adecuada para su mayor confort, para realizar el proyecto se comenzará con las siguientes actividades en mención.

- La excavación de zanja, y movimiento de tierra, por ende, ala. Producción de polvo y ruidos molestos, son de impacto temporal. Para mitigar los angeles presencia de polvo, se deberá humedecer el material terroso o cubrirlo con algún protector.
- La eliminación de materiales excedentes se efectuará sin causar daño al medio ambiente y al suelo, ubicándose botaderos en función de parámetros como distancia, y geomorfología de la zona, restableciendo las condiciones iniciales de los mismos.
- Equipar al privado adecuadamente para mantener su seguridad y salud ocupacional (Ropa adecuada, Mascarillas Guantes, Lentes y Cascos de protección).
- Tratar los niveles de ruido que sobrepasen los límites máximos permisibles.
- Mantener el ambiente limpio y adecuado para tener un buen rendimiento el personal. Las fuentes de agua que serán utilizadas será agua potable.
- Los participantes de la obra tendrán servicios higiénicos durante la. Ejecución de la misma.
- En lo referente a la perdida de especies de vegetación, remoción de cobertura vegetal, compactación de suelos, no existe por lo tanto no se afectará ala. Flora, por estar en la Obra en una zona urbana y en una construcción existente.
- En lo referente a generación de empleo se debe dar mayor oportunidad a los pobladores de la zona.

##### **2.1.2 IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL**

Es este ítem se describe los impactos ambientales potenciales más importantes que se generarían por la ejecución de la obra en concreto armado **DE LAS AULAS**

**PEDAGÓGICAS -UANCV- FILIAL AREQUIPA.** se consideraron los impactos del proyecto sobre el medio ambiente, tanto en el sentido negativo y positivo.

### **2.1.2.1 Impacto Positivo**

En la etapa de construcción, los impactos positivos más importantes se darían en el medio socioeconómico y socioeducacional.

Ligero mejoramiento de los ingresos económicos por la expansión de la universidad y el temporal empleo de la PEA (Población Económicamente Activa), de moderada probabilidad de ocurrencia y de duración largo plazo.

Con el nuevo pabellón la calidad de enseñanza va a mejorar ya que contaría con nuevas herramientas para el dictado que clases, las facultades contarían con más ambientes para el desempeño de sus actividades.

### **2.1.2.2 Impacto Negativo**

Los impactos negativos son temporales y ocurriría solamente durante la construcción de la obra (meses) destacándose.

Afectará temporalmente por (ruidos, polvo) a los vecinos, así como a los mismos alumnos, docentes y trabajadores del local Institucional, de moderada probabilidad de ocurrencia y de regular magnitud.

### **2.1.3 INFLUENCIA DE LA OBRA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE**

Por su naturaleza y el sistema adoptado del Proyecto “**DISEÑO SISMORESISTENTE EN CONCRETO ARMADO DE LAS AULAS PEDAGÓGICAS -UANCV- FILIAL AREQUIPA**”, este no produce efectos contaminantes en la atmósfera, el agua y los suelos. Tampoco altera negativamente los hábitos de vida de la población, y no le daña en lo más mínimo con respecto a su salud, más bien la mejora, potenciando sensorialmente las actividades futuras a desarrollar.

## 2.2 ESTUDIO DE TOPOGRAFIA

El objetivo de este estudio es la ubicación del edificio en tema de estudio en la tesis, además de detallar la estratigrafía para la cimentación, mencionar los linderos con los que cuenta.

### 2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El terreno en estudio se encuentra ubicado en la calle El Carmen N° 133, y que corresponde al Distrito de AREQUIPA, Provincia de Arequipa, Región de Arequipa, propiedad de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

#### 2.2.1.1 LINDEROS

El terreno presenta las siguientes colindancias:

*Nor este (Fondo) : Urb. ASVEA*

*Sur este (Derecha): Propiedad de terceros*

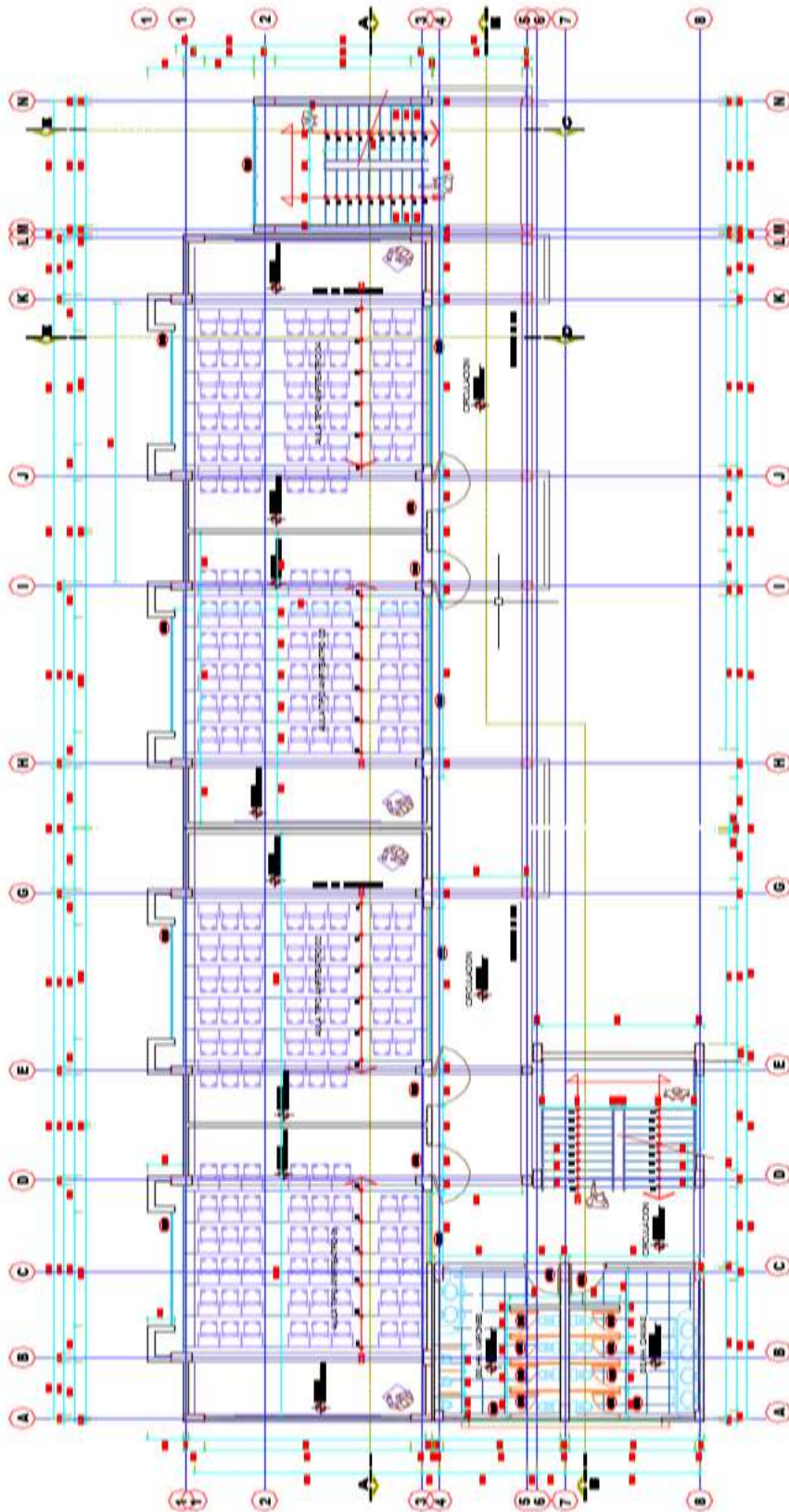
*Sur oeste (Frente) : Calle el Carmen*

*Noroeste (Izquierda) : Propiedad de terceros*

*ÁREA DEL TERRENO : 3,525.14 M2.*



**IMAGEN 2 1.-** Ubicación del proyecto



**PLANTA DE DISTRIBUCION PRIMER NIVEL**

ESC. 1/50

IMAGEN 2 2.- Vista de planta del 1er nivel

## **2.3 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.**

### **2.3.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO DEL SUELO**

El siguiente estudio de suelos tiene como objetivo determinar las características físicas y mecánicas de los suelos subyacentes al área en estudio a fin de establecer las condiciones de estabilidad de la cimentación de la estructura a realizar “CONSTRUCCIÓN DE AULAS PEDAGÓGICAS UANCV – FILIAL AREQUIPA”.

### **2.3.2 NORMATIVIDAD**

Se ha considerado lo estipulado en el reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E-50 de suelos y cimentaciones, la norma básica de diseño sismo-resistente Norma E-30 y la norma E-20 de cargas.

### **2.3.3 MÉTODO DE TRABAJO**

Este estudio se ha realizado mediante una investigación geotécnica que involucra trabajos de campo y ensayos de laboratorio, efectuados en los materiales del lugar investigado Para tal propósito se ha realizado el siguiente programa:

- Ubicación y Ejecución de Calicatas de Exploración y Sondajes con Posteadora
- Toma de Muestras Alteradas e Inalteradas
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio
- Elaboración del Perfil Estratigráfico
- Análisis de la Cimentación

### **2.3.4 SISMICIDAD**

La zona de estudio para la tesis se encuentra en una zona de sismicidad  $Z=3$  según la zonificación propuesta por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Con fines de diseño estructural, la norma considera en forma general los siguientes parámetros sísmicos de diseño para los suelos de la zona.

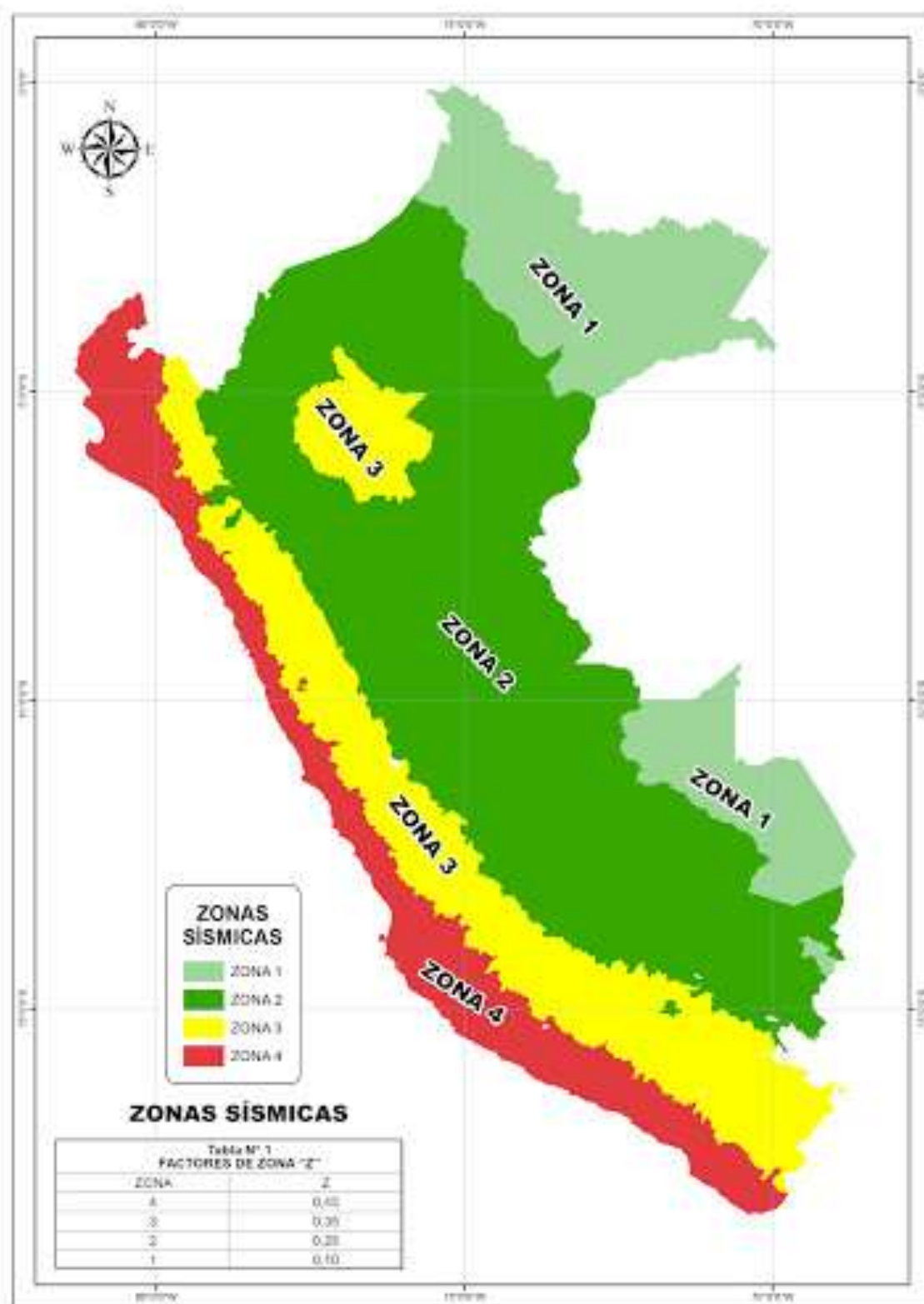


IMAGEN 2 3 .-Plano de Zona Sísmica

| PARÁMETROS            | MAGNITUD | FUENTE DE DATOS   |
|-----------------------|----------|-------------------|
| ZONA                  | 3        | OBTENIDO DE RNE   |
| FACTOR DE ZONA        | 0.35     | OBTENIDO DE RNE   |
| CALIFICACIÓN DE SUELO | S2       | ESTUDIO REALIZADO |
| PARÁMETROS DE SUELO   | T=0.6S   | ESTUDIO REALIZADO |

TABLA 2.1.-Zonificación sísmica según RNC

#### 2.3.4.1 Aceleración sísmica

Los datos mostrados a continuación fueron extraídos de la página del Instituto Geofísico del Perú

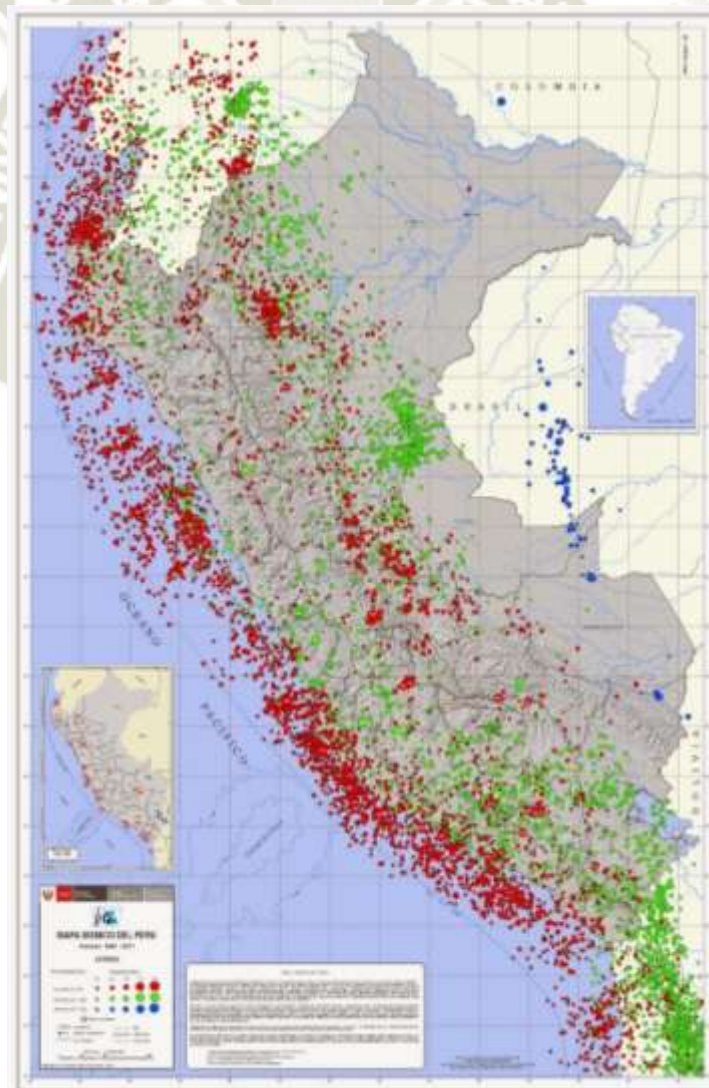


IMAGEN 2 4.-Sismos Registrados por el IGP

<http://sincensuracanete.blogspot.com/2014/03/cuidado-con-los-sismos-expertos.html>

## 2.3.5 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

### 2.3.5.1 Trabajo en Campo

Con el objeto de determinar las características del sub suelo en el área de estudio, se ejecutó 1 calicata y 1 sondaje con Posteadora, las cuales fueron ubicadas convenientemente de tal manera que pueda cubrir el área de estudio y de esta manera determinar el perfil estratigráfico.

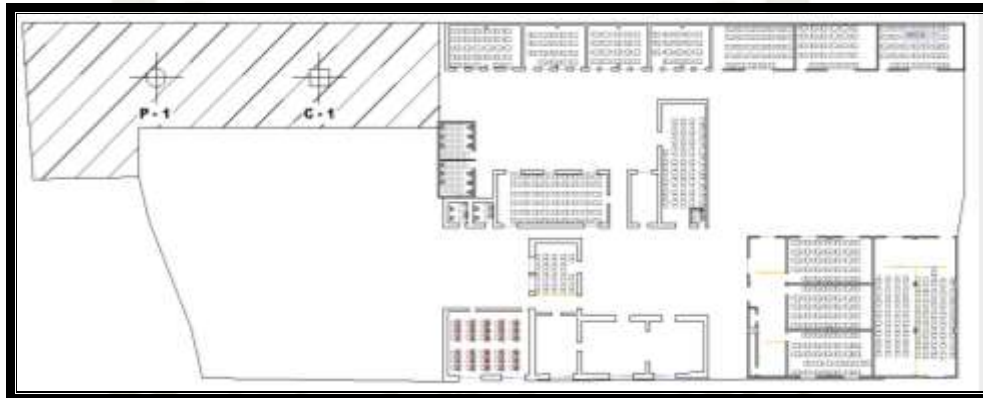


IMAGEN 2. 5.- Ubicación de Calicata

### 2.3.5.2 Sondaje con Posteadora

Con el objetivo de recuperar muestras que permitan identificar el perfil estratigráfico del terreno en estudio se realizó 1 sondeo, a una profundidad hasta 3.00 m.

### 2.3.5.3 Calicata

Asimismo, se ha realizado la apertura de 01 Calicata, hasta alcanzar una profundidad de 3.00 m de la que se han tomado muestras inalteradas, de las cuales se han realizado ensayos en laboratorio y Corte Directo para poder determinar la capacidad portante.

## 2.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

La clasificación de suelos tiene por objetivo determinar las características distintivas del suelo y ubicarlas dentro de los rangos que se encuentran presentes en la norma USCV ( Sistema Unificado de Clasificación De Suelos) y AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).La clasificación del suelo dependerá del tamaño de las partículas por las que está conformada, en algunos casos esta

característica se rige por la adherencia que existe entre sus partículas. (EDIFICACIONES, E 050 Suelos y cimentaciones, 2018)

#### 2.4.1 SUELO GRANULAR

Según la distribución de tamaño de las partículas se clasifica el tipo de suelo los tamaños de partículas se ven reflejados en la curva de gradación o curva de distribución de tamaños. la curva de gradación se obtiene midiendo la distribución de tamaño de las partículas de una muestra de suelo representativa, en gravas y arenas podemos realizar el análisis por tamizado y con un análisis de sedimentación para la fracción limosa.

#### 2.4.2 SUELO NO GRANULAR

*“La clasificación de los suelos no granulares adicional al método de tamizado se realiza con los límites de ATTERBERG, los límites están sujetos a la adherencia del contenido de humedad y plasticidad del suelo, límite líquido, (LL) Límite Plástico, (LP) índice de Plasticidad (IP)”*. (EDIFICACIONES, E 050 Suelos y cimentaciones, 2018, pág. 430)

#### 2.4.3 ANÁLISIS POR TAMIZADO

Una muestra representativa de suelo es pasada a través de varios tamices estándar con aberturas que van disminuyendo cada vez, luego se mide la masa retenida en cada una de las mallas, con estos datos podemos calcular el porcentaje retenido del suelo que pasa a través de cada tamiz y luego representa en función de la abertura correspondiente.

### 2.5 ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO

A continuación, se presenta los perfiles estratigráficos de las calicatas realizadas en el campo.




| PERFIL ESTRATIGRÁFICO |       |  |   |
|-----------------------|-------|--|---|
| ALTURA                | SUSC  | SIMBOLOGÍA   | DESCRIPCIÓN   |
| 0.0-0.30m             |       |   | Está conformado por Material Orgánico con Limos.                        |
| 0.3-1.00m             | SW    |   | Está conformado por Arena Bien Graduada,                                |
| 1.00-3.00m            | SP-SC |  | Está conformado por Arena Pobremente Graduada con presencia de Arcilla, |

IMAGEN 2 6.- Perfil estratigráfico Calicata 1

## 2.6 ESTUDIO DE CIMENTACIÓN

El objetivo de este ensayo es la determinación de la densidad del terreno, para esto se realizó el ensayo denominada parafina.

| DESCRIPCION                | unidad             | M1   | M2   | M3   |
|----------------------------|--------------------|------|------|------|
| Densidad del suelo húmedo  | gf/cm <sup>3</sup> | 1.65 | 1.72 | 1.74 |
| Densidad natural del suelo | gf/cm <sup>4</sup> | 1.53 | 1.55 | 1.57 |

TABLA 2 2.- Densidad de suelo  
(anexo 1 mecánica de suelos)

En el cuadro se muestra las propiedades físicas del suelo obtenidas en el laboratorio

| PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO | UND                   | CALICATA 1 |
|-------------------------------|-----------------------|------------|
| Pasa malla #200               | %                     | 50.65      |
| Limite Líquido (LL)           | -                     | 5.62       |
| Limite Plástico (Lp)          | -                     | NP         |
| Índice de Plasticidad (IP)    | -                     | NP         |
| Clasificación SUCS            | -                     | SP-SC      |
| Humedad Natural               | %                     | 10.44%     |
| Densidad Natural              | (gf/cm <sup>3</sup> ) | 1.56       |
| Densidad Máxima               | (gf/cm <sup>3</sup> ) | 1.60       |
| Densidad Mínima               | (gf/cm <sup>3</sup> ) | 1.54       |
| Angulo de fricción            | Ø                     | 23.58      |
| Cohesión                      | (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.238      |

**TABLA 2 3.-**Características físicas – Mecánica del suelo  
(anexo 1 mecánica de suelos)

### 2.6.1 ENSAYOS DE LABORATORIOS

Los ensayos se realizaran en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, la identificación y clasificación de las muestras representativas y se procedió a ejecutar con ellas, la determinación de las propiedades físicas y mecánicas mediante Ensayos efectuados bajo normas y especificaciones correspondientes para estos casos (ASTM, ASSHTO, INTINTEC, Etc.). (EDIFICACIONES, E 050 Suelos y cimentaciones, 2018)

Los ensayos practicados son:

- Ensayo de Contenido de Humedad                      ASTM D 2216
- Análisis granulométrico                                      ASTM D 422
- Peso Específico de los sólidos                              ASTM D 854
- Corte Directo    ASTM D 3080

- Análisis Granulométrico por Tamizado      ASTM D422
- Límite Líquido      ASTM D4318
- Límite Plástico      ASTM D4318
- Contenido de Humedad      ASTM 2216

## 2.6.2 CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

Para nuestra evaluación tomamos las Ecuaciones de TERZAGHI, que ha dado muy buenos resultados en la práctica y presenta distintas ecuaciones para los diversos tipos de cimentación.

Se han considerado los resultados procedentes de los cortes directos realizados en laboratorio, tanto del Angulo de Fricción como de la Cohesión.

En el presente supuesto se está dando para zapatas cuadradas de diferentes dimensiones y diferentes profundidades.

| CUADRO DE CAPACIDAD DE CARGA PARA UN ANCHO DE CIMENTACION DE 2 m. |                 |                                   |                                   |      |     |                               |                                |                                   |               |                                 |
|---|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|-----|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Calicata<br>Muestra<br>SUCS                                       | Cohesión<br>(c) | Angulo<br>Fricción<br>Interna (φ) | Factores de Capacidad<br>de Carga |      |     | Ancho de<br>Ciment.(B)<br>(m) | Densidad<br>Natural<br>(gr/cc) | Profund. de<br>Ciment.(Df)<br>(m) | qu<br>(Tn/m2) | q Adm.<br>F.S.( 3 )<br>(Kg/cm2) |
|   |                 |                                   | Nc                                | Nq   | Nr  |                               |                                |                                   |               |                                 |
| C - 1<br>M - 2<br>SP-SC   | 0.238           | 23.38                             | 18.05                             | 8.66 | 8.2 | 2                             | 1.57                           | 0.30                              | 29.48         | 0.98                            |
| C - 1<br>M - 2<br>SP-SC   | 0.238           | 23.38                             | 18.05                             | 8.66 | 8.2 | 2                             | 1.57                           | 1.00                              | 36.28         | 1.21                            |
| C - 1<br>M - 2<br>SP-SC   | 0.238           | 23.38                             | 18.05                             | 8.66 | 8.2 | 2                             | 1.57                           | 2.30                              | 47.16         | 1.57                            |

**TABLA 2. 4.-Carga Admisible del Terreno  
(Anexo 1 – estudio de suelos)**

El suelo para la cimentación correspondiente es de la muestra N°3, ya que contiene la mejor carga admisible (1.57), siendo el material de nuestro estudio una SP - SC Arena Pobremente Graduada con presencia de Arcilla de Baja Plasticidad, de acuerdo a las solicitaciones de la edificación que es de 5 niveles y del tipo educativo, para ello la recomendación es que se realice una cimentación superficial, con zapatas conectadas y con vigas de cimentación.

# **CAPITULO -3**

## **CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL Y PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

## **CAPÍTULO 3**

### **3 CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL Y PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURAL**

#### **3.1 CONCEPTOS ESTRUCTURALES**

Previamente a un análisis y diseño de la edificación, se tiene que realizar un proceso de predimensionamiento de todos los elementos estructurales tales como las losas, vigas estructurales, columnas; así como también las placas de concreto que se puede considerar en el proyecto.

El proceso de predimensionamiento depende principalmente de la disposición de los ambientes en el proyecto arquitectónico, generalmente para el caso de losas y vigas depende de las luces que estas cubren, para el caso de columnas dependen de la carga axial que estas resisten y para el caso de las placas dependen de los espesores que el arquitecto designa para los ambientes, de la altura de la edificación y las fuerzas cortante que absorbe cada elemento. (ESPINOSA, 2009)

Para este objetivo se utilizó ciertas expresiones que dan una idea más clara para poder elegir las dimensiones de los elementos estructurales.

##### **3.1.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Se considero como elementos estructurales de toda edificación a los siguientes: Losas, vigas, columnas, muros o placas, escaleras y la cimentación. Adicionalmente a estos se tiene otros menos importantes como los parapetos, tabiques y los muros de contención (Sótanos, de cisternas o de tanques).

###### **3.1.1.1 Concepto de losa**

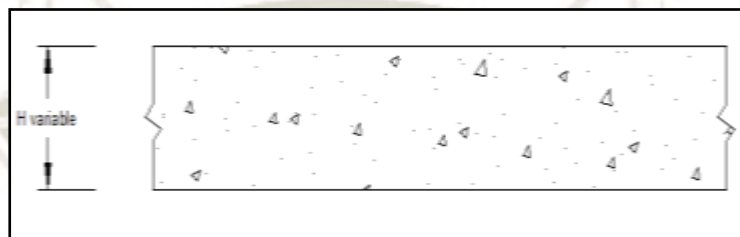
Las losas son las nociones que hacen plausible la sinceridad de los pisos y techos de una cimentación. Tiene dos funciones principales desde el perspectiva estructural: la primera de ellas es ligada a las cargas de luces, que es la difusión cerca de las vigas de las cargas propias de la barranca, el pavimento perfecto, la lastre y eventualmente tabiques u otros nociones apoyados en ellos; y la segunda, ligada a las cargas de sismo, que es la extracción de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un disposición firme en cada firme, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada cota. (ESPINOSA, 2009)

## Tipo de losas

Las losas se pueden subdividir en:

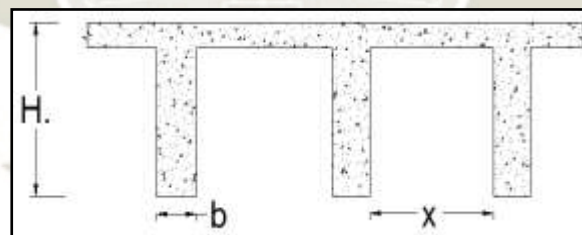
- Losas Macizas
- Losas Nervadas
- Losas Aligeradas

**LOSAS MACIZAS.** - Como su nombre lo indica, las losas macizas tienen un determinado espesor, íntegramente en concreto armado.



**IMAGEN 3. 1.-**Losa maciza de concreto armado

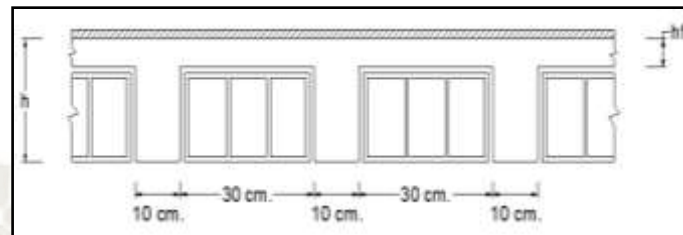
**LOSAS NERVADAS.** - Las losas nervadas tienen en cambio nervios o viguetas cada cierta distancia, unidas por una losa maciza superior más delgada, requiriendo de un encofrado que siga la superficie lateral de las nervaduras y el fondo de la losa superior.



**IMAGEN 3. 2.-**Losa nervada de concreto armado

**LOSAS ALIGERADAS.** - Las losas aligeradas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas esté relleno por un ladrillo aligerado (con espacios vacíos tubulares). El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independientes y ubicadas exactamente por debajo de las viguetas a vaciar, sobresaliendo en su ancho 2.5 cm. como mínimo a cada lado, de tal manera de permitir el apoyo de los ladrillos ubicados entre las viguetas.

En el Perú las losas aligeradas se hacen con viguetas de 10 cm. de ancho, separadas una distancia libre de 30 cm., debido a que los ladrillos se fabrican con este ancho; en otros países es usual considerar ladrillos de 40 cm. de ancho, lo que permite un mayor espaciamiento entre viguetas.



**IMAGEN 3. 3.-** Detalle de losa aligerada

El espesor de las losas macizas o nervadas es totalmente variable, dependiendo de los requerimientos del diseño. Por el contrario, el espesor de los aligerados está prácticamente regido por el espesor de los ladrillos, ya que es común considerar una losa superior mínima de 5 cm. Así cuando se use un ladrillo de 20 cm. se tendrá un espesor total de la losa aligerada de 25 cm. (20 cm. de ladrillo y 5 cm. de losa superior). (ESPINOSA, 2009)

En el Perú los aligerados usuales son de 20 cm., 25 cm. y 30 cm. considerando que los ladrillos se fabrican en espesores de 15, 20 y 25 cm., respectivamente.

Si comparamos los tres tipos de losas en cuanto a su capacidad resistente e inercia (rigidez), es obvio concluir que las losas macizas resultan más resistentes y con mayor inercia. Sin embargo, la comparación no se debería enfocar desde este punto de vista, sino considerando que al usar losas macizas podríamos especificar un menor espesor en relación a lo que se necesitaría si se usa una losa nervada o aligerada.

### **Uso de losa aligerada, maciza o nervadas**

Para edificios de concreto armado, es decir formados por pórticos (columnas y vigas) y por mixtos de pórticos y muros (placas), es usual tener paños rectangulares o cuadrados. En estos casos, generalmente se decide armar en la dirección más corta disponiendo aligerados con viguetas en esa dirección.

Los aligerados armados en una dirección resultan económicos hasta luces de aproximadamente 7 m.; para luces mayores será más económico el uso de losas nervadas, debido al hecho de poder usarse peraltes mayores, sin recurrir a ladrillos especiales o al

hecho de tener que colocar un ladrillo sobre otro, pudiéndose además modular el espaciamiento de las viguetas de acuerdo a requerimientos de cálculo y de arquitectura.

Cuando se tienen paños más o menos cuadrados y de luces comprendidas entre 6m y 8m. Aproximadamente, se pueden usar aligerados en dos direcciones, y para el caso de luces mayores se puede estructurar considerando losas nervadas en dos direcciones (casetones). Esto no niega la posibilidad de usar losas nervadas en dos direcciones para luces menores.

Las losas macizas generalmente resultan más caras, a menos que se vuelvan competitivas al hacerlas más delgadas; esto se puede lograr considerando tuberías de desagüe colgadas o haciendo que las tuberías se ubiquen solo dentro de ambientes coincidentes en diferentes pisos mediante desniveles con rellenos. (ESPINOSA, 2009)

En edificios de albañilería (muros portantes) con ambientes pequeños (menores de 4m) se pueden usar losas macizas de 12 ó 13 cm. de espesor, armadas en dos direcciones, pudiendo resultar competitivas económicamente con los aligerados equivalentes (de 17 cm.), si se evita además el tarrajeo inferior de la losa.

En general se pueden establecer los siguientes conceptos para el predimensionamiento de las losas, en el predimensionamiento de las losas de la edificación se utilizó el siguiente criterio.

Para losas aligeradas:

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>h = 17 cm.</b> | Luces menores de 04 metros.                |
| <b>h = 20 cm.</b> | Luces comprendidas entre 4 y 5.5 metros.   |
| <b>h = 25 cm.</b> | Luces comprendidas entre 5 y 7 metros.     |
| <b>h = 30 cm.</b> | Luces comprendidas entre 6.5 y 7.5 metros. |

Para losas macizas:

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| <b>h = 12 o 13 cm.</b> | Luces menores de 04 metros.           |
| <b>h = 15 cm.</b>      | Luces menores o iguales a 5.5 metros. |
| <b>h = 20 cm.</b>      | Luces menores o iguales a 6.5 metros. |
| <b>h = 25 cm.</b>      | Luces menores o iguales a 7.5 metros. |

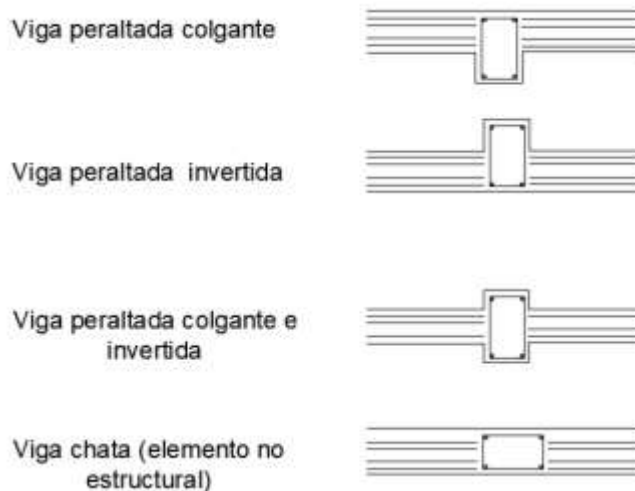
### 3.1.1.2 COMPORTAMIENTO Y TIPOS DE VIGAS

Son los elementos que reciben la carga de las losas, y las transmiten hacia otras o directamente hacia las columnas o muros.

Generalmente las vigas forman los denominados ejes de la estructura, teniendo las columnas ubicadas en sus intersecciones. El conjunto formado por las vigas y las columnas recibe el nombre de pórticos.

Además de la función ya indicada (relativa a dar apoyo a las losas y transmitir su carga hacia las columnas o muros), las vigas tienen una función sísmica importantísima. Esta es la de construir junto con las columnas y muros los elementos resistentes a los diferentes esfuerzos producidos por las fuerzas horizontales de sismo (cortantes, momentos, y axiales), y ser los elementos que ayuda a proporcionar rigidez lateral.

Las vigas pueden ser peraltadas o chatas dependiendo de su altura o peralte; se denomina viga peraltada a aquella que tiene una altura mayor al espesor del techo, y por tanto es visible. Las vigas peraltadas pueden ser invertidas, cuando sobresalen hacia la parte superior de la losa. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)



**IMAGEN 3. 4.-**Tipo de vigas peraltadas  
(Fuente: (C.A., 2015).)

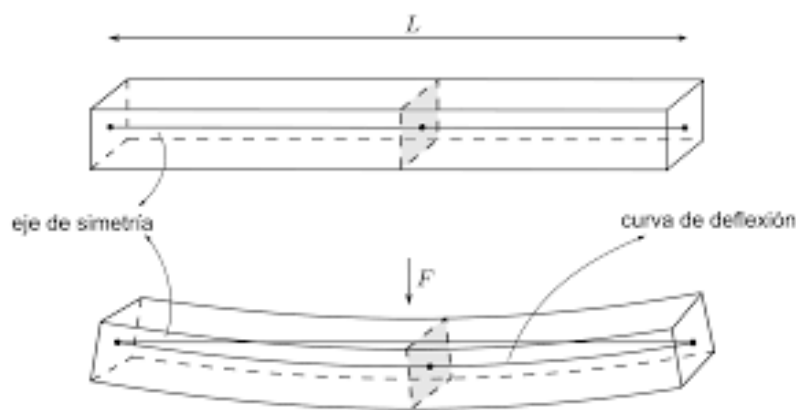
El comportamiento de una viga peraltada y el de una invertida (de la misma altura) es idéntico en cuanto a rigidez y resistencia, y sólo es diferente en cuanto a los esfuerzos internos de su alma, por tener una carga apoyada sobre ella, y la otra la carga colgada de ella.

Las diferencias entre una viga peraltada y una viga chata sí son notorias, puesto que comprenden no sólo su capacidad resistente por flexión y cortante, sino su capacidad de deformación (rigidez o flexibilidad). Es obvio que una viga peraltada se deformará menos y tendrá mayor capacidad resistente que una viga chata, debido a su mayor

inercia y su mayor brazo de palanca interno. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

El comportamiento en flexión de una viga origina esfuerzos de compresión y tracción. Estas fuerzas internas estarán espaciadas una cierta distancia, que será mayor mientras mayor sea el peralte de la viga.

En la imagen 3.5, se observa una viga simplemente apoyada sometida a una carga uniformemente repartida; al deformarse por acción de las cargas, se producen tracciones en la zona inferior y compresiones en la zona superior, siendo máximas en las zonas central de la luz (máximo momento flector).



**IMAGEN 3. 5.-**Fuerzas internas de viga  
(Fuente: (C.A., 2015).)

Como el momento actuante no depende del peralte de la viga, sino de las cargas actuantes y de la luz, y el momento resistente debe ser igual o mayor al actuante, mientras menor sea el peralte, mayores serán los esfuerzos de compresión y/o tracción que se producirán en la viga; basta recordar que el momento resistente es igual al producto de la fuerza por la distancia y que, si la distancia es muy pequeña la fuerza deberá ser muy grande para llegar a obtener el momento requerido.

El peralte de las vigas también es importante para el control de las deformaciones laterales de las edificaciones conformadas por pórticos, puesto que influye directamente en la determinación de la rigidez lateral.

Si imaginamos dos pórticos de las mismas características de luz, altura y dimensiones de columnas, y sólo variamos la sección de la viga, encontramos que el pórtico con viga de mayor peralte se deformará lateralmente menos que el de la viga chata o menos peraltada.

De todo lo indicado anteriormente se puede concluir que es difícil poder recurrir a vigas chatas cuando los esfuerzos actuantes son considerables. Es bastante difundido el concepto que las vigas peraltadas deben usarse en los denominados pórticos principales y que las vigas chatas pueden usarse en las secundarias.

Si no existieran las fuerzas de sismo la afirmación anterior sería totalmente válida; pues en las vigas secundarias, al no existir cargas debidas a la losa (peso propio, piso terminado y sobrecarga), sólo se tiene la carga debida al peso propio de la viga y eventualmente la de algún tabique o parapeto directamente apoyando sobre ella, lo cual no constituye una carga muy importante.

Si se consideran edificaciones que van a estar sometidas a fuerzas de sismo, como las existentes en el Perú, no se puede afirmar que las vigas secundarias pueden ser siempre chatas, puesto que esto significaría que los esfuerzos debidos al sismo van a ser pequeños; el sismo actúa en una edificación en una dirección cualquiera, sin interesarle cual es la dirección que el Arquitecto o el Ingeniero consideró como principal o secundaria.

El objetivo primordial de proporcionar resistencia y rigidez en las dos direcciones de la edificación se puede lograr considerando vigas de adecuada sección en las dos direcciones y recurriéndose además a columnas y muros (placas) convenientemente ubicadas en planta. (ESPINOSA, 2009)

Si se tiene una edificación con muros (placas) importantes en una dirección, los cuales proporcionan adecuada rigidez lateral y absorben los angeles mayor parte de las fuerzas de sismo, será factible que se tenga vigas chatas en los pórticos restantes de los angeles misma dirección, si estas no reciben cargas verticales importantes, puesto que sus esfuerzos serán reducidos.

Las estructuras conformadas por losas sin vigas podrían usarse recurriendo a muros importantes en determinados ejes, de modo tal de lograr rigidez y resistencia sísmica mediante estos elementos ubicados en las dos direcciones del edificio.

|                       |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| <b>L &lt;= 5.5 m.</b> | <b>25x50, 30x50.</b>               |
| <b>L &lt;= 6.5 m.</b> | <b>25x60, 30x60, 40x60.</b>        |
| <b>L &lt;= 7.5 m.</b> | <b>25x70, 30x70, 40x70, 50x70.</b> |
| <b>L &lt;= 8.5 m.</b> | <b>30x75, 40x75, 30x80, 40x80.</b> |
| <b>L &lt;= 9.5 m.</b> | <b>30x85, 30x90, 40x85, 40x90.</b> |

### 3.1.1.3 Concepto de columnas

En la edificación se utilizó el siguiente criterio, puesto que es una edificación formada por muros de corte en las dos direcciones las columnas se dimensionaron con la siguiente expresión:

$$\text{Area de Columna} = \frac{P (\text{servicio})}{0.45 \cdot f'c} \quad \text{ECUACION (3 1)}$$

### 3.1.1.4 Concepto de placas o muros de corte

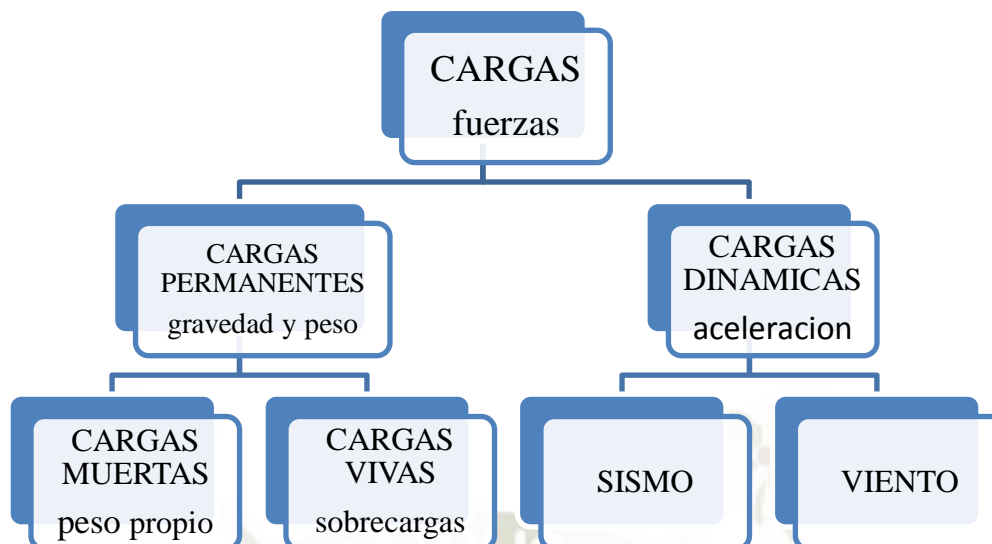
El predimensionamiento de placas es un poco complejo puesto que no hay expresiones exactas que nos permitan predimensionar una placa de manera exacta, pero en general existen requisitos que se deben cumplir para el espesor de las placas, por ejemplo, el espesor mínimo de las placas debe ser de 10 cm. cabe recordar que las dimensiones de las placas están íntimamente relacionadas con los requisitos de arquitectura. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

## 3.2 METRADOS DE CARGAS

El “Metrado de Cargas”, el cual depende directamente de las propiedades de nuestros materiales, de sus dimensiones y de la disposición de estos entre sí.

Los análisis y posteriormente los diseños se basan en hallar los diferentes esfuerzos en los elementos estructurales y que éstos tengan la capacidad de poder resistirlos a través de su sección y tipo de material.

En el siguiente diagrama podemos observar los diferentes tipos de cargas que generalmente se presentan en nuestro entorno:



**IMAGEN 3. 6.-** Tipo de cargas  
(C.A., 2015)

Las cargas que nosotros debemos considerar para el proyecto en mención son principalmente de dos tipos:

- Cargas Permanentes (carga muerta, carga viva)
- Cargas Dinámicas (sismo)

### 3.2.1 CARGAS PERMANENTES

Las cargas permanentes son aquellas que están relacionadas con el peso, también se conocen como cargas de gravedad.

Existen dos tipos de cargas permanentes que dependen del material y del uso de la edificación. Las cargas permanentes son: Cargas Muertas y Cargas Vivas.

#### 3.2.1.1 CARGAS MUERTAS

Se deben a los pesos de los elementos estructurales y los elementos no estructurales. Están relacionados directamente al tipo de material, su Peso específico ( $\gamma_e$ ) y su sección (Base “b”, peralte “h” y longitud del elemento “L”).

Todos los materiales tienen un peso específico (Peso/Volumen) y conociendo su geometría podemos encontrar el peso total de cada elemento.

Este peso generalmente es invariable durante la vida útil del elemento, puede tener variación solamente en el proceso constructivo, debido a una mayor o menor sección, siendo esta variación mínima. En algunos casos, como son los elementos no

estructurales, puede existir una variación si estos elementos son eliminados o reemplazados por otro material. Por lo tanto, no es recomendable modificar los elementos no estructurales salvo que esta modificación sea con materiales de menor peso específico. (EDIFICACIONES, E 020- CARGAS, 2018)

| MATERIALES                         | PESO<br>(Kgf/m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Unidades de arcilla cocida sólidas | 1800                          |
| Unidades de arcilla hueca          | 1350                          |
| Concreto simple                    | 2300                          |
| Concreto armado                    | 2400                          |
| Mortero de cemento                 | 2000                          |
| Maderas Grupo "A"                  | 1100                          |
| Maderas Grupo "B"                  | 1000                          |
| Maderas Grupo "C"                  | 900                           |
| Bloques de vidrio                  | 1000                          |
| Piedra pómez                       | 700                           |
| Cemento                            | 1450                          |
| Hielo                              | 920                           |
| Arena húmeda                       | 1800                          |
| Grava y arena seca                 | 1600                          |
| Tierra seca                        | 1600                          |
| Tierra saturada                    | 1800                          |
| Acero                              | 7850                          |
| Ladrillo pastelero                 | 1600                          |
| Teja artesanal                     | 1600                          |
| Teja industrial                    | 1800                          |
| Vidrios                            | 2500                          |

**TABLA 3.1.-** Pesos específicos de materiales de construcción  
(Anexo 1 (EDIFICACIONES, E 020- CARGAS, 2018))

### 3.2.1.2 CARGAS VIVAS

Las cargas vivas, llamadas también sobrecargas, están relacionadas con el uso del Reglamento Nacional de Edificaciones, por lo tanto, estas tienen que ver con la cantidad de personas, muebles, equipos, maquinarias, vehículos y otros.

En la actualidad existe en el Reglamento Nacional de Edificaciones, la Norma Técnica E-020 el cual trata sobre las diferentes cargas que se deben aplicar a las estructuras de acuerdo al uso de la edificación.

| OCUPACION O USO                             | CARGAS REPARTIDAS (Kgf/m <sup>2</sup> ) |
|---|---|
| Almacenes                                   | 500                                     |
| Bibliotecas-Salas de lectura                | 300                                     |
| Salas de almacenaje con estantes fijos      | 750                                     |
| Centros de Educación-Aulas                  | 250                                     |
| Centro de Educación-Talleres                | 350                                     |
| Centros de Educación-Auditorios             | 400                                     |
| Centros de Educación-Laboratorios           | 300                                     |
| Playa de Estacionamiento-Vehículos menores  | 250                                     |
| Hospitales-Salas de operación, laboratorios | 300                                     |
| Hospitales-Cuartos                          | 200                                     |
| Hoteles-Cuartos                             | 200                                     |
| Hoteles-Almacenaje y Servicios              | 500                                     |
| Asamblea con asientos fijos                 | 300                                     |
| Asamblea con asientos movibles              | 400                                     |
| Salones de baile, restaurantes              | 400                                     |
| Graderías y tribunas                        | 500                                     |
| Oficinas                                    | 250                                     |
| Salas de archivos                           | 500                                     |
| Teatros-Vestidores                          | 200                                     |
| Teatros-Cuarto de proyección                | 300                                     |
| Teatros-Escenarios                          | 500                                     |
| Tiendas                                     | 500                                     |
| Viviendas                                   | 200                                     |
| Escaleras –Lugares públicos                 | 400                                     |
| Escaleras-Vivienda                          | 200                                     |

**TABLA 3 2.-** Carga viva para diferentes ambientes  
(Tabla 1 (EDIFICACIONES, E 020- CARGAS, 2018))

| TIPO                | OCUPACION O USO                     | CARGAS REPARTIDAS (Kgf/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|-------------------------------------|---|
| <b>CARGA VIVA</b>   | Corredores                          | 250                                     |
|                     | Aulas                               | 250                                     |
|                     | Azoteas con inclinación mayor de 3° | 50 - 100                                |
| <b>CARGA MUERTA</b> | Corredores                          | 150                                     |
|                     | Aulas                               | 150                                     |
|                     | Azoteas con inclinación mayor de 3° | 50 - 100                                |

**TABLA 3. 3.-** Cargas propuesta para el proyecto

### 3.2.2 CARGAS DINAMICAS. -

Las cargas dinámicas se refieren a aquellas que no son permanentes, son esporádicas y se presentan debido a la presencia de una aceleración, esto es una variación de velocidades.

Las principales cargas dinámicas que se presentan en nuestro entorno son de viento y principalmente de sismo. Son las que más daño ocasionan a las edificaciones por cuanto su comportamiento sobre cada edificación es diferente, pueden tener variaciones de velocidades muy amplias que finalmente generan aceleraciones que conjuntamente con el peso de los edificios producen fuerzas que pueden hacer colapsar cualquier estructura.

Se piensa que estas fuerzas son las de mayor importancia, en los últimos años se ha demostrado que debido a fuerzas de sismo muchas edificaciones han tenido problemas estructurales. (EDIFICACIONES, E 020- CARGAS, 2018)

Adicionalmente se tiene que reconocer que los avances tecnológicos han permitido tener mejores equipos que nos permiten obtener datos sobre aceleraciones de los sismos.

### 3.2.2.1 SISMO. -

El Perú se encuentra en la zona de mayor concentración de sismos, ellos han producido grandes pérdidas de vidas y económicas. Se han presentado en todo el litoral y en algunas zonas del nororiente.

El origen de los sismos se ha sido asignado a causas diferentes a lo largo de la historia. Recién a principios del siglo pasado los sismos comienzan a vincularse con fallas geológicas.

En el caso del Perú se presenta dos placas: La Placa Continental y La Placa de Nazca, esta última por subducción penetra bajo la placa Continental, por este movimiento se han producido grandes terremotos en nuestro País.

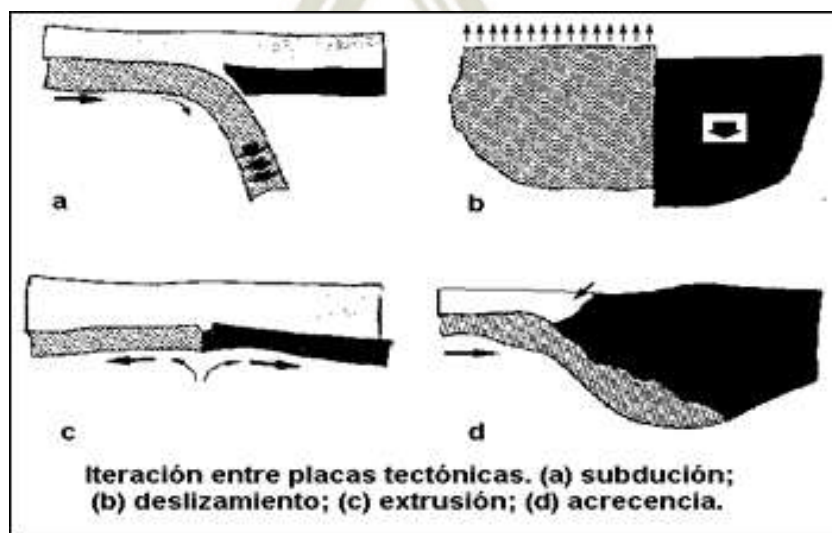


IMAGEN 3 1.- Interacción entre placas tectónicas

(EDIFICACIONES, E 020- CARGAS, 2018)

Los estudios de los sismos en nuestro país, teniendo en cuenta los problemas que se pueden generar en las edificaciones, recién empiezan a partir de los años setenta. Anteriormente no se tenía ninguna Norma que permitiera poder encontrar la fuerza sísmica.

Actualmente el Cortante Basal debido al sismo para cualquier edificación queda definido de la siguiente manera de acuerdo a nuestro reglamento, Norma E-030 de Sismo resistencia.

$$V = \frac{ZUSC}{R} P \quad \text{ECUACION (3 2)}$$

En el siguiente capítulo IV realizaremos un análisis más profundo de los parámetros que considera nuestra norma E-030 para el análisis sísmico de nuestras estructuras tanto para el análisis estático como para el análisis dinámico. (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

### 3.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

#### LOSAS ALIGERADAS

Según lo estipulado en la norma peruana E.060, es posible dejar de verificar las deflexiones en las losas aligeradas si se toma como mínimo un peralte  $h = L/25$  para determinar el espesor del aligerado, siendo “L” es la mayor longitud de luz libre. Este espesor considera los 5 cm de concreto que se coloca por encima del ladrillo más la altura del mismo.

$$h = \frac{6.67}{25}$$

$$h = 0.26\text{cm}$$

No obstante, el espesor elegido fue de 0.25m, en el diseño veremos que hubo zonas en que se necesitó ensanches aun teniendo el peralte de 0.25m.

#### LOSAS MACIZAS

En la norma E.060, es posible dejar de verificar las deflexiones en las losas macizas si se toma como mínimo un peralte de  $h = L/30$  para determinar el espesor de la losa; siendo “L” es la mayor longitud de luz libre.

$$h = \frac{3.25}{30}$$

$$h = 0.11\text{cm}$$

La luz de los paños en este son de igual manera que en los demás niveles de 4.75 m, aplicando lo ya señalado anteriormente obtenemos 0.15 m.

Pero siendo estas losas apoyo contra el volteo de los MC y parte esencial en el desempeño de los aisladores es que se decidió colocar un espesor de 0.25m

## VIGAS

En el pre dimensionamiento de las vigas generalmente se considera un peralte del orden de  $L/10$  ó  $L/12$ , en donde  $L$  es la mayor luz libre, además la base de la viga puede variar entre 0.30 - 0.50 del peralte, esto sin llegar a ser menor de 25 cm para el caso de vigas que forman pórticos o elementos sismos resistentes según lo estipulado en la Norma Peruana. Para nuestro edificio:

$$h = \frac{L}{10}$$

$$h = \frac{L}{12}$$

En el sentido X:

$$h = \frac{6.77}{10}$$

$$h = \frac{6.77}{12}$$

$$h = 0.677 \text{ cm}$$

$$h = 0.56 \text{ cm}$$

$L=6.77\text{m}$ , entonces obtenemos un peralte  $0.677\text{m}$ , por lo tanto nuestra viga en dirección X tendrá un peralte de  $0.60 \text{ m}$ .

En el sentido Y:

$$h = \frac{6.20}{10}$$

$$h = \frac{6.20}{12}$$

$$h = 0.62 \text{ cm}$$

$$h = 0.52 \text{ cm}$$

$L=6.2\text{m}$ , entonces obtenemos un peralte  $0.62 \text{ m}$ , por lo tanto, nuestra viga en dirección Y tendrá un peralte de  $0.60 \text{ m}$ .

Y finalmente en ambos casos se elige como base una dimensión de  $0.30 \text{ m}$  para todas las vigas.

## COLUMNAS

En el predimensionamiento de columnas debemos considerar que estas son elementos sometidos a flexo-compresión.

Las columnas se pueden predimensionar con el siguiente criterio basado en las cargas estáticas:  $\text{Área} = \text{Carga Axial} / 100$ , donde:

Área de columna predimensionada (cm<sup>2</sup>).

Carga Axial: Las cargas axiales en la base de las columnas de esta estructura están en el rango de 250 a 400 Tnf, lo que nos arroja un área promedio de 2500cm<sup>2</sup>. Los peraltes a utilizar serán los necesarios para portar rigidez lateral al edificio.

Finalmente se decidió dotar a la estructura de columnas con sección transversal de 30cmx60cm

### PLACAS

Debido a que las dimensiones finales de la placa solo se obtienen luego de realizar el análisis sísmico, se procederá a realizar un predimensionamiento inicial considerando 0.25m de espesor

Para los muros de contención por estar estos expuesto al terreno y recibir algo de carga proveniente del techo del sótano, además de las presiones de tierra, se vio por conveniente colocar un espesor de 0.30m

| NIVEL     | PESO TOTAL (100%CM + 50%CV) |
|-----------|-----------------------------|
| 1er Nivel | 273.39 Ton                  |
| 2do Nivel | 264.39 Ton                  |
| 3er Nivel | 264.39 Ton.                 |
| 4to Nivel | 264.39 Ton.                 |
| 5to Nivel | 163.34 Ton.                 |

**TABLA 3.4.-** Tabla resumen de metrado de cargas.

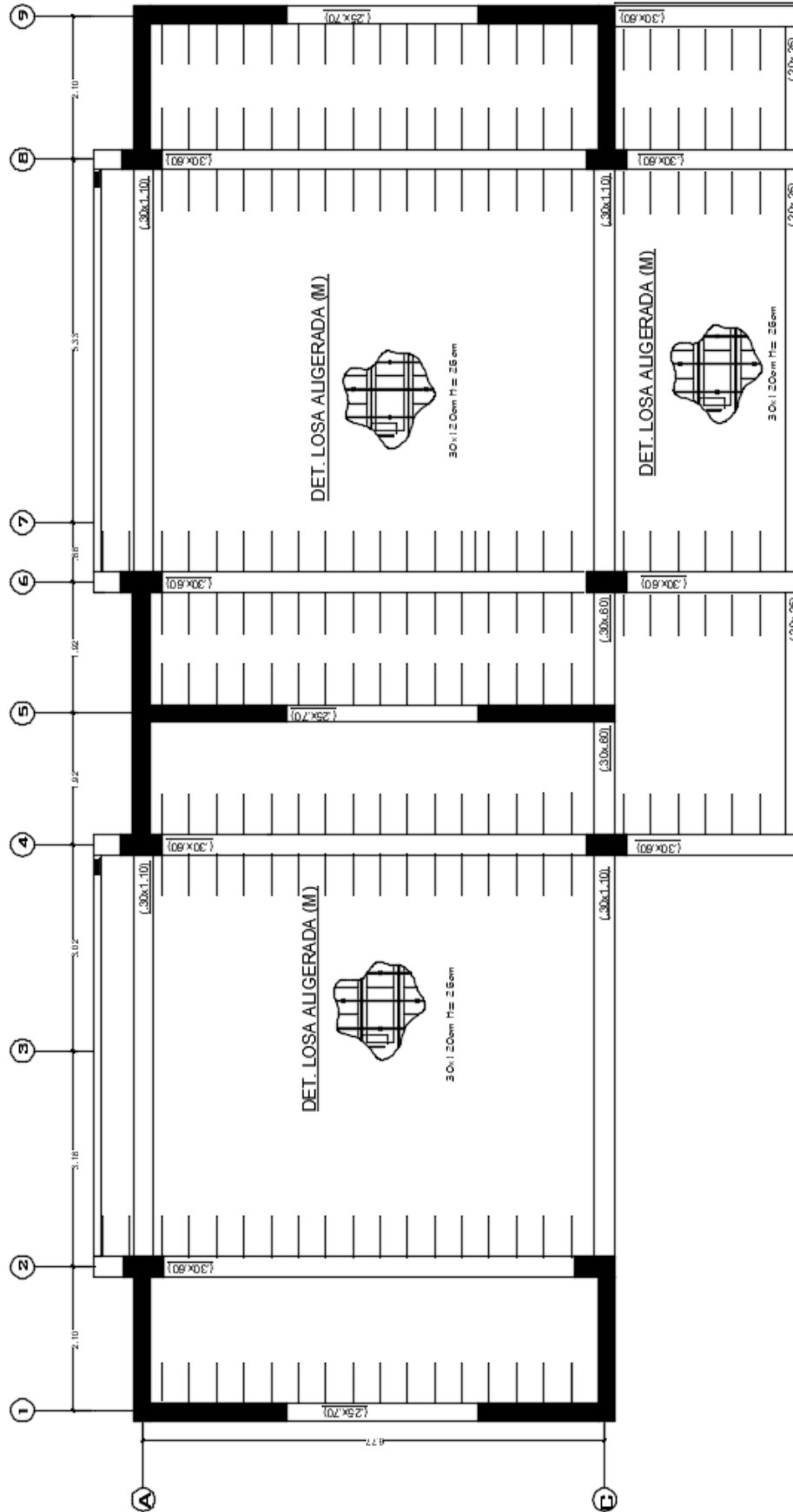


IMAGEN 3. 7.-Codificación de elementos estructurales para metrado de cargas



# CAPITULO -4

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL

≡

## CAPITULO 4

### 4 ANALISIS ESTRUCTURAL

#### 4.1 ANÁLISIS DE CARGA VIVA

El análisis se hace suponiendo las cargas que pueden estar presentes sobre las losas durante el tiempo de vida de la Estructura. Son cargas gravitacionales referidas al peso producido por los ocupantes, materiales, muebles y equipos las cuales están en continuo movimiento, no se mantienen constantes ya que su magnitud dependerá del uso del ambiente.

| CARGAS VIVAS MINIMAS CENTRO EDUCATIVO |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| OCUPACION O USO CARGAS REPARTIDAS     | (Kgf/m <sup>2</sup> ) |
| AULAS                                 | 250                   |
| PASADIZO                              | 250                   |

TABLA 4.1.- Cargas vivas mínimas

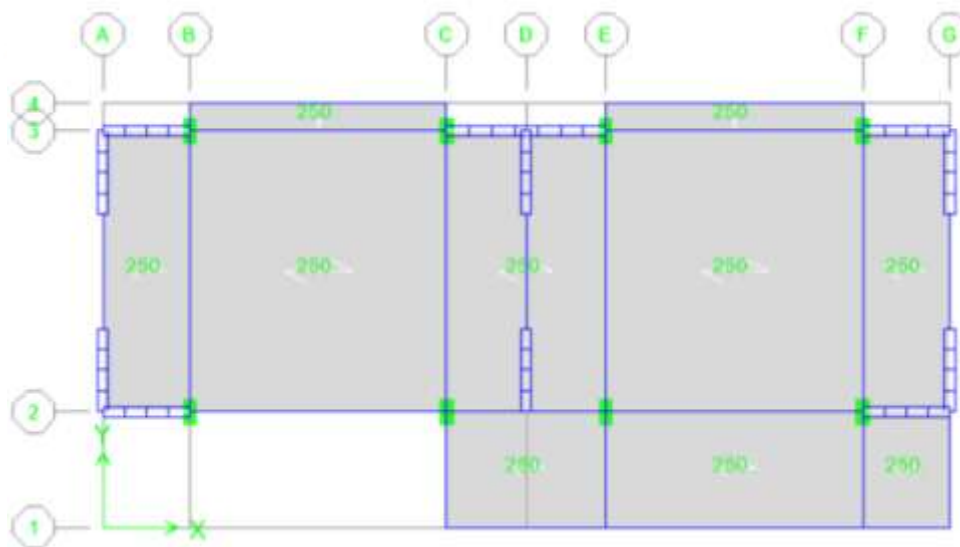


IMAGEN 4.1.-Carga viva del piso 2 (kgf-m)

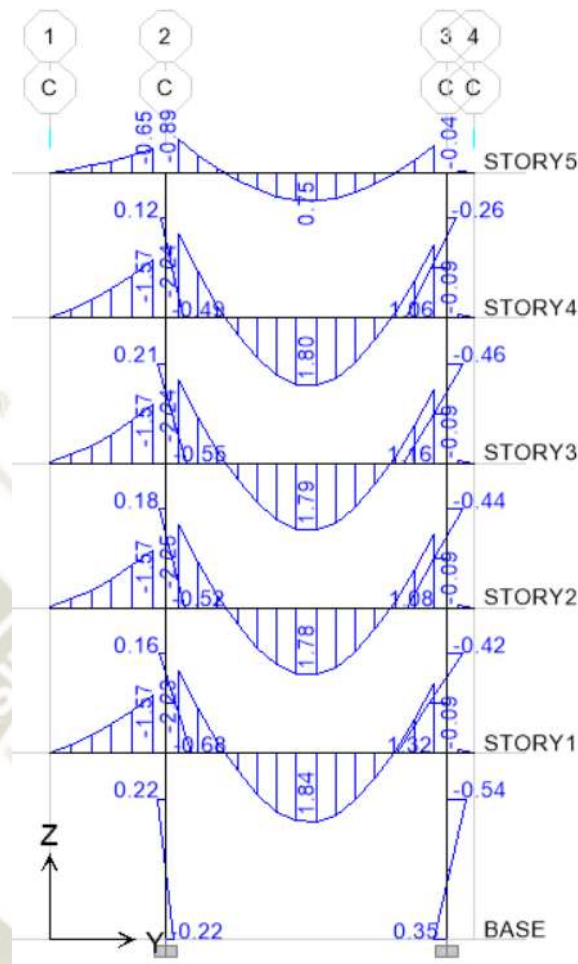


IMAGEN 4.2.- Momento producido por la carga viva (ton-m)

#### 4.2 ANÁLISIS DE CARGA MUERTA

Para este análisis solo se considera el peso de la estructura, entonces en el metrado que se verá más adelante se podría calcular el peso de la estructura sin mayor complicación.

“Son cargas gravitacionales que se mantienen constantes en magnitud y fijas en su posición. Estas cargas están constituidas por el propio peso de sus elementos como la losa, vigas, muros y columnas”. (EDIFICACIONES, E 020- CARGAS, 2018) Se considera el peso real de los materiales que conforman y de los que deberán soportar la edificación calculada en base a sus pesos unitarios que aparecen en la Norma E-020, pudiéndose usar pesos unitarios menores cuando se justifiquen debidamente.

El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de fábrica.

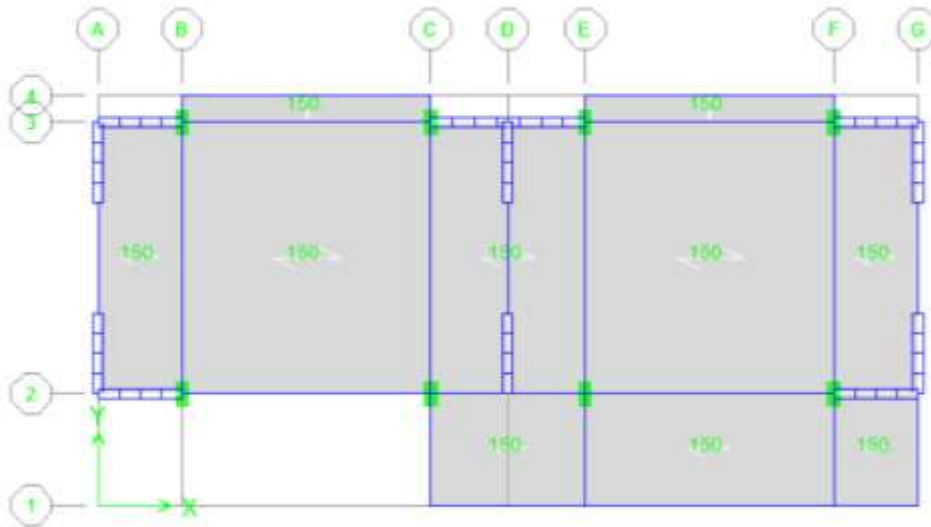


IMAGEN 4.3.-Carga muerta piso 2 (kgf-m)

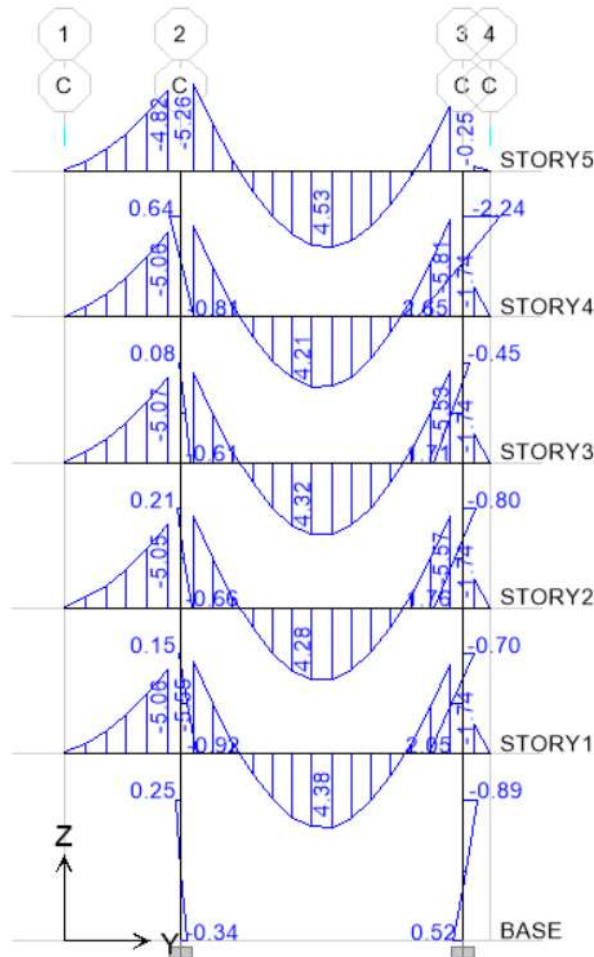


IMAGEN 4. 4.- Momento producido por la carga muerta (ton-m)

### 4.3 ANÁLISIS SÍSMICO

#### 4.3.1 ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

El Análisis Sísmico Estático se procede a realizar tomando en cuenta los criterios explicados en la norma E-030 para análisis estático, en otras palabras, hallando las fuerzas inerciales para cada nivel de la edificación y tomando en cuenta su efecto de torsión en planta.

Este método en general representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

El cálculo de las fuerzas inerciales para cada nivel se realiza considerando los pesos de cada nivel y además de su altura para cada nivel; de este cálculo también se puede hallar los cortantes para cada nivel y también el momento de volteo del edificio. “Se recalca que el peso de la edificación por nivel debe considerar el porcentaje de carga viva, en este caso el porcentaje que se considera es del 50% debido a que el edificio está destinado como categoría A1”. (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

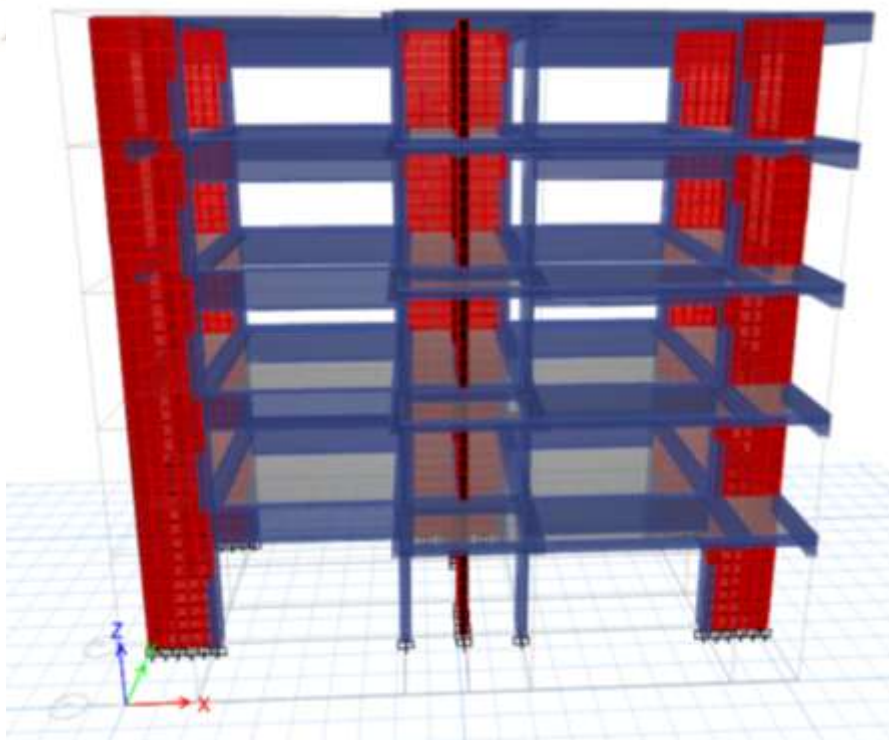


IMAGEN 4. 5.- Modelo estructural de la edificación

#### 4.3.1.1 CALCULO DEL CORTANTE BASAL

Para el cálculo del cortante Basal “V”, tendremos en cuenta los criterios de la norma E-030 y hallaremos las fuerzas inerciales para cada uno de los niveles de la edificación como se vio en los acápites anteriores.

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} \cdot P \quad \text{ECUACIÓN (3.3)}$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

En la expresión mostrada para el cortante basal debe considerarse para  $C/R$  el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \quad \text{ECUACION (4.1)}$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

Para el cálculo de C se procede como se indicó anteriormente:

$$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right), \quad C \leq 2.50 \quad \text{ECUACION (4.2)}$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

Recuerde que el periodo de la estructura quedo definido.

$$T = \frac{h_n}{C_t} \quad \text{ECUACION (4.3)}$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

Para la edificación se procede como de la siguiente manera:

Por ser suelo tipo S2, el periodo del suelo es:

$$T_p = 0.6 \text{ seg.}$$

La edificación tiene un total de 5 niveles haciendo una altura total de:

$$h_n = 18.5 \text{ m.}$$

En la edificación hay predominio de muros de corte y es una edificación de concreto armado, por lo tanto:

$$C_t = 60$$

Haciendo el cálculo del Periodo “**T**” mediante la ecuación 4.3:

$$T = \frac{18.5}{60}$$

$$T = 0.308 \text{ seg.}$$

Haciendo el cálculo del Coeficiente de Amplificación “**C**”:

$$C = 2.5 \cdot \left(\frac{0.60}{0.3}\right)$$

$$C = 2.5$$

Para el cálculo del Coeficiente de Reducción **R**, primeramente, se define las características de la edificación.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

Como se puede observar en los planos de arquitectura y en los planos de estructuración, el edificio materia de esta tesis es un edificio cuyo sistema estructural esta dado predominantemente por muros estructurales, en el eje “X” y sistema dual (pórtico + muros estructurales) en el eje Y, el cortante que reciben estos muros de corte es mayor al 90% del cortante en la base.

Según la Norma Sismorresistente, se indica que para sistemas estructurales en los cuales la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los cuales actúa por lo menos el 90% del cortante por ser irregular en la base debe considerarse un factor de  $R_0$  igual en el sentido “X-X” y el eje “Y-Y”

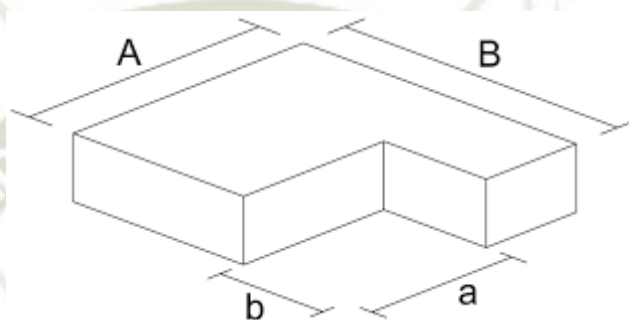
Por esta razón el factor de Reducción para nuestra edificación es de:

$$R_0 = 6 \quad \text{en eje X}$$

$$R_0 = 6 \quad \text{en eje Y}$$

En el caso de la edificación, su altura bordea los 18.5 m. de altura, e incluso cumple con uno de los casos de irregularidad.

“La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores 20% de la correspondiente dimensión total de la planta. **TABLA 9** (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018, pág. 388)



**IMAGEN 4. 6.-**Esquina entrante del bloque A

$$\frac{B}{b} = \frac{2.8}{10.24} = 0.25 \quad 25\% \geq 20\% \quad \text{de la dimensión total de la planta}$$

$$\frac{A}{a} = \frac{8.3}{20.75} = 0.4 \quad 40\% \geq 20\% \quad \text{de la dimensión total de la planta}$$

Por estas razones clasificaremos a nuestra edificación como una edificación Irregular, por lo tanto:

$$I_a = 1 \quad I_p = 0.9$$

$$R = 6 * 1 * 0.9$$

$$R = 5.4$$

$$R = 5.4 \text{ en X-X}$$

$$R = 5.4 \text{ en Y-Y}$$

Seguidamente verificamos el parámetro de C/R definido en la **ecuación 4.1**:

$$\frac{C}{R} = 0.463 \text{ eje X}$$

$$\frac{C}{R} = 0.463 \text{ eje Y}$$

Luego establecemos un cuadro con todos los pesos por nivel de la edificación.

| PESOS POR NIVEL (Ton) |          |          |
|-----------------------|----------|----------|
|                       | BLOQUE A | BLOQUE B |
| 1er nivel             | 273.40   | 292.64   |
| 2do nivel             | 262.84   | 288.77   |
| 3er nivel             | 262.91   | 288.77   |
| 4to nivel             | 262.77   | 288.77   |
| 5to nivel             | 162.05   | 218.34   |
| <b>TOTAL</b>          | 1285.19  | 1476.29  |

**TABLA 4. 2.-**Pesos del edificio por nivel (incluyendo % de carga viva)  
(pesos de bloques -calculo etabs)

Seguidamente se define los factores de zona, uso, y del suelo de la edificación bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones la norma E-30.

- Para el Factor de Zona Z, se sabe que el proyecto se encuentra en el distrito del Cercado de la ciudad de Arequipa (**Zona 03**), teniendo para esta Región el factor de Zona igual a:

$$Z = 0.35$$

- Por ser una edificación con uso de edificación especial (centro educativo), el factor de Uso para este caso es de:

$$U = 1.50$$

- Como se vio anteriormente, el suelo de cimentación según nuestro estudio de suelos, clasifica al suelo de cimentación como de tipo Intermedio, cuyos componentes principales son la arena y la grava, el suelo es de tipo S2:

$$S = 1.15$$

Luego se continúa con el cálculo del Cortante en la base, Cortante Basal:

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} \cdot P \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

Obteniendo un valor para el cortante en la base de:

$$V = 359.22Ton$$

#### 4.3.1.2 Distribución de la fuerza sísmica en altura

La distribución de la fuerza sísmica para cada nivel del edificio se calculará como sigue a continuación:

$$F_i = \alpha_i * (V) \quad \text{ECUACION (4.4)}$$

$$\alpha_i = \frac{(P_i \cdot (h_i)^k)}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k}$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018, pág. 390)

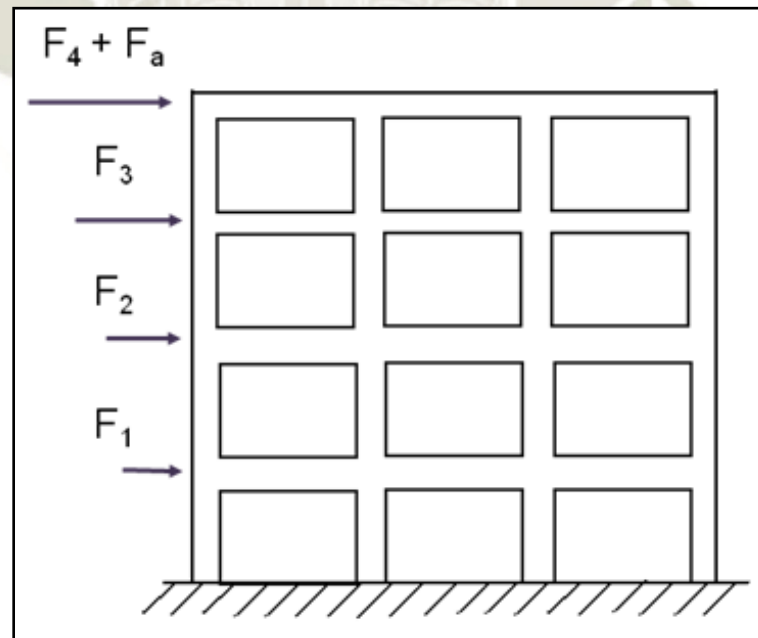


IMAGEN 4. 7.- Cálculo de las fuerzas inerciales por nivel.

Donde:

- Si  $T \leq 0.5$  seg.  $K=1$
- Si  $T > 0.5$  seg.  $K=(0.75++0.5T) \leq 2$

En el proyecto, el periodo de la edificación es de  $T= 0.308$  por lo tanto  $K=1$ , lo cual indica que la ecuación 4.4 para el edificio queda reducida a la ecuación 4.6.

$$F_i = \frac{(P_i \cdot (h_i)^k)}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k} * V$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018, pág. 390)

En la tabla 4. se muestra la distribución final de la fuerza sísmica para cada nivel, así como el cortante por nivel de la edificación.

| NIVEL        | Pi (Ton) | hi (m.) | Pi x hi (Ton.m) | % PESO | Cortante Basal (Ton) | Fi (ton)      | Vp (ton)      |
|--------------|----------|---------|-----------------|--------|----------------------|---------------|---------------|
| Piso 1       | 273.40   | 4.5     | 1230.29         | 0.09   | 342.11               | <b>31.66</b>  | <b>342.11</b> |
| Piso 2       | 262.84   | 8       | 2102.73         | 0.16   | 342.11               | <b>54.10</b>  | <b>310.45</b> |
| Piso 3       | 262.91   | 11.5    | 3023.49         | 0.23   | 342.11               | <b>77.80</b>  | <b>256.35</b> |
| Piso 4       | 262.77   | 15      | 3941.52         | 0.30   | 342.11               | <b>101.42</b> | <b>178.55</b> |
| Piso 5       | 162.05   | 18.5    | 2997.88         | 0.23   | 342.11               | <b>77.14</b>  | <b>77.14</b>  |
| <b>TOTAL</b> |          |         | <b>13295.90</b> | 1.00   |                      | <b>342.11</b> |               |

TABLA 4. 3.-Cálculo de las fuerzas inerciales y cortantes por nivel

El Análisis Sísmico Estático se realizó también usando el Software ETABS 9.04 en el cual se incluyeron de manera idéntica las fuerzas inerciales por cada nivel. En el Software se consideró una excentricidad accidental de 5% para cada nivel.

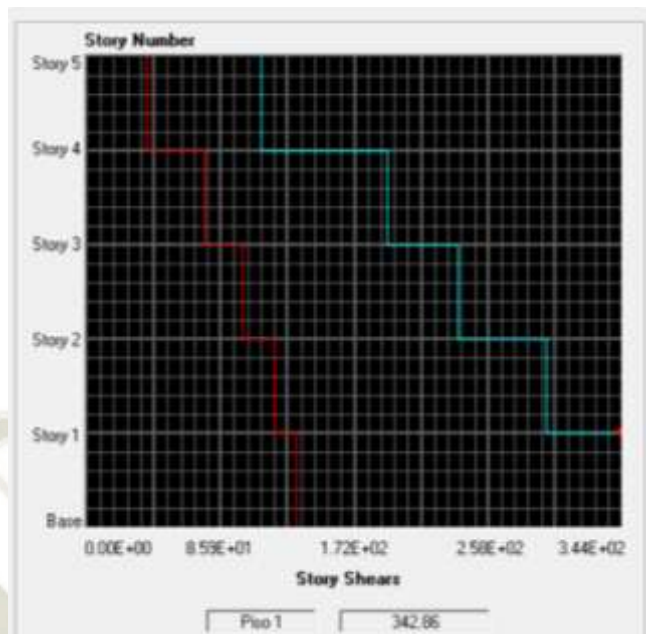


IMAGEN 4. 8.- Diagrama de fuerzas cortantes en el sentido XX

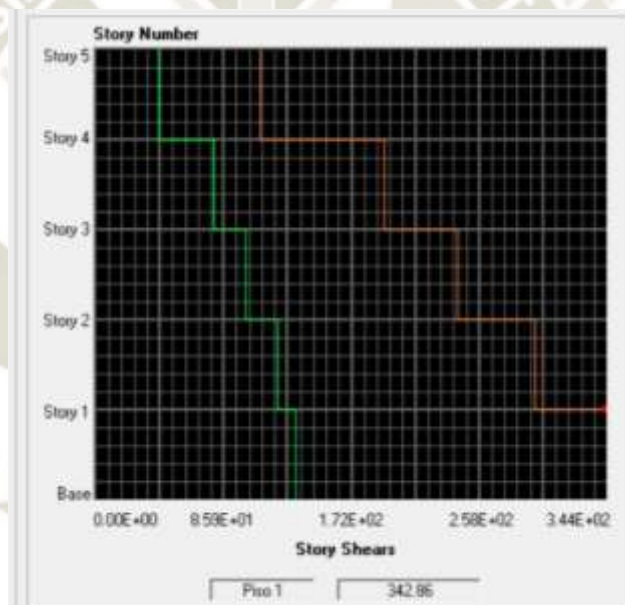


IMAGEN 4. 9.-Diagrama de fuerzas cortantes en el sentido YY

Como se observa en las **IMÁGENES 4.7 y 4.8**, el cortante en la base mediante el análisis realizado en el ETABS muestra un cortante en la base de **342.86 Ton**, tanto para el sentido XX como para el sentido YY.

#### 4.3.1.3 Desplazamiento lateral de entrepiso

Como se definió previamente, los desplazamientos laterales de entrepiso deben cumplir ciertos parámetros que especifica nuestra Norma Sismorresistente, en el punto 5.2, estos parámetros están especificados, (Desplazamientos laterales).

| Material Predominante | $(\Delta_i/h_{e_i})$ |
|-----------------------|----------------------|
| Concreto Armado       | 0.007                |
| Acero                 | 0.01                 |
| Albañilería           | 0.005                |
| Madera                | 0.01                 |

**TABLA 4. 4.-** Desplazamientos laterales

(tabla 11- (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismorresistente, 2018))

Como se definió previamente, los desplazamientos laterales de entrepiso deben cumplir ciertos parámetros que especifica nuestra Norma Sismorresistente, estos parámetros están especificados en la tabla 4.5 (Desplazamientos laterales).

| DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS RELATIVOS POR PISO |             |             |                   |                   |  |  |
|--|-------------|-------------|-------------------|-------------------|--|--|
| Nivel                                      | Deriva      | Combinación | Deriva de piso XX | Deriva de piso YY | Desplazamiento relativo XX (Norma E-030) | Desplazamiento relativo YY (Norma E-030) |
| NIVEL 5                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.000746          |                   | 0.0040                                   |  |
| NIVEL 5                                    | Max Drift Y | DINXX       |                   | 0.000556          |  | 0.0030                                   |
| NIVEL 5                                    | Max Drift X | DINYY       | 0.00039           |                   | 0.0021                                   |  |
| NIVEL 5                                    | Max Drift Y | DINYY       |                   | 0.000826          |  | 0.0045                                   |
| NIVEL 4                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.000835          |                   | 0.0045                                   |  |
| NIVEL 4                                    | Max Drift Y | DINXX       |                   | 0.000652          |  | 0.0035                                   |
| NIVEL 4                                    | Max Drift X | DINYY       | 0.000443          |                   | 0.0024                                   |  |
| NIVEL 4                                    | Max Drift Y | DINYY       |                   | 0.000994          |  | 0.0054                                   |
| NIVEL 3                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.000863          |                   | 0.0047                                   |  |
| NIVEL 3                                    | Max Drift Y | DINXX       |                   | 0.000707          |  | 0.0038                                   |
| NIVEL 3                                    | Max Drift X | DINYY       | 0.00046           |                   | 0.0025                                   |  |
| NIVEL 3                                    | Max Drift Y | DINYY       |                   | 0.001087          |  | 0.0059                                   |
| NIVEL 2                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.000782          |                   | 0.0042                                   |  |
| NIVEL 2                                    | Max Drift Y | DINXX       |                   | 0.000667          |  | 0.0036                                   |
| NIVEL 2                                    | Max Drift X | DINYY       | 0.000418          |                   | 0.0023                                   |  |
| NIVEL 2                                    | Max Drift Y | DINYY       |                   | 0.001037          |  | 0.0056                                   |
| NIVEL 1                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.000352          |                   | 0.0019                                   |  |
| NIVEL 1                                    | Max Drift Y | DINXX       |                   | 0.000358          |  | 0.0019                                   |
| NIVEL 1                                    | Max Drift X | DINYY       | 0.000176          |                   | 0.0010                                   |  |
| NIVEL 1                                    | Max Drift Y | DINYY       |                   | 0.000554          |  | 0.0030                                   |

**TABLA 4. 5 .-**Derivadas de pisos

Se observa en los valores de la tabla que los desplazamientos máximos de entrepiso se encuentran en el nivel 3 tanto para el sentido XX y YY en el (Sismo XX, Sismo YY).

El hecho de que las derivas en el sentido X sean mayores (0.0047) que las del sentido Y (0.0059) se debe a que como se puede ver en la estructuración en planta, la cantidad de muros de corte que se encuentran en el sentido X, es menor a la cantidad de muros de corte que se encuentran dispuestos en el sentido Y; pero para ambos sentidos los desplazamientos de entrepiso no exceden el tope indicado en la Norma Sismorresistente.

#### PARA SENTIDO X

$$0.0047 < 0.007$$

#### PARA SENTIDO Y

$$0.0059 < 0.007$$

Se observa la deformación de la edificación debido a las fuerzas inerciales actuando en el sentido “X”, “Y” de la edificación. Como se estimó inicialmente, la deformación en el sentido X es mayor que en el sentido Y.

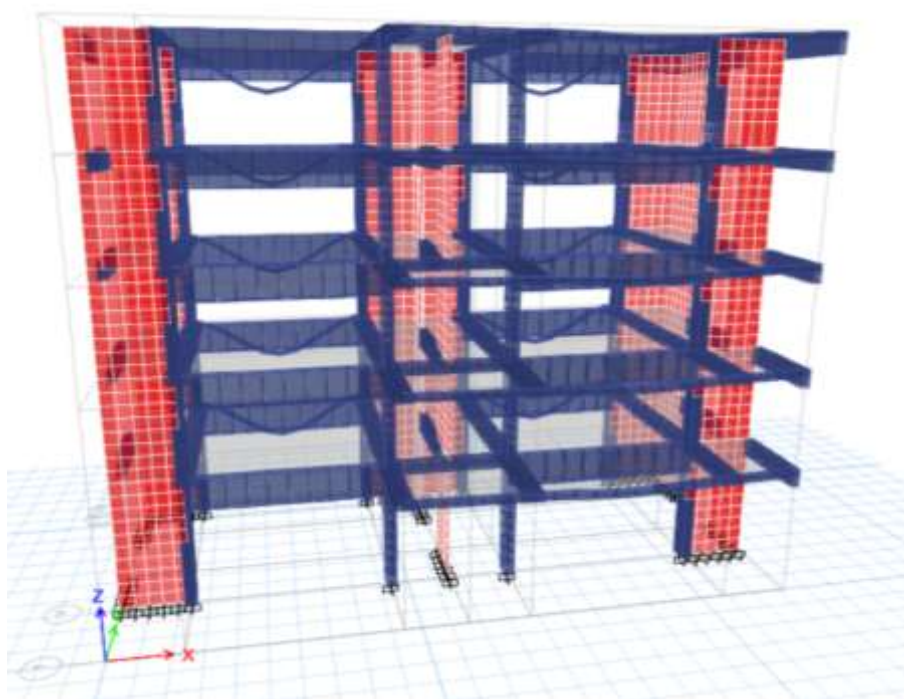
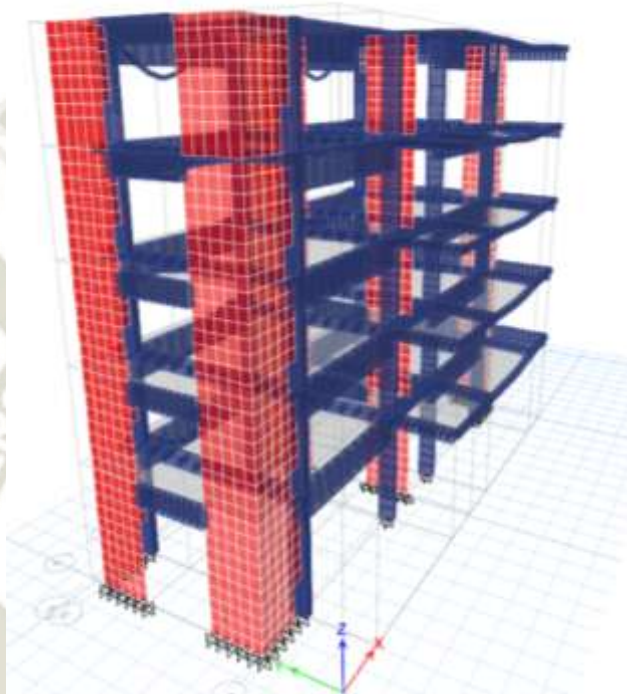


IMAGEN 4. 10.- Edificación deformada debido al sismo en el sentido XX.

En la imagen4.10, se observa la deformación de la edificación debido a las fuerzas inerciales actuando en el sentido Y de la edificación. Como se estimó inicialmente, la deformación en el sentido Y es menor debido a una mayor densidad de muros en ese sentido.



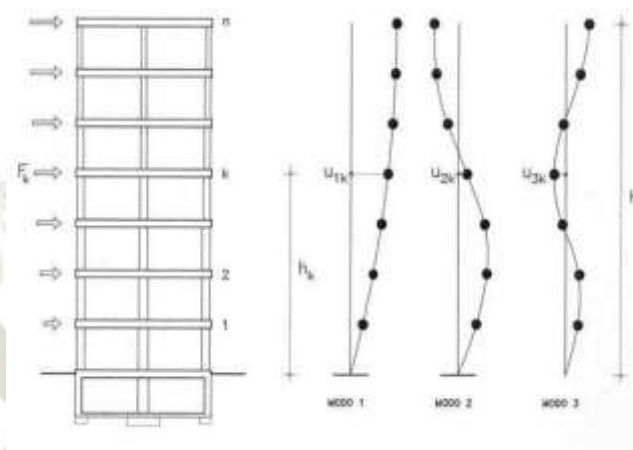
**IMAGEN 4. 11.**-Edificación deformada debido al sismo en el sentido YY.

#### 4.3.2 ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

El análisis dinámico según norma E-030 del reglamento Nacional de Edificación RNE, sugiere que se haga mediante procedimientos de combinación espectral o por medio de análisis tiempo historia. Análisis por combinación Modal Espectral (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

**Sismo:** El sismo se describe como vibraciones de la superficie terrestre generadas por un movimiento brusco y repentino de las capas internas (corteza y manto), estas vibraciones provocan movimientos en las edificaciones, las edificaciones sufren desplazamientos en proporción a su rigidez lateral que presentan el conjunto de elementos estructurales. Las vibraciones del sismo para tema de estudio son idealizadas como fuerzas laterales tratando de generar el mismo efecto en cuanto a desplazamiento y momentos que genera en la edificación.

**Modos de vibración:** Los periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de masas de la estructura.



**IMAGEN 4. 12.-** Modos de oscilación

[http://www.webaero.net/ingenieria/especificaciones\\_y\\_normas/NB/reglamentos\\_tecnicos\\_oficiales/2002/rd997\\_2002.htm](http://www.webaero.net/ingenieria/especificaciones_y_normas/NB/reglamentos_tecnicos_oficiales/2002/rd997_2002.htm)

**Aceleración espectral:** Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizara un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

$$S_{a,i} = g \cdot \left( \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \right) \quad \text{ECUACION (4. 5)}$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

|   | <b>símbolo</b> | <b>factor</b> |
|---|----------------|---------------|
| <b>Factor de Zona</b>                                 | Z              | 0.35          |
| <b>Factor de Uso</b>                                  | U              | 1.5           |
| <b>Factor de Suelo</b>                                | S              | 1.15          |
| <b>Aceleración de la gravedad</b>                     | g              | 9.81          |
| <b>Periodo del suelo</b>                              | T <sub>p</sub> | 0.6           |
| <b>Coefficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica</b> | R              | 5.4           |

**TABLA 4 1.-** Análisis sísmico

Factor de Amplificación Sísmica (C):

$$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$C \leq 2.50$$

El cálculo de C/R debe cumplir el siguiente parámetro para poder continuar con el cálculo del espectro.

$$\frac{C}{R} \geq 0.10$$

Para el edificio, el cálculo de C/R da como resultado:

$$\frac{C}{R} = 0.55$$

Luego el cálculo del espectro queda definido por la ecuación 4.12 que puede ser expresada como se muestra en la ecuación 4.13.

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

$$S_{a,i} = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g \quad \text{ECUACION (4.6)}$$

$$S_a = 1.0968125xC$$

Como se puede observar en la expresión anterior, los valores de Pseudoaceleraciones quedan en función del coeficiente de amplificación dinámica C, pero también se sabe que el Coeficiente C está definido como sigue:

$$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$C \leq 2.50$$

Reemplazando el valor de C finalmente se tiene:

$$Sa = 1.0968125xC$$

$$Sa = 1.0968125x2.5x\left(\frac{Tp}{T}\right)$$

Luego se tabula los valores para el periodo desde 0 hasta 10, con un intervalo de 0.1, pero teniendo en cuenta que el valor de C no debe ser mayor a 2.5, en el caso que este valor sea mayor a 2.5 se adoptara el valor de 2.5.

$$C = 2.5 \cdot \left(\frac{Tp}{T}\right) \leq 2.50$$



| T<br>(Periodo) | C     | Sa<br>(pseudo<br>aceleraciones) |
|----------------|-------|---------------------------------|
| 0              | 2.500 | 2.742                           |
| 0.1            | 2.500 | 2.742                           |
| 0.2            | 2.500 | 2.742                           |
| 0.3            | 2.500 | 2.742                           |
| 0.4            | 2.500 | 2.742                           |
| 0.5            | 2.500 | 2.742                           |
| 0.6            | 2.500 | 2.742                           |
| 0.7            | 2.143 | 2.350                           |
| 0.8            | 1.875 | 2.057                           |
| 0.9            | 1.667 | 1.828                           |
| 1              | 1.500 | 1.645                           |
| 1.1            | 1.364 | 1.496                           |
| 1.2            | 1.250 | 1.371                           |
| 1.3            | 1.154 | 1.266                           |
| 1.4            | 1.071 | 1.175                           |
| 1.5            | 1.000 | 1.097                           |
| 1.6            | 0.938 | 1.028                           |
| 1.7            | 0.882 | 0.968                           |
| 1.8            | 0.833 | 0.914                           |
| 1.9            | 0.789 | 0.866                           |
| 2              | 0.750 | 0.823                           |
| 2.1            | 0.680 | 0.746                           |
| 2.2            | 0.620 | 0.680                           |
| 2.3            | 0.567 | 0.622                           |
| 2.4            | 0.521 | 0.571                           |
| 2.5            | 0.480 | 0.526                           |
| 2.6            | 0.444 | 0.487                           |
| 2.7            | 0.412 | 0.451                           |
| 2.8            | 0.383 | 0.420                           |
| 2.9            | 0.357 | 0.391                           |
| 3              | 0.333 | 0.366                           |

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 3.1 | 0.312 | 0.342 |
| 3.2 | 0.293 | 0.321 |
| 3.3 | 0.275 | 0.302 |
| 3.4 | 0.260 | 0.285 |
| 3.5 | 0.245 | 0.269 |
| 3.6 | 0.231 | 0.254 |
| 3.7 | 0.219 | 0.240 |
| 3.8 | 0.208 | 0.228 |
| 3.9 | 0.197 | 0.216 |
| 4   | 0.188 | 0.206 |
| 4.1 | 0.178 | 0.196 |
| 4.2 | 0.170 | 0.187 |
| 4.3 | 0.162 | 0.178 |
| 4.4 | 0.155 | 0.170 |
| 4.5 | 0.148 | 0.162 |
| 4.6 | 0.142 | 0.156 |
| 4.7 | 0.136 | 0.149 |
| 4.8 | 0.130 | 0.143 |
| 4.9 | 0.125 | 0.137 |
| 5   | 0.120 | 0.132 |
| 5.1 | 0.115 | 0.127 |
| 5.2 | 0.111 | 0.122 |
| 5.3 | 0.107 | 0.117 |
| 5.4 | 0.103 | 0.113 |
| 5.5 | 0.099 | 0.109 |
| 5.6 | 0.096 | 0.105 |
| 5.7 | 0.092 | 0.101 |
| 5.8 | 0.089 | 0.098 |
| 5.9 | 0.086 | 0.095 |
| 6   | 0.083 | 0.091 |
| 6.1 | 0.081 | 0.088 |
| 6.2 | 0.078 | 0.086 |
| 6.3 | 0.076 | 0.083 |
| 6.4 | 0.073 | 0.080 |
| 6.5 | 0.071 | 0.078 |
| 6.6 | 0.069 | 0.076 |

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 6.7 | 0.067 | 0.073 |
| 6.8 | 0.065 | 0.071 |
| 6.9 | 0.063 | 0.069 |
| 7   | 0.061 | 0.067 |
| 7.1 | 0.060 | 0.065 |
| 7.2 | 0.058 | 0.063 |
| 7.3 | 0.056 | 0.062 |
| 7.4 | 0.055 | 0.060 |
| 7.5 | 0.053 | 0.058 |
| 7.6 | 0.052 | 0.057 |
| 7.7 | 0.051 | 0.055 |
| 7.8 | 0.049 | 0.054 |
| 7.9 | 0.048 | 0.053 |
| 8   | 0.047 | 0.051 |
| 8.1 | 0.046 | 0.050 |
| 8.2 | 0.045 | 0.049 |
| 8.3 | 0.044 | 0.048 |
| 8.4 | 0.043 | 0.047 |
| 8.5 | 0.042 | 0.046 |
| 8.6 | 0.041 | 0.044 |
| 8.7 | 0.040 | 0.043 |
| 8.8 | 0.039 | 0.042 |
| 8.9 | 0.038 | 0.042 |
| 9   | 0.037 | 0.041 |
| 9.1 | 0.036 | 0.040 |
| 9.2 | 0.035 | 0.039 |
| 9.3 | 0.035 | 0.038 |
| 9.4 | 0.034 | 0.037 |
| 9.5 | 0.033 | 0.036 |
| 9.6 | 0.033 | 0.036 |
| 9.7 | 0.032 | 0.035 |
| 9.8 | 0.031 | 0.034 |
| 9.9 | 0.031 | 0.034 |
| 10  | 0.030 | 0.033 |

**TABLA 4. 6.-** Espectro de Pseudoaceleraciones X-X

| T<br>(Periodo) | C     | Sa<br>(pseudoaceleraciones) |
|----------------|-------|-----------------------------|
| 0              | 2.500 | 2.742                       |
| 0.1            | 2.500 | 2.742                       |
| 0.2            | 2.500 | 2.742                       |
| 0.3            | 2.500 | 2.742                       |
| 0.4            | 2.500 | 2.742                       |
| 0.5            | 2.500 | 2.742                       |
| 0.6            | 2.500 | 2.742                       |
| 0.7            | 2.143 | 2.350                       |
| 0.8            | 1.875 | 2.057                       |
| 0.9            | 1.667 | 1.828                       |
| 1              | 1.500 | 1.645                       |
| 1.1            | 1.364 | 1.496                       |
| 1.2            | 1.250 | 1.371                       |
| 1.3            | 1.154 | 1.266                       |
| 1.4            | 1.071 | 1.175                       |
| 1.5            | 1.000 | 1.097                       |
| 1.6            | 0.938 | 1.028                       |
| 1.7            | 0.882 | 0.968                       |
| 1.8            | 0.833 | 0.914                       |
| 1.9            | 0.789 | 0.866                       |
| 2              | 0.750 | 0.823                       |
| 2.1            | 0.680 | 0.746                       |
| 2.2            | 0.620 | 0.680                       |
| 2.3            | 0.567 | 0.622                       |
| 2.4            | 0.521 | 0.571                       |
| 2.5            | 0.480 | 0.526                       |
| 2.6            | 0.444 | 0.487                       |
| 2.7            | 0.412 | 0.451                       |
| 2.8            | 0.383 | 0.420                       |
| 2.9            | 0.357 | 0.391                       |
| 3              | 0.333 | 0.366                       |

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 3.1 | 0.312 | 0.342 |
| 3.2 | 0.293 | 0.321 |
| 3.3 | 0.275 | 0.302 |
| 3.4 | 0.260 | 0.285 |
| 3.5 | 0.245 | 0.269 |
| 3.6 | 0.231 | 0.254 |
| 3.7 | 0.219 | 0.240 |
| 3.8 | 0.208 | 0.228 |
| 3.9 | 0.197 | 0.216 |
| 4   | 0.188 | 0.206 |
| 4.1 | 0.178 | 0.196 |
| 4.2 | 0.170 | 0.187 |
| 4.3 | 0.162 | 0.178 |
| 4.4 | 0.155 | 0.170 |
| 4.5 | 0.148 | 0.162 |
| 4.6 | 0.142 | 0.156 |
| 4.7 | 0.136 | 0.149 |
| 4.8 | 0.130 | 0.143 |
| 4.9 | 0.125 | 0.137 |
| 5   | 0.120 | 0.132 |
| 5.1 | 0.115 | 0.127 |
| 5.2 | 0.111 | 0.122 |
| 5.3 | 0.107 | 0.117 |
| 5.4 | 0.103 | 0.113 |
| 5.5 | 0.099 | 0.109 |
| 5.6 | 0.096 | 0.105 |
| 5.7 | 0.092 | 0.101 |
| 5.8 | 0.089 | 0.098 |
| 5.9 | 0.086 | 0.095 |
| 6   | 0.083 | 0.091 |
| 6.1 | 0.081 | 0.088 |
| 6.2 | 0.078 | 0.086 |
| 6.3 | 0.076 | 0.083 |
| 6.4 | 0.073 | 0.080 |
| 6.5 | 0.071 | 0.078 |
| 6.6 | 0.069 | 0.076 |

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 6.7 | 0.067 | 0.073 |
| 6.8 | 0.065 | 0.071 |
| 6.9 | 0.063 | 0.069 |
| 7   | 0.061 | 0.067 |
| 7.1 | 0.060 | 0.065 |
| 7.2 | 0.058 | 0.063 |
| 7.3 | 0.056 | 0.062 |
| 7.4 | 0.055 | 0.060 |
| 7.5 | 0.053 | 0.058 |
| 7.6 | 0.052 | 0.057 |
| 7.7 | 0.051 | 0.055 |
| 7.8 | 0.049 | 0.054 |
| 7.9 | 0.048 | 0.053 |
| 8   | 0.047 | 0.051 |
| 8.1 | 0.046 | 0.050 |
| 8.2 | 0.045 | 0.049 |
| 8.3 | 0.044 | 0.048 |
| 8.4 | 0.043 | 0.047 |
| 8.5 | 0.042 | 0.046 |
| 8.6 | 0.041 | 0.044 |
| 8.7 | 0.040 | 0.043 |
| 8.8 | 0.039 | 0.042 |
| 8.9 | 0.038 | 0.042 |
| 9   | 0.037 | 0.041 |
| 9.1 | 0.036 | 0.040 |
| 9.2 | 0.035 | 0.039 |
| 9.3 | 0.035 | 0.038 |
| 9.4 | 0.034 | 0.037 |
| 9.5 | 0.033 | 0.036 |
| 9.6 | 0.033 | 0.036 |
| 9.7 | 0.032 | 0.035 |
| 9.8 | 0.031 | 0.034 |
| 9.9 | 0.031 | 0.034 |
| 10  | 0.030 | 0.033 |

**TABLA 4. 7** .-Espectro de Pseudoaceleraciones Y-Y

Luego se grafica los valores de las **tablas 4.6 y 4.7** considerando los valores de Pseudoaceleraciones “Sa” en el eje Y y los valores del Periodo T en el eje X.

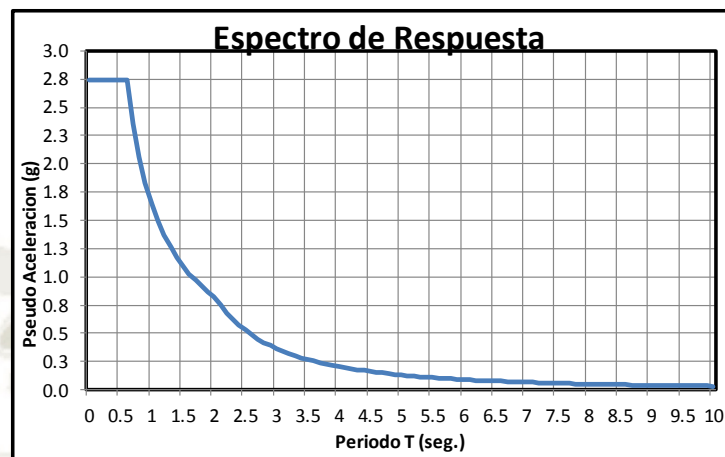


IMAGEN 4. 13.-Espectro de Pseudoaceleraciones (X-X)

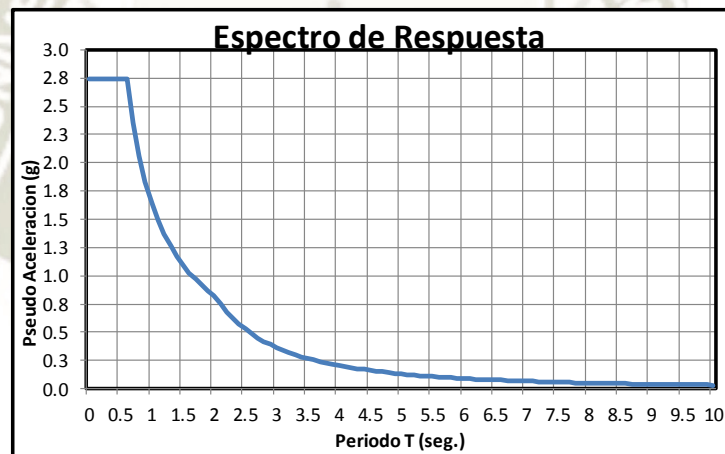


IMAGEN 4. 14.-Espectro de Pseudoaceleraciones (Y-Y)

Utilizando el programa ETABS también se definió el espectro de Pseudoaceleraciones para poder analizar la edificación, la gráfica del espectro de Pseudoaceleraciones del software es el que se muestra en la **IMAGEN 4.12 y 4.13**.

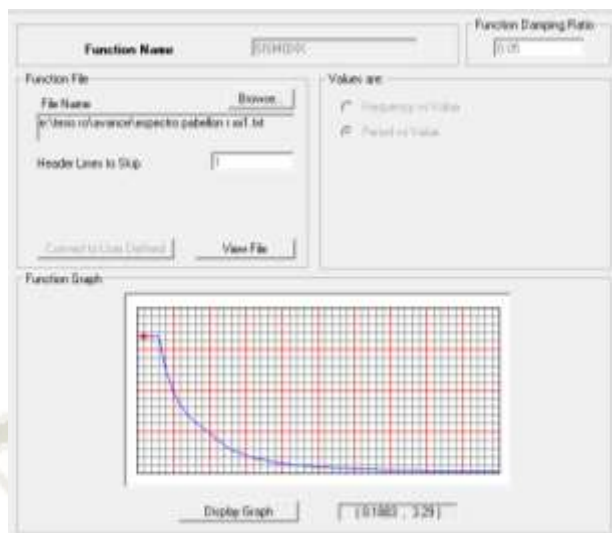


IMAGEN 4. 15.-Espectro de Pseudoaceleraciones (X-X) ETABS

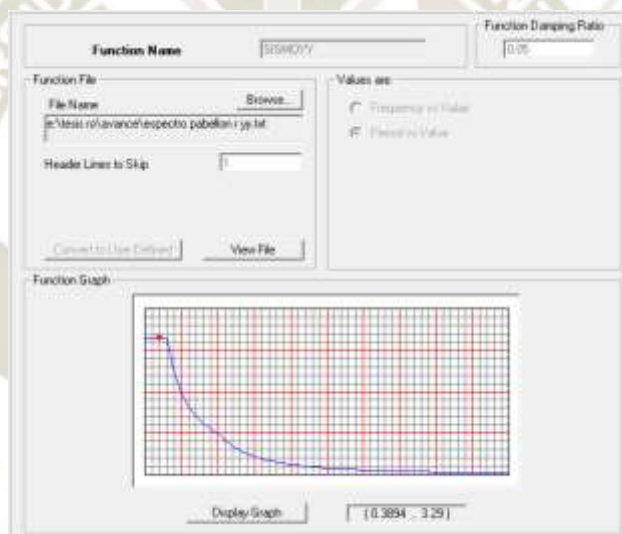


IMAGEN 4. 16.-Espectro de Pseudoaceleraciones (Y-Y) ETABS

#### 4.3.2.1 Criterios de combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima esperada ( $r$ ) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ) podrá determinarse usando la ecuación. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

La combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \quad \text{ECUACION (4. 7)}$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018, pág. 391)

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0.25x \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.5x \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad \text{ECUACION (4. 8)}$$

(EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018, pág. 391)

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

#### 4.3.2.2 Fuerzas mínimas cortantes en la base

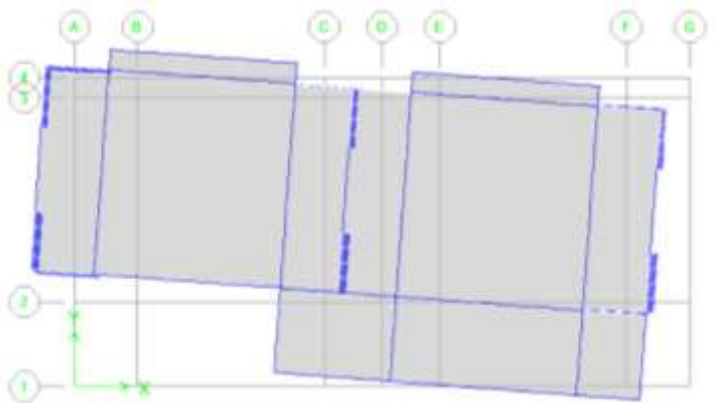
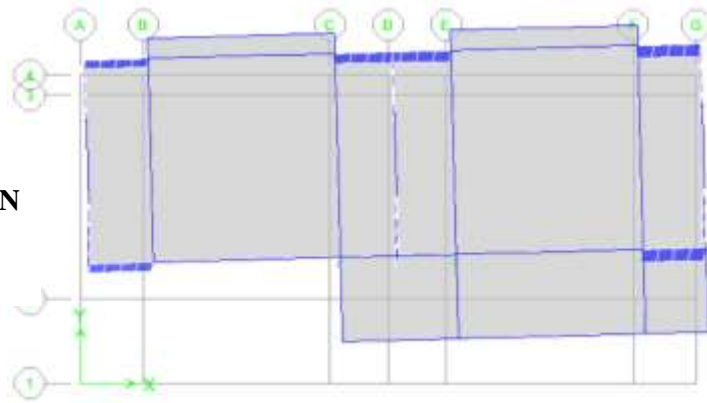
“Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado del cortante basal del análisis estático, ni menor del 90% para estructuras irregulares”. (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018, pág. 386)

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

#### 4.3.2.3 efectos de torsión

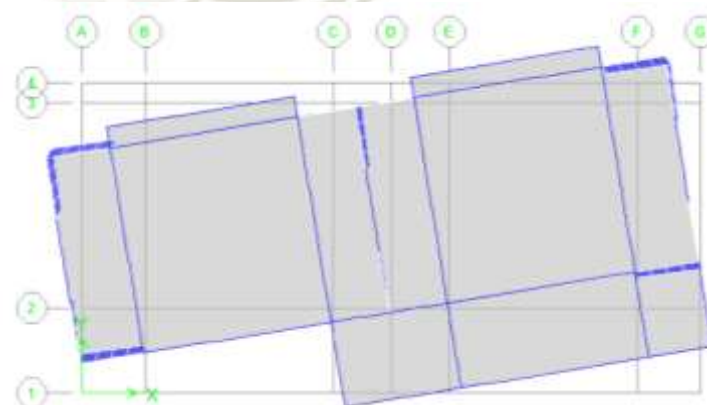
La incertidumbre en la localización de los centros de masas en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

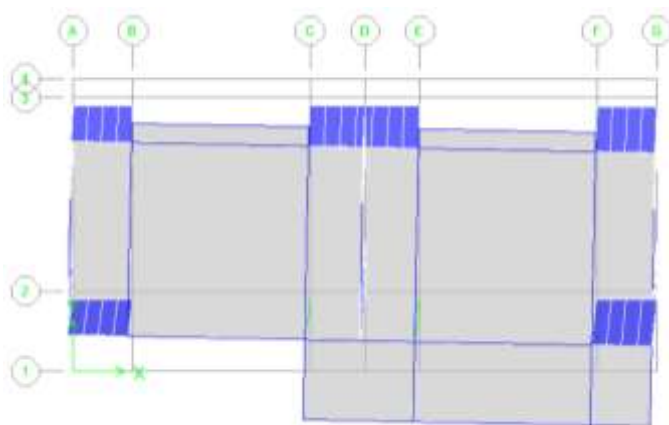
**1er MODO DE VIBRACION  
PERIODO  $T=0.3439$**



**2do MODO DE VIBRACION  
PERIODO  $T=0.3318$**

**3er MODO DE VIBRACION  
PERIODO  $T=0.2331$**





**4to MODO DE VIBRACION  
PERIODO T=0.0927**

Los valores que se muestran en las dos últimas columnas son los desplazamientos de entrepiso que nos proporciona el Software, estos valores serán multiplicados o afectados por  $R$  (*Estructura irregular*) tal como lo especifica la norma (Ecuación 4.11).

$$\frac{D_i}{h_{ei}} = \text{Deriva } x R$$

ECUACION (4. 9)

| Nivel   | Deriva      | Combinación | Despl. XX | Despl. YY | Dix/hej<br>Norma E-030 | Diy/hej<br>Norma E-030 |
|---------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|
| NIVEL 5 | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 0.000852  |           | 0.0046                 |                        |
| NIVEL 5 | Max Drift Y | ENVOLVENTE  |           | 0.001062  |                        | 0.0057                 |
| NIVEL 4 | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 0.000936  |           | 0.0051                 |                        |
| NIVEL 4 | Max Drift Y | ENVOLVENTE  |           | 0.001212  |                        | 0.0065                 |
| NIVEL 3 | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 0.00095   |           | 0.0051                 |                        |
| NIVEL 3 | Max Drift Y | ENVOLVENTE  |           | 0.001274  |                        | 0.0069                 |
| NIVEL 2 | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 0.000847  |           | 0.0046                 |                        |
| NIVEL 2 | Max Drift Y | ENVOLVENTE  |           | 0.001175  |                        | 0.0063                 |
| NIVEL 1 | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 0.000372  |           | 0.0020                 |                        |
| NIVEL 1 | Max Drift Y | ENVOLVENTE  |           | 0.000608  |                        | 0.0033                 |

**TABLA 4. 8.-** Desplazamientos relativos de entrepiso

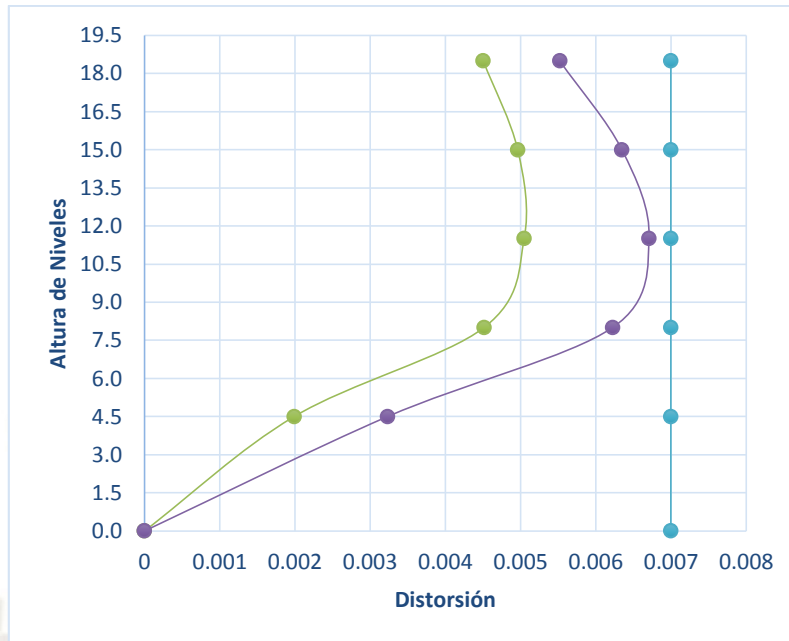


IMAGEN 4. 17.-Derivadas del bloque A

### 4.3.3 FUERZAS CORTANTES

En la sección anterior se revisó los desplazamientos relativos de entrepiso considerando el análisis estático y el análisis dinámico; en esta sección se analizará las fuerzas cortantes obtenidas del análisis dinámico.

El análisis dinámico efectuado en el software dio como resultado los siguientes valores para cada dirección:

$$V_{din. x} = 250.23$$

$$V_{din. y} = 280.43$$

Estos cortantes obtenidos deben ser comparados con los cortantes obtenidos del análisis estático.

$$V_{est. x} = 359.22$$

$$V_{est. y} = 359.22$$

Como se puede observar, los valores de los cortantes en la base para cada sentido del análisis dinámico son menores al valor del cortante en la base del **análisis estático**.

Debido a esta razón tendremos que escalar nuestro espectro. En los acápites indicados para el análisis sísmico dinámico está estipulado claramente que el valor del cortante en el base obtenido por un análisis dinámico debe ser por lo menos el 90% del valor del cortante en el base obtenido del análisis sísmico estático para estructuras irregulares.

Por esta razón, tenemos que hallar un factor de amplificación para cada dirección de análisis, de tal manera que tengamos un cortante en la base de por lo menos:

$$0.9 \cdot V_{est} = 323.30 \text{ Ton}$$

Haciendo el cálculo respectivo para el factor de amplificación en el sentido X e Y del análisis dinámico tenemos:

$$f_{xx} = 1.29$$

$$f_{yy} = 1.15$$

Estos valores se tienen en cuenta solamente para incrementar el cortante y cumplir los mínimos señalados. Se escalará proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

El criterio que adopta la norma es el de la seguridad, puesto que al aumentar el cortante en la base para que cumpla con el mínimo requerido, también se verán incrementados todos los otros esfuerzos y de esta manera nuestros diseños llevarán mayor cantidad de acero ya sea para las vigas, columnas o placas. Finalmente, los cortantes para cada nivel. (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismoresistente, 2018)

| CORTANTE POR NIVELES DEL ANÁLISIS DINÁMICO |                |           |         |         |
|--|----------------|-----------|---------|---------|
| NIVELES                                    | COMBINACIÓN    | UBICACIÓN | VX      | VY      |
| NIVEL 5                                    | ENVOLVENTE MAX | techo     | 93.47   | 89.61   |
| NIVEL 5                                    | ENVOLVENTE MAX | piso      | 93.47   | 89.61   |
| NIVEL 5                                    | ENVOLVENTE MIN | techó     | -93.47  | -89.61  |
| NIVEL 5                                    | ENVOLVENTE MIN | piso      | -93.47  | -89.61  |
| NIVEL 4                                    | ENVOLVENTE MAX | techó     | 183.24  | 180.98  |
| NIVEL 4                                    | ENVOLVENTE MAX | piso      | 183.24  | 180.98  |
| NIVEL 4                                    | ENVOLVENTE MIN | techó     | -183.24 | -180.98 |
| NIVEL 4                                    | ENVOLVENTE MIN | piso      | -183.24 | -180.98 |
| NIVEL 3                                    | ENVOLVENTE MAX | techó     | 243.21  | 244.19  |
| NIVEL 3                                    | ENVOLVENTE MAX | piso      | 243.21  | 244.19  |
| NIVEL 3                                    | ENVOLVENTE MIN | techó     | -243.21 | -244.19 |
| NIVEL 3                                    | ENVOLVENTE MIN | piso      | -243.21 | -244.19 |
| NIVEL 2                                    | ENVOLVENTE MAX | techó     | 291.42  | 292.07  |
| NIVEL 2                                    | ENVOLVENTE MAX | piso      | 291.42  | 292.07  |
| NIVEL 2                                    | ENVOLVENTE MIN | techó     | -291.42 | -292.07 |
| NIVEL 2                                    | ENVOLVENTE MIN | piso      | -291.42 | -292.07 |
| NIVEL 1                                    | ENVOLVENTE MAX | techó     | 322.79  | 322.5   |
| NIVEL 1                                    | ENVOLVENTE MAX | piso      | 322.79  | 322.5   |
| NIVEL 1                                    | ENVOLVENTE MIN | techó     | -322.79 | -322.5  |
| NIVEL 1                                    | ENVOLVENTE MIN | piso      | -322.79 | -322.5  |

**TABLA 4. 9.-** Fuerzas Cortantes por nivel

Se puede observar que el cortante en la base para ambos sentidos X e Y son los siguientes:

$$V_{dxx} = 322.79 \text{ Ton.}$$

$$V_{dyy} = 322.50 \text{ Ton.}$$

“De esta manera se está cumpliendo con el requerimiento de La Norma Sismorresistente que indica que como mínimo el Cortante del análisis dinámico debe tener un valor mayor o igual al 90% del cortante del análisis estático”. (EDIFICACIONES, E 030 - Diseño Sismorresistente, 2018, pág. 392)

# CAPITULO -5



## DISEÑO ESTRUCTURAL

## CAPITULO 5

### 5 DISEÑO DE ESTRUCTURA

#### 5.1 DISEÑO DE LOSAS

Las losas en general son elementos que permiten que una edificación tenga techos y pisos. Sus funciones estructurales son básicamente dos: la primera es la de transmitir hacia las vigas las cargas propias de la losa, el piso terminado, sobrecargas y tabiques u otros elementos apoyados, y la segunda es la de unir la estructura de tal manera que se tenga un comportamiento uniforme (diafragma rígido) en cada piso ante la acción de un sismo, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018, pág. 472)

El diseño de las losas aligeradas se realiza considerando únicamente las cargas de gravedad que actúan sobre ellas, es decir la carga muerta y la carga viva. Por tanto, las cargas se amplificarán de acuerdo a la combinación:

$$U = 1.4CM + 1.7CV.$$

La sección considerada para estos elementos es el de una sección T, donde el ancho inferior es de 10cm, el ancho superior es de 40cm, la altura total es de 20cm y la altura del ala de 5cm. Pero dado que la zona de compresiones en un aligerado común es menor que el espesor del ala de la viga se puede considerar en el diseño que estas se comportan como vigas rectangulares.

CORTE DE LOSA ALIGERADA

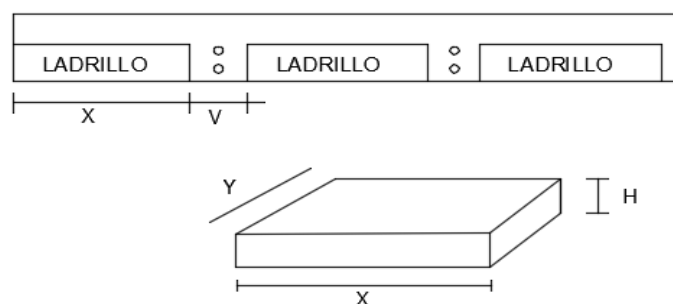


IMAGEN 5. 1.-Sección de losa

### 5.1.1 DISEÑO POR FLEXIÓN

La cantidad de acero ( $A_s$ ) necesaria se calcula de acuerdo a la siguiente expresión

$$A_s = \rho * b * d \quad \text{ECUACION (5. 1)}$$

(EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

$\rho$  = cuantía de acero necesaria para soportar el momento flector último.

$d$  = peralte efectivo de la vigueta ( $d=h-3\text{cm}$ )

$b$  = ancho de la vigueta  $b=40\text{cm}$

#### 5.1.1.1 Zonas de momento negativo

En estas zonas, el ala está a tracción, por lo tanto, estas secciones se analizan y se diseñan como rectangulares con  $b=b_w$ .

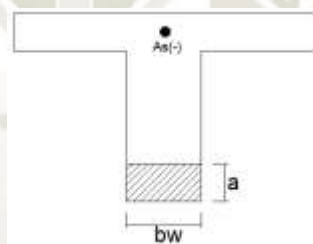


IMAGEN 5. 2.- Ala de la T en tracción

#### 5.1.1.2 Zonas de momento positivo

Caso 1:  $a \leq h_f$

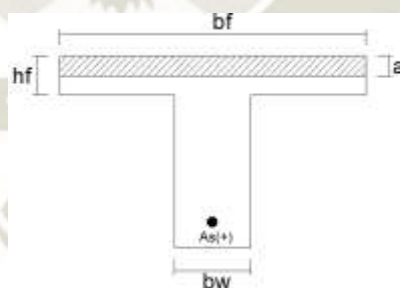


IMAGEN 5. 3.-Ala de la T en compresión  $a \leq h_f$

Caso 2:  $a \geq h_f$

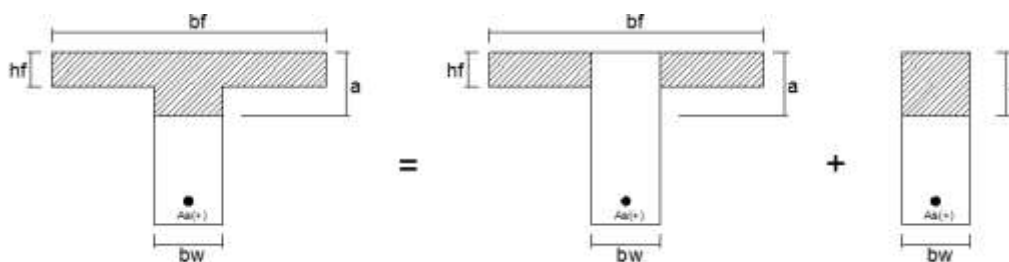


IMAGEN 5. 4.-Ala de la T en compresión  $a \geq h_f$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot b_f} \quad \text{ECUACION (5. 2)}$$

En los apuntes del cuaderno de concreto armado I también nos indica que se puede seleccionar el caso I o caso II si:

$$M_u < M_{u\lim} \quad \text{Caso I}$$

$$M_u > M_{u\lim} \quad \text{Caso II}$$

$$M_{u\lim} = \phi \cdot f_c \cdot b_f \cdot h_f \left( d - \frac{h_f}{2} \right) \quad \text{ECUACION (5. 3)}$$

$$\phi = 0.9$$

Si se tratase de una viga rectangular, la cuantía de acero se desprende de tablas de diseño, presentadas en diversos libros de concreto armado, para diferentes resistencias de concreto, lo que permite rapidez en el diseño

$$k_u \rightarrow \rho = \frac{M_u}{b \cdot d^2} \quad \text{ECUACION (5. 4)}$$

**Mu = Momento amplificado obtenido del DMF.**

(EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018, pág. 478)

### 5.1.2 ACERO MÍNIMO, BALANCEADO Y MÁXIMO EN ALIGERADOS

La norma E-060 exige que todo elemento sujeto a flexión tenga como mínimo una cantidad de acero que garantice una mejor transición entre el estado no agrietado y el agrietado de la sección, ya que provee de cierta ductilidad y ayuda a controlar el ancho de las grietas que se producen por la retracción del concreto. El refuerzo mínimo asegura que el momento resistente  $\geq 1.5$  momento de fisuración.

Mientras que el refuerzo máximo limita la cantidad de acero a un 75% del acero balanceado, de esta manera se asegura de que en la sección no falle el concreto, produciéndose una falla frágil.

| Peralte (h) | Ig    | As(+) mín. | As(-) mín. | As(+) máx. | As(-) máx. |
|-------------|-------|------------|------------|------------|------------|
| m           | cm4   | cm2        | cm2        | cm2        | cm2        |
| 0.17        | 7275  | 0.53       | 1.17       | 7.01       | 2.23       |
| 0.2         | 11800 | 0.61       | 1.29       | 7.5        | 2.71       |
| 0.25        | 22700 | 0.74       | 1.47       | 8.29       | 3.5        |
| 0.2         | 38430 | 0.86       | 1.63       | 9.08       | 4.31       |

TABLA 5 1.-Cuadro de anclaje

### 5.1.3 CONTROL DE FISURACIÓN

Como parte del diseño se debe considerar el control del ancho de fisuras con el fin de evitar la corrosión de las armaduras y evitar el impacto visual y la preocupación por parte del público usuario.

$$z = f_s \sqrt[3]{(dc * A'')} \quad \text{ECUACION (5. 5)}$$

$$f_s = 0.6f_y$$

$$A'' = 2 * b * dc$$

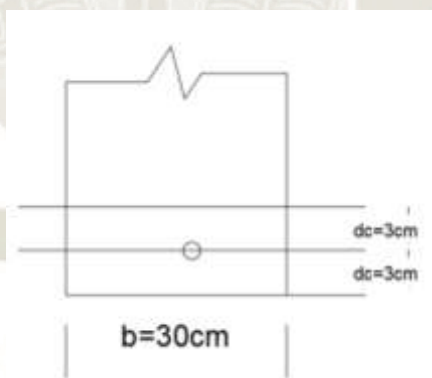


IMAGEN 5. 5.-Control de figuración en vigas T

$Z < 31000 \text{ kg/cm}$  en condiciones de exposición interior

$Z < 26000 \text{ kg/cm}$  en condiciones de exposición exterior

### 5.1.4 DISEÑO POR CORTE

Ya que no es usual colocar acero de refuerzo por corte en las losas aligeradas, se verifica que la sección de concreto logre resistir toda la fuerza cortante última en la sección crítica. El valor de  $V_u$  es el que se obtiene del diagrama de fuerza cortante a una distancia “d” de la cara.

$$V_u \leq \phi(v_c)$$

$$V_c = 0.53 * b_w * d * \sqrt{f_c} \quad \text{ECUACION (5.6)}$$

Cuando la fuerza cortante actuante ( $V_u$ ) sea mayor que la del concreto ( $V_c$ ), será necesario la utilización de ensanches en las viguetas; estos ensanches se logran retirando alternadamente ladrillos del aligerado en la zona más esforzada, de manera que se aumenta el área de concreto, aumentando la resistencia a la fuerza cortante. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

### 5.1.5 REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA

“Será necesario colocar acero mínimo en la dirección perpendicular al sentido de las viguetas, para controlar la contracción del concreto debido al proceso de fraguado. En La Norma E-060 en el punto 9.7.2, se colocará una cuantía de 0.0018. Este refuerzo se colocará en la losa superior de 5cm de espesor ( $t$ )”. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018, pág. 457)

$$\rho = 0.0018$$

### 5.1.6 CORTE O DOBLADO DEL REFUERZO LONGITUDINAL

Para obtener un diseño económico, se debe cortar las varillas de acero en las zonas donde ya no sea necesario. La condición que se debe cumplir para obtener una longitud de corte óptima es poder asegurar que las varillas puedan transmitir por adherencia los esfuerzos al concreto.

### 5.1.7 EJEMPLO DE DISEÑO DE LOSA

Diseño de losa aligerada (diseño por flexión)

Las cargas actuantes son:

#### Metrado de Carga Muerta:

- Peso Propio de la losa:  $(350 \frac{kg}{m^2}) \cdot (0.40 m.) = 140 kg/m$
- Piso Terminado:  $(100 \frac{kg}{m^2}) \cdot (0.40 m.) = 40 kg/m$

$$W_{cm} = 180 kg/m$$

#### Metrado de Carga Viva:

- Sobrecarga:  $(250 \frac{kg}{m^2}) \cdot (0.40 m.) = 100 kg/m$

$$W_{cv} = 100 kg/m$$

Tomando en cuenta las hipótesis para cargas de gravedad tenemos los siguientes valores:

$$W_{ucm} = 1.4 \cdot W_{cm}$$

$$W_{ucm} = 252 kg/m$$

$$W_{ucv} = 1.7 \cdot W_{cv}$$

$$W_{ucv} = 170 kg/m$$

$$W_u = W_{ucm} + W_{ucv}$$

$$W_u = 422 kg/m$$

Para carga muerta se tiene la siguiente disposición de carga.

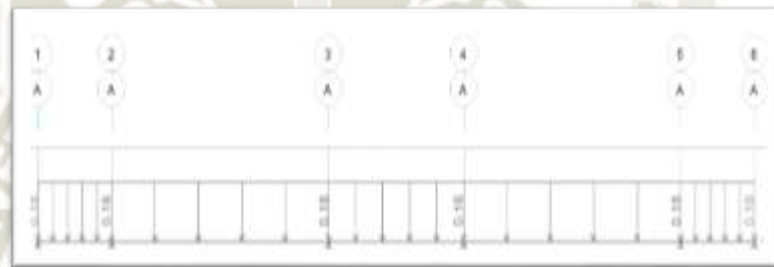


IMAGEN 5. 6.- Carga muerta para una viga. (cm=180kgf/m)

Se debe de tener en cuenta que para el diseño de todas las losas aligeradas se tomó en cuenta el criterio de alternancia de cargas para carga viva, por lo que para la viga que se está analizando se tiene los siguientes estados de carga.

**El primer estado**

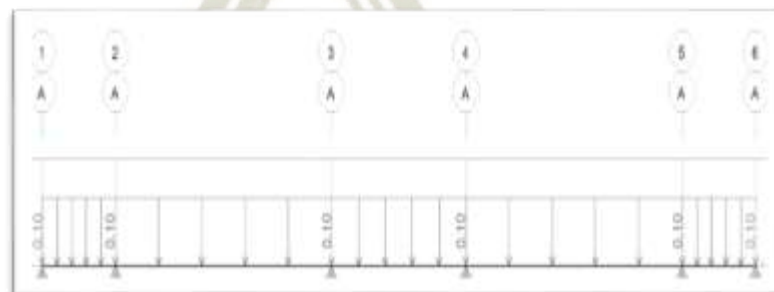


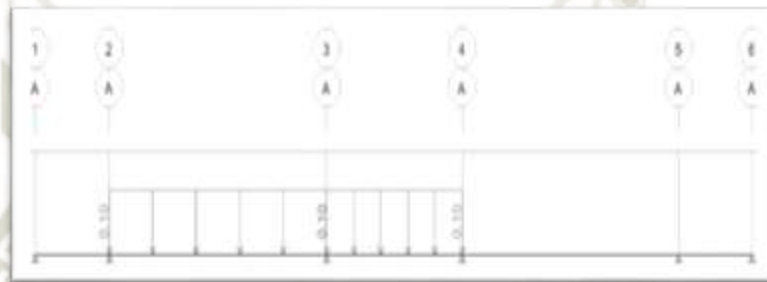
IMAGEN 5. 7.-Carga viva total para una viga. (CV=100kgf/m)

**El segundo estado**



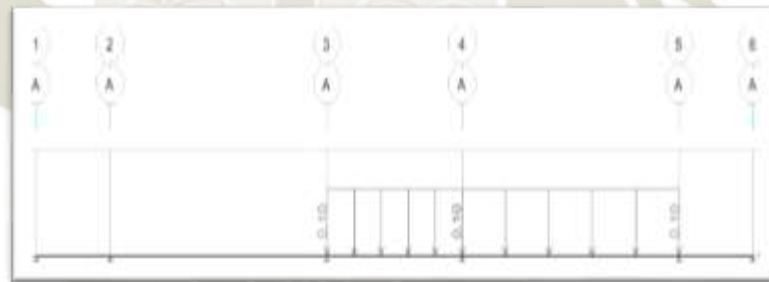
**IMAGEN 5. 8.-** Carga viva para una vigueta. (CV=100kgf/m)

**El tercer estado**



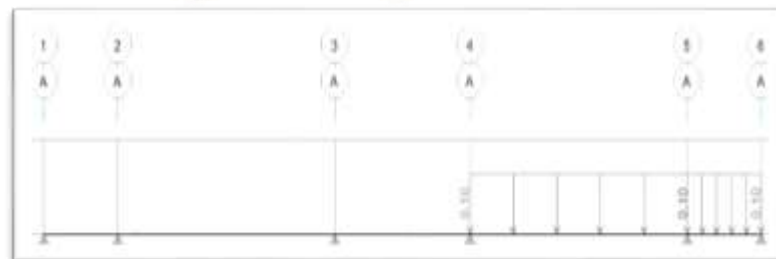
**IMAGEN 5. 9.-**Tercer estado para la alternancia de carga viva

**El cuarto estado**



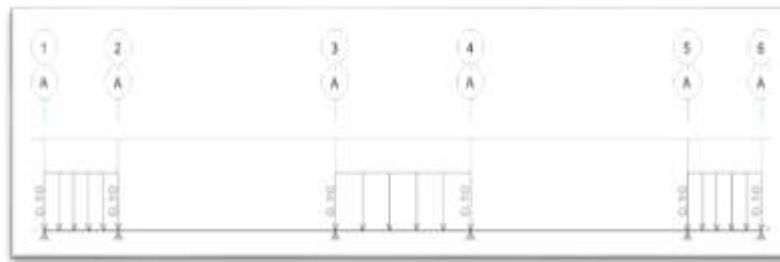
**IMAGEN 5. 10.-**Cuarto estado para la alternancia de carga viva

**El quinto estado**



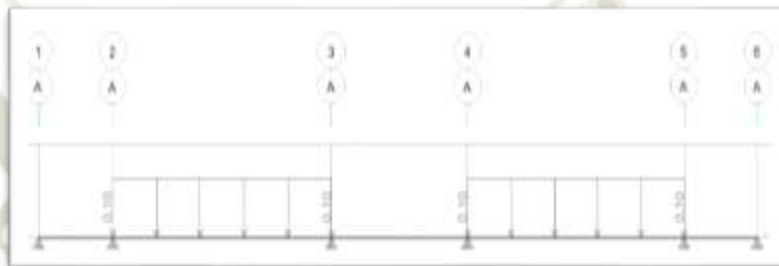
**IMAGEN 5. 11.-**Quinto estado para la alternancia de carga viva

**El sexto estado**



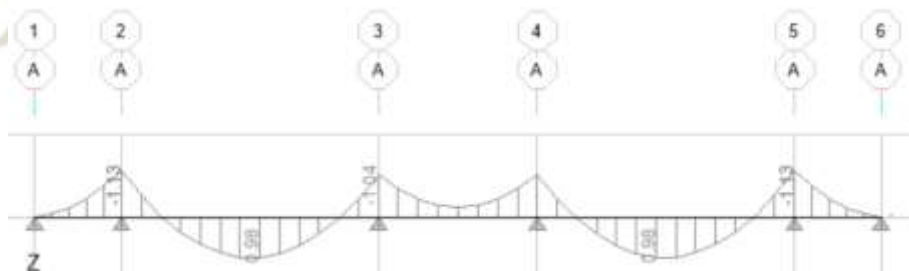
**IMAGEN 5. 12.-**Sexto estado para la alternancia de carga viva

**El sétimo estado**



**IMAGEN 5. 13.-**Sétimo estado para la alternancia de carga viva

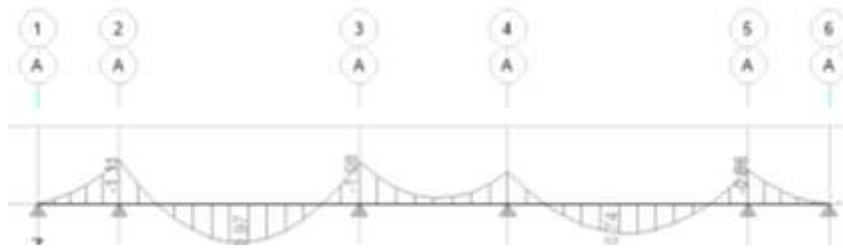
Del análisis estático de la losa se obtienen los siguientes momentos últimos para cada estado.



**IMAGEN 5. 14.-** 1er estado (DMF)



**IMAGEN 5. 15.-** 2do estado (DMF)



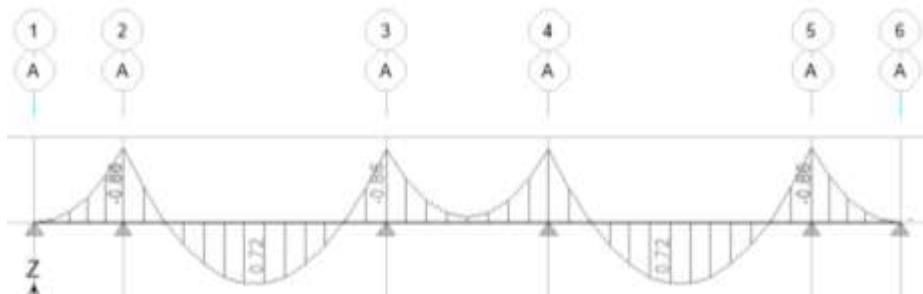
**IMAGEN 5. 16.-** 3er estado (DMF)



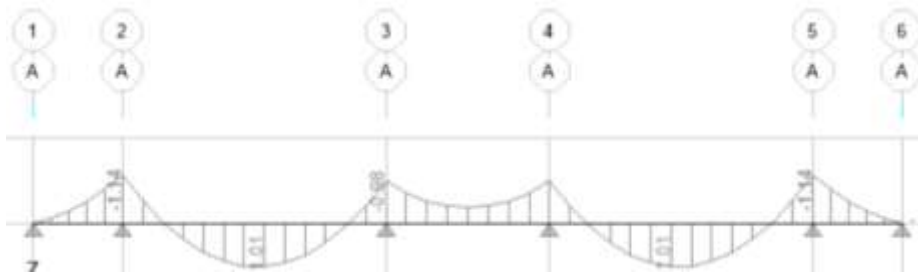
**IMAGEN 5. 17.-** 4to estado (DMF)



**IMAGEN 5. 18.-** 5to estado (DMF)

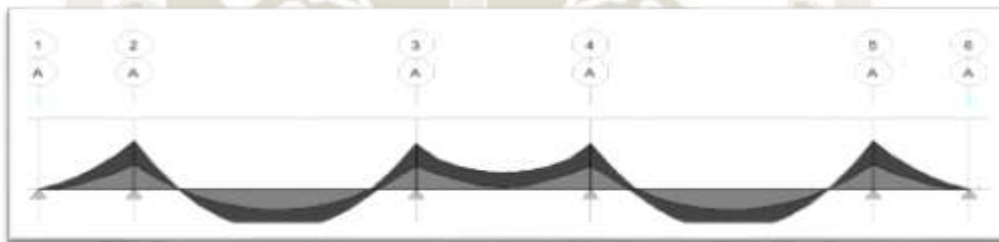


**IMAGEN 5. 19.-** 6to estado (DMF)

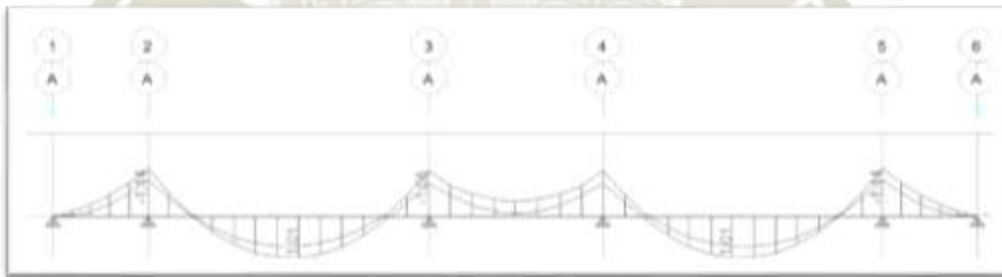


**IMAGEN 5. 20.-** 7mo estado (DMF)

La envolvente corresponde a las cargas amplificadas por los coeficientes de 1.4 para cargas muertas y 1.7 para cargas vivas, obteniéndose la siguiente envolvente de momentos. Últimos



**IMAGEN 5. 21.-**Envolvente de Momentos últimos Mu



**IMAGEN 5. 22.-**Envolvente de Momentos últimos Mu

Seguidamente se diseñó para momentos positivos y negativos, pero previamente definiremos la cantidad de acero mínimo que debe existir en la losa aligerada de la siguiente manera como lo indica la norma:

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min.}} \cdot b_w \cdot h$$

$$\rho_{\text{min. temp.}} = 0.0018$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 \cdot b_w \cdot h$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 \cdot 10 \cdot 25$$

$$A_s \text{ min} = 0.45 \text{ cm}^2 \quad A_s \text{ min} = 1\phi^{3/8}''$$

Se diseño para los Momento Positivos, para lo cual consideramos una capa.

$$d = h - 3 \text{ cm.} = 25 - 3\text{cm.} \rightarrow d = 22 \text{ cm.}$$

Para el momento negativo se verificará si la vigueta trabaja como una viga T, para ello se utilizará la comparación del  $M_u$  entregado de la envolvente con el  $M_{ulim}$  expuesto anteriormente.

Comprobando así  $M_{ulim} > M_u$  en todos los tramos lo que nos lleva a diseñar la vigueta como viga rectangular. (ecuación 5.4)

$$k_u \rightarrow \rho = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

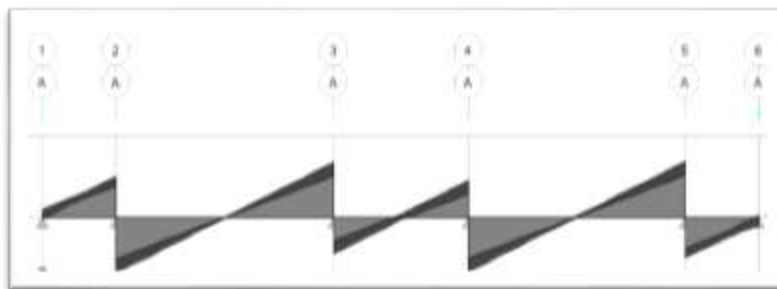
| Momentos de la envolvente |              | $k_u$ | Pho   | Calculo acero       | Por varillas |
|---------------------------|--------------|-------|-------|---------------------|--------------|
| Mu(-)                     | 1.14 tnf x m | 34.71 | 1.18% | 1.49cm <sup>2</sup> | 1φ5/8"       |
| Mu(+)                     | 1.01 tnf x m | 20.86 | 1.02% | 1.29cm <sup>2</sup> | 1φ1/2"       |
| Mu(-)                     | 1.08 tnf x m | 32.85 | 0.10% | 1.4cm <sup>2</sup>  | 1φ5/8"       |
| Mu(+)                     | 0.38 tnf x m | 30.78 | 0.65% | 0.45cm <sup>2</sup> | 1φ3/8"       |
| Mu(+)                     | 0.46 tnf x m | 34.71 | 0.43% | 0.54cm <sup>2</sup> | 1φ3/8"       |

**TABLA 5 2.-** Acero de losa unidireccional

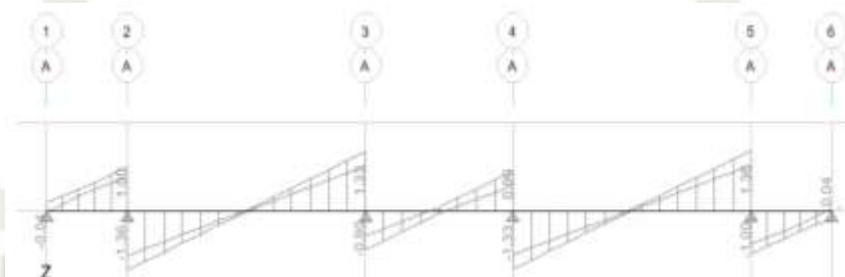
Por facilidad constructiva se colocó para el acero negativo varilla de 1φ1/2" corrido en todos los tramos, y para el acero positivo 1φ3/8" corrido en todos los tramos 1φ1/2" como bastones en las zonas donde requiera esa cantidad de acero (ver detalle de corte de bastones)

#### 5.1.7.1 Diseño por corte

Para el diseño por cortante de la vigueta analizaremos el diagrama de fuerzas cortantes en la vigueta.



**IMAGEN 5. 23.-** Diagrama de fuerzas cortantes en la vigaeta.



**IMAGEN 5. 24.-** Diagrama de fuerzas cortantes en la losa.

Como se vio anteriormente, en el diseño por corte se debe cumplir la siguiente expresión.

$$\frac{V_{ud}}{\phi} \leq V_c$$

En la expresión mostrada sabemos que el  $V_c$  es el cortante que aporta el concreto en la sección de la vigaeta, puesto que en las losas sabemos que no lleva estribaje de acero.

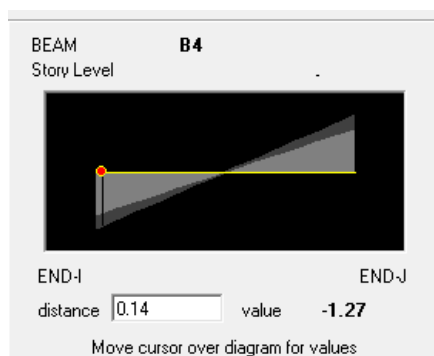
$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d$$

En el caso puntual de la vigaeta tenemos:

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 10 \cdot 22$$

$$V_c = 1689.695 \text{ kg}$$

Luego se halló el valor del cortante ultimo a una distancia “d” del apoyo en el tramo central 3-4.



**IMAGEN 5. 25.-**Fuerza cortante a una distancia  $d$  del apoyo.

De la figura 6.64 se puede apreciar que el cortante ultimo a una distancia  $d$  es de 0.83 ton.

$$\frac{Vud}{\emptyset} = \frac{1270}{0.85} \text{ kg} = 1494.12 \text{ kg}$$

Como se puede observar el diseño por cortante en la vigueta cumple los requerimientos de la norma.

$$\frac{Vud}{\emptyset} \leq Vc \rightarrow 1494.12 \text{ kg} \leq 1689.695 \text{ kg}.$$

#### 5.1.7.2 Refuerzo por contracción y temperatura

$$A_s = 0.0018 b t = 0.0018 * 100 * 5 = 0.90 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Eligiendo varillas de 6mm, el espaciamiento ( $s$ ) será:

$$s = \frac{0.32 \text{ cm}^2}{0.90 \text{ cm}^2} \cdot 100$$

$$s = 35.56 \text{ cm}$$

Pero el espaciamiento máximo será el menor de los siguientes valores:

$$S_{\text{max}} = 5 \text{ veces el espesor de losa} = 5x_t = 5x5 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

$$S_{\text{max}} = 25 \text{ cm}.$$

Por lo tanto, el acero de refuerzo por contracción y temperatura colocado es el siguiente:

$$\frac{1}{4}'' @ 25 \text{ cm} (A_s = 0.28 \text{ cm}^2)$$

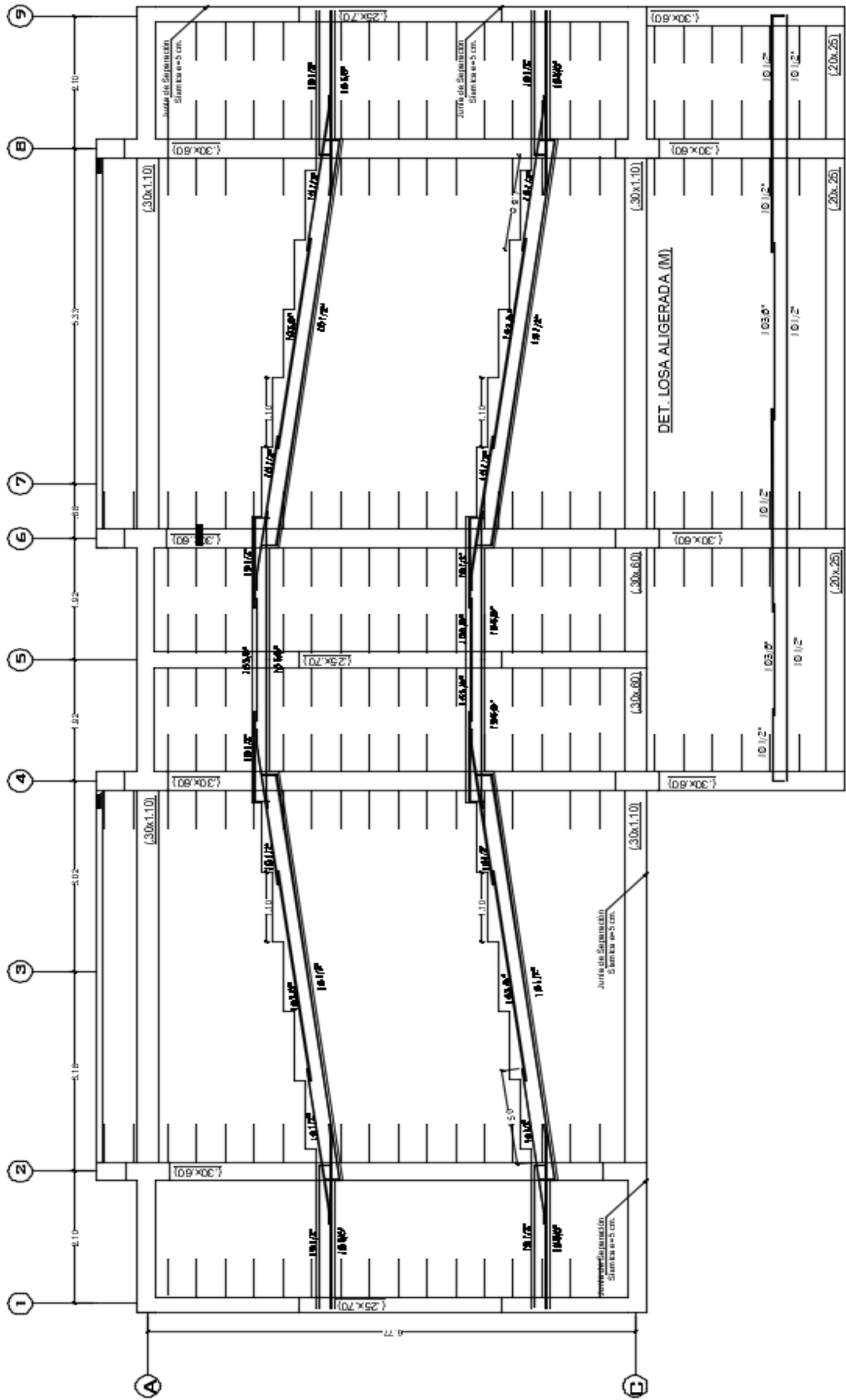


IMAGEN 5. 26.- Diseño final losa aligerada (BLOQUE 1)

## 5.2 DISEÑO DE VIGAS

Las losas en general son elementos que permiten que una edificación tenga techos y pisos. Sus funciones estructurales son básicamente dos: la primera es la de transmitir hacia las vigas las cargas propias de la losa, el piso terminado, sobrecargas y tabiques u otros elementos apoyados, y la segunda es la de unir la estructura de tal manera que se tenga un comportamiento uniforme (diafragma rígido) en cada piso ante la acción de un sismo, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel.

“El diseño de las losas aligeradas se realiza considerando únicamente las cargas de gravedad que actúan sobre ellas, es decir la carga muerta y la carga viva. Por tanto, las cargas se amplificarán de acuerdo a la combinación:  $U = 1.4CM + 1.7CV$ .” (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018, pág. 472)

La sección considerada para estos elementos es el de una sección T, donde el ancho inferior es de 10cm, el ancho superior es de 40cm, la altura total es de 20cm y la altura del ala de 5cm. Pero dado que la zona de compresiones en un aligerado común es menor que el espesor del ala de la viga se puede considerar en el diseño que estas se comportan como vigas rectangulares.

### 5.2.1 DISEÑO POR FLEXIÓN

La flexión representa el estado límite de servicio que generalmente rige las dimensiones de las vigas de concreto reforzado. Usualmente, las dimensiones provenientes del diseño por flexión se someten a revisión por cortante u otras acciones estructurales. A continuación, se describirán los aspectos fundamentales de este tipo de diseño estructural.

Para el diseño o la investigación de los elementos solicitados a flexión (vigas y losas), la resistencia nominal de la sección transversal ( $M_n$ ) se debe reducir aplicando el factor de resistencia “ $\phi$ ” a fin de obtener la resistencia de diseño ( $\phi M_n$ ) de la sección. La resistencia de diseño ( $\phi M_n$ ) debe ser mayor o igual que la resistencia requerida ( $M_u$ ). También se deben satisfacer los requisitos de comportamiento en servicio para limitar las flechas y distribución de la armadura para limitar la fisuración. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

Según la Mecánica de materiales, la flexión es el estado interno de esfuerzos cuya acción genera en una sección del elemento flexionado un par de fuerzas “M” cuya intensidad puede establecerse a partir de las condiciones de equilibrio en vigas isostáticas o de las condiciones de equilibrio y compatibilidad de desplazamientos en el caso de vigas estáticamente indeterminadas. Siendo la magnitud de este par de fuerzas una constante de la sección, es posible modificar el valor de las fuerzas componentes “C” y “T” alterando la distancia entre ellas.

La magnitud de las fuerzas componentes del par disminuye en la misma proporción, de acuerdo a la expresión:

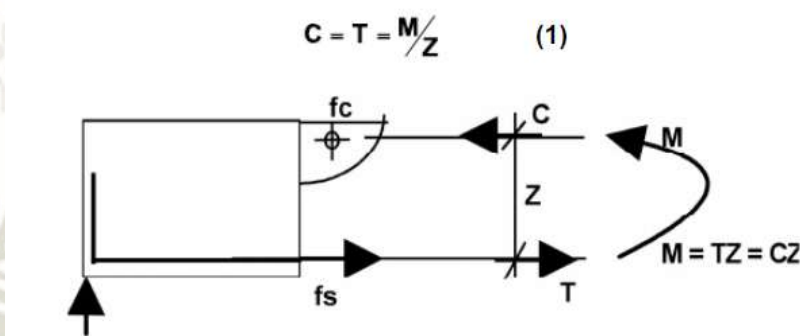
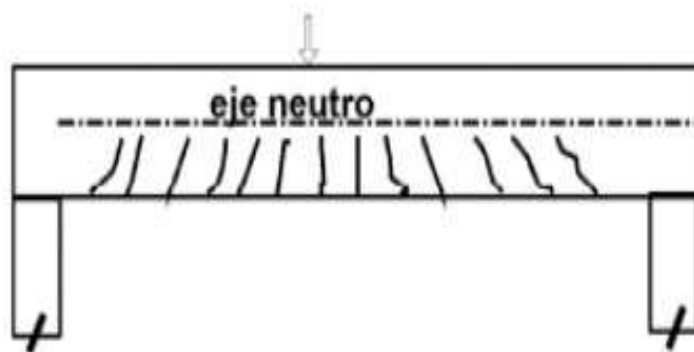


IMAGEN 5. 27.- Momento de viga  
(C.A., 2015)

Analizando la expresión encontramos la razón de que las vigas de concreto reforzado en la práctica se dispongan con su dimensión de mayor magnitud (peralte) vertical. Dispuesta la viga de este modo, los esfuerzos de tensión serán absorbidos por el acero de refuerzo y los de compresión por el concreto. Sin tal refuerzo, durante el fenómeno de flexión se presentarían los agrietamientos



**IMAGEN 5. 28.-** Agrietamiento debido a la flexión

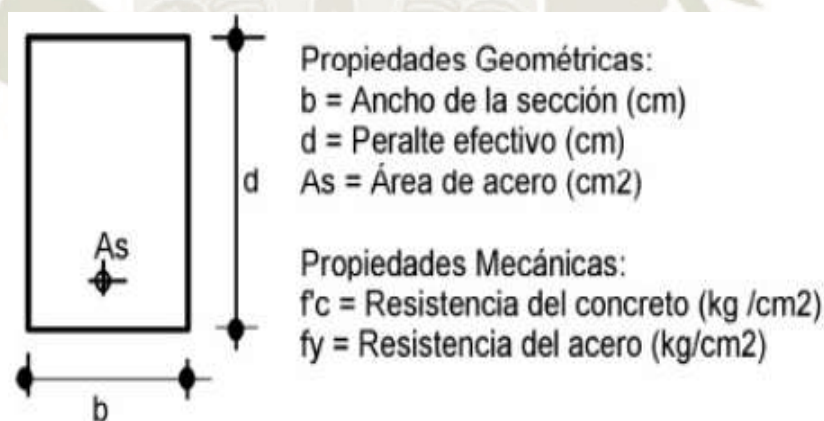
En la expresión anterior MR es el momento resistente de la sección y MU es el momento último de la viga, equivalente al momento flexionante máximo M producido por las cargas de servicio multiplicado por el factor de carga Fc.

En el diseño, es común emplear esta expresión en forma de igualdad para obtener máxima economía en el empleo de los materiales. Para un factor de carga Fc=1.4, lo anterior equivale a decir que se diseña para que la estructura alcance su resistencia con cargas 40% mayores que la de servicio:

$$\mathbf{MR = Mu}$$

Puede demostrarse que el momento resistente depende solamente de las propiedades geométricas de la sección (As, b y d) y de las propiedades mecánicas de los materiales empleados (f'c y fy), es decir:

$$\mathbf{MR = f( As, b, d, f'c , fy)}$$



**IMAGEN 5. 29.-** Propiedades de la sección

En la imagen se puede apreciar que la obtención del momento resistente de la sección implica tomar la intensidad del par de fuerzas internas que equilibran el sistema; para ello, es necesario establecer la posición del centroide del diagrama de esfuerzos de compresión y además su volumen. El proceso mencionado puede resultar demasiado complicado, pues además implica disponer de la curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto utilizado. Para simplificar el problema se propusieron diversas formas del diagrama de

esfuerzos de compresión de modo que se facilitara tanto la ubicación del centroide como la cuantificación del volumen.

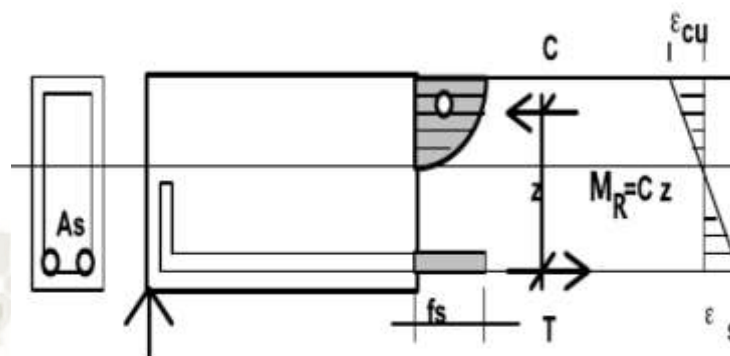


IMAGEN 5. 30.- Diagrama de esfuerzos

La simplificación que tuvo éxito se debe a Whitney, el cual propuso la sustitución del diagrama original por uno de forma rectangular. Las dimensiones relativas de este diagrama fueron establecidas a partir de pruebas de laboratorio en las cuales se obtuvieron tales dimensiones en base a la igualación del momento experimental con el momento producto de la hipótesis simplificaría. (ESPINOSA, 2009)

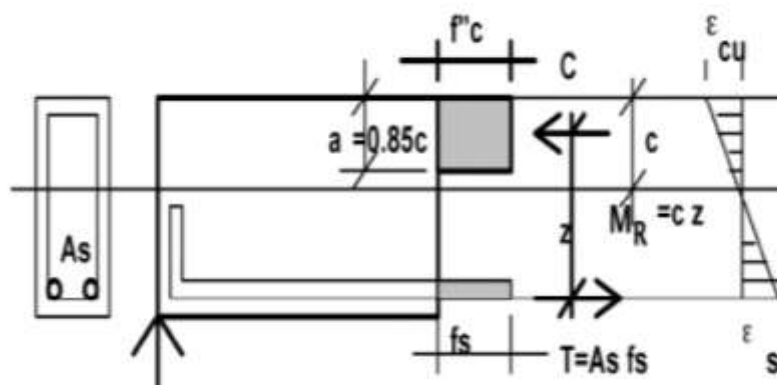


IMAGEN 5. 31.- Diagrama equivalente

(C.A., 2015)

La cantidad de acero ( $A_s$ ) necesaria se calcula de acuerdo a la siguiente expresión

$$A_s = \rho * b * d \quad \text{(Ecuación 5.1)}$$

Donde:

$\rho$  = cuantía de acero necesaria para soportar el momento flector último.

$d$  = ( $d = h - 6 \text{ cm}$ ) para vigas peraltadas; ( $d = h - 3 \text{ cm}$ ) para vigas chatas.

$b$  = ancho de la viga definido en el pre dimensionamiento.

La cuantía de acero se desprende de tablas de diseño, presentadas en diversos libros de concreto armado, para diferentes resistencias de concreto, lo que permite rapidez en el diseño

$$k_u \rightarrow \rho = \frac{M_u}{b \cdot d^2} \quad \text{(Ecuación 5.4)}$$

Las Normas Técnicas Complementarias establecen que la sección debe alcanzar su resistencia en forma dúctil, es decir, con grandes deflexiones que permitan al usuario detectar la inminencia de la falla. Para ello, se obliga al diseñador a limitar el área de acero tanto inferior como superiormente

$$A_{s \min} \leq A_s \leq A_{s \max} \quad \text{ECUACION (5.7)}$$

Donde:

$$A_{s \min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} b d \quad \text{ECUACION (5.8)}$$

$$A_{s \max} = \frac{0.9 f'_c}{f_y} * \frac{6000 \beta_1}{f_y + 6000} b d \quad \text{ECUACION (5.9)}$$

### 5.2.2 DISEÑO POR CORTE

El diseño por corte supone que la resistencia del elemento viene dada por la suma del aporte del concreto ( $V_c$ ) más el aporte del refuerzo en el alma de la sección ( $V_s$ ). Esto se expresa de la siguiente manera:

$$V_u \leq \phi (v_c + v_s) \quad \text{ECUACION (5.10)}$$

$\phi$  = Factor de seguridad al cortante. (0.85)

$V_c$  = Resistencia del concreto.

$V_s$  = Resistencia de los estribos de acero.

La fuerza cortante última " $V_u$ " se obtiene del diagrama de fuerza cortante y normalmente el " $V_u$ " de diseño está ubicado a  $d$  de la cara.

El aporte a la resistencia al cortante del concreto ( $V_c$ ), a menos que se haga un cálculo

más minucioso es

$$V_c = 0.53 * b * d * \sqrt{f_c} \quad \text{ECUACION (5.11)}$$

De darse el caso que  $V_u \leq \phi V_c$ , es posible usar estribos mínimos con un espaciamiento máximo de

$$S_{\max} = \frac{A_v f_y}{3.5 * b_w} \quad \text{ECUACION (5.12)}$$

Si  $V_u \geq \phi V_c$ , será necesario colocar refuerzo por corte. Para ello, se seleccionará el diámetro del estribo a utilizarse ( $A_v$ ), y conociéndose el valor de  $V_s$ , se calculará el espaciamiento de los estribos con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{v_s} \quad \text{ECUACION (5.13)}$$

$S$  = espaciamiento de los estribos.  
 $A_v$  = Área de ambas ramas del estribo.  
 $f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero.  
 $d$  = Peralte efectivo.

La norma peruana establece un límite para la resistencia proporcionada por los estribos la cual no debe exceder de:

$$V_s \leq 2.1 * \sqrt{f_c} * b * d \quad \text{ECUACION (5.14)}$$

Además,

sí  $V_s < V_{slim}$ , entonces:  $S_{\max} = d/2$  ó  $0.60\text{m}$

sí  $V_s > V_{slim}$ , entonces:  $S_{\max} = d/2$  ó  $0.30\text{m}$

$S_{\max}$  es el espaciamiento máximo.

$$V_s \leq 1.1 * \sqrt{f_c} * b * d \quad \text{ECUACION (5.15)}$$

### 5.2.3 REQUISITOS PARA EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS EN VIGAS SÍSMICAS

- Deberá colocarse estribos en ambos extremos de la viga a una distancia igual a  $2d$ , a esta zona se le llama zona de confinamiento, y esta medida a partir de la cara de los apoyos.

- En la zona de confinamiento los estribos se colocarán con un espaciamiento (s) que será el menor de los siguientes valores:  $0.25d$ ,  $8\phi$  menor ó 30 cm.
- El primer estribo se ubicará a  $S/2$  ó 5 cm, el que sea menor.
- Fuera de la zona de confinamiento el espaciamiento no será mayor a  $0.5d$ .

## 5.2.4 ANCLAJES Y EMPALME DEL REFUERZO LONGITUDINAL

### 5.2.4.1 Longitud de anclaje:

Para que el concreto y el acero trabajen en conjunto es necesario que estén adheridos entre sí. La adherencia representa una fuerza a lo largo del perímetro de las barras, y será necesaria una cierta longitud para poder desarrollarla, a dicha longitud se le llama longitud de anclaje ( $L_{dg}$ ).

| longitud de desarrollo $L_{dg}$ |                  |            |          |                     |               |
|---------------------------------|------------------|------------|----------|---------------------|---------------|
| $\phi$ barra                    | $\phi$ barra(cm) | 1er caso   | 2do caso | 3er caso            | redondeo      |
|                                 |                  | $8db$ (cm) | 15 cm    | $318db/(f_c^{1/2})$ | $L_{dg}$ (cm) |
| 8mm                             | 0.8              | 6.4        | 15       | 17.56               | 20            |
| 3/8"                            | 0.95             | 7.62       | 15       | 20.90               | 21            |
| 1/2"                            | 1.27             | 10.16      | 15       | 27.87               | 28            |
| 5/8"                            | 1.59             | 12.7       | 15       | 34.89               | 35            |
| 3/4"                            | 1.91             | 15.24      | 15       | 41.91               | 42            |
| 1"                              | 2.54             | 20.32      | 15       | 55.74               | 56            |

tabla 5 3.-Longitud de desarrollo  $L_{dg}$

### 5.2.4.2 Ganchos estándar:

Por otro lado, todas las barras que anclen en sus extremos con placas o columnas terminarán en un gancho estándar siempre y cuando la longitud de desarrollo en tracción ( $L_{dg}$ ) medida desde la sección crítica hasta el borde exterior del dobléz, sea mayor que

$$l_{dg} = \frac{318bd}{\sqrt{f_c}} \leq 8db \leq 15cm \quad \text{ECUACION (5. 16)}$$

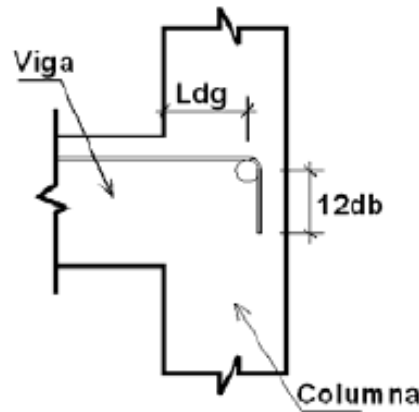


IMAGEN 5. 32.- Detalle Ganchos estándar

| Ganchos estándar |                     |      |          |
|------------------|---------------------|------|----------|
| $\varphi$ barra  | $\varphi$ barra(cm) | 12db | redondeo |
| 8mm              | 0.80                | 9.6  | 10       |
| 3/8"             | 0.95                | 11.4 | 12       |
| 1/2"             | 1.27                | 15.2 | 15       |
| 5/8"             | 1.59                | 19.1 | 20       |
| 3/4"             | 1.91                | 22.9 | 23       |
| 1"               | 2.54                | 30.5 | 31       |

TABLA 5 4.- Longitud de ganchos estándar

#### 5.2.4.3 Empalme de traslape de refuerzo

Los empalmes traslapados se deberán realizar en las zonas de esfuerzos bajos. Estas zonas se encuentran en el tercio central del tramo para el refuerzo superior y en los tercios laterales para el refuerzo inferior. En los elementos que resisten los esfuerzos del sismo, los traslapes no deberán hacerse dentro de la zona localizada a “d” de la cara del nudo.

El siguiente esquema muestra a las zonas como las más favorables para los empalmes:

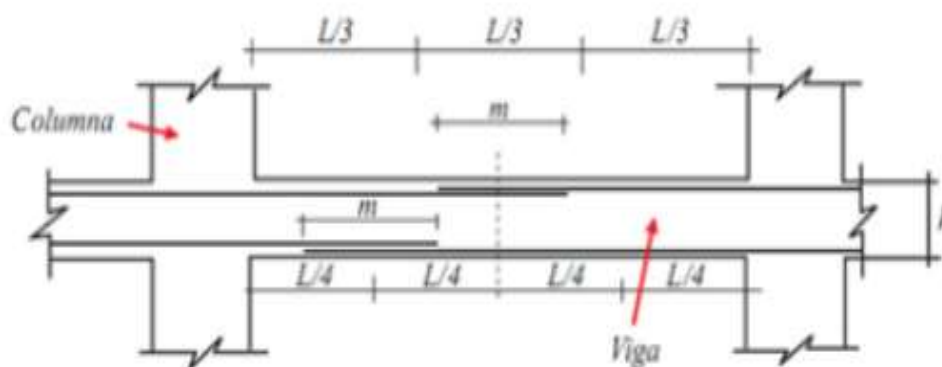


IMAGEN 5. 33.- Detalle empalme en viga

| • Valores de empalme |                   |                   |       |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------|
| φ barra              | Refuerzo inferior | Refuerzo superior |       |
|                      | H cualquiera      | H<30              | H>=30 |
| 8mm                  | 30                | 30                | 40    |
| 3/8"                 | 35                | 35                | 45    |
| 1/2"                 | 45                | 45                | 60    |
| 5/8"                 | 55                | 55                | 70    |
| 3/4"                 | 60                | 60                | 80    |
| 1"                   | 70                | 70                | 90    |

TABLA 5 5.-Empalme por traslape del refuerzo

### 5.2.5 EJEMPLO DISEÑO DE LA VIGA

A continuación, se procederá a mostrar el diseño de la viga del eje C-C entre el eje 2-3 segundo nivel, de sección transversal 30 x 60 cm

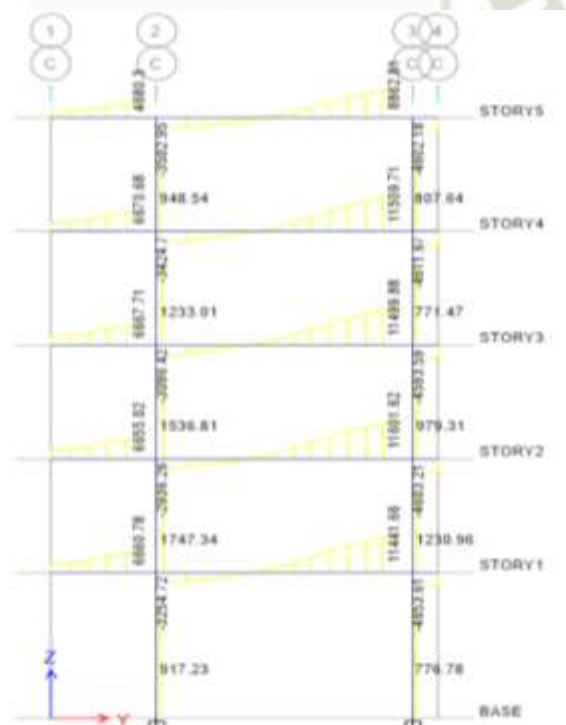


IMAGEN 5. 34.- Diagrama de Fuerzas Cortantes

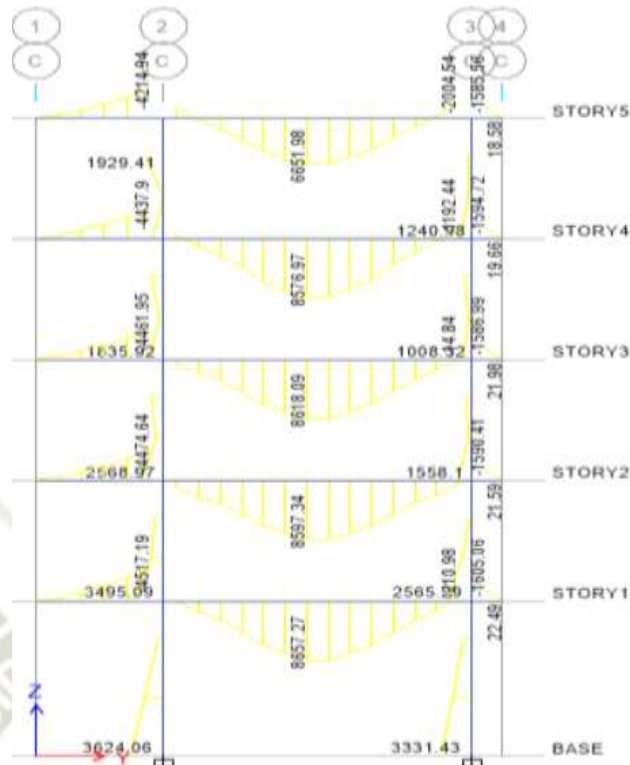


IMAGEN 5. 35.-Diagrama de Momentos Flectores

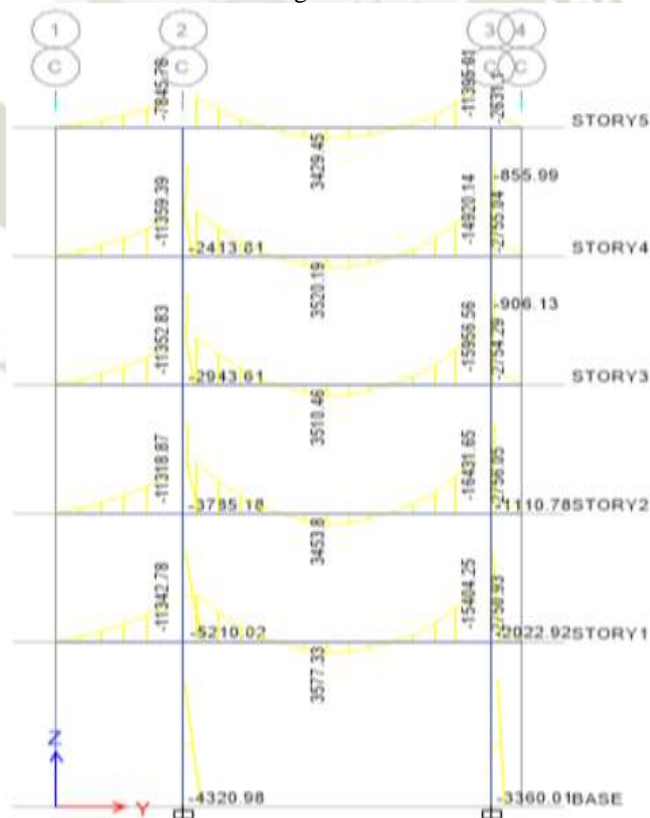


IMAGEN 5. 36.-Diagrama de Momentos Flectores

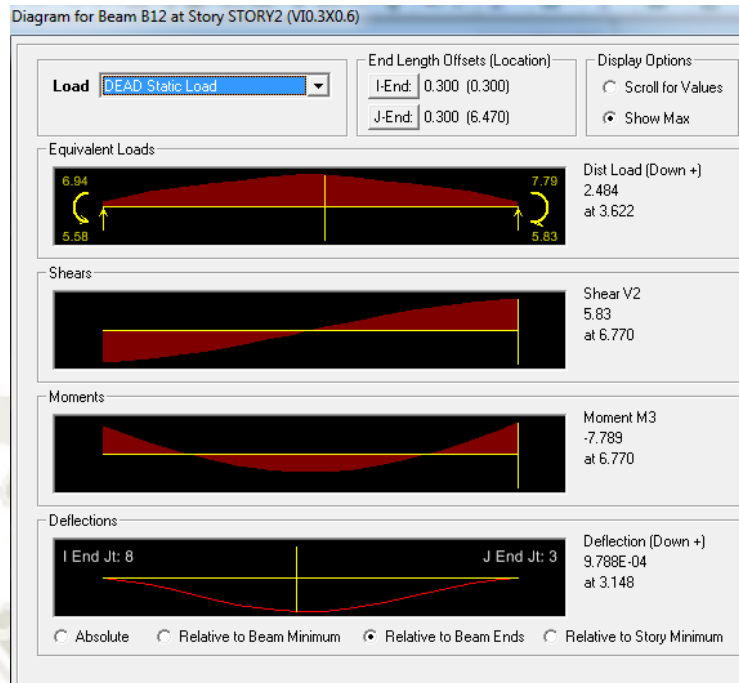


IMAGEN 5. 37.-Diagrama de Fuerzas (CM)

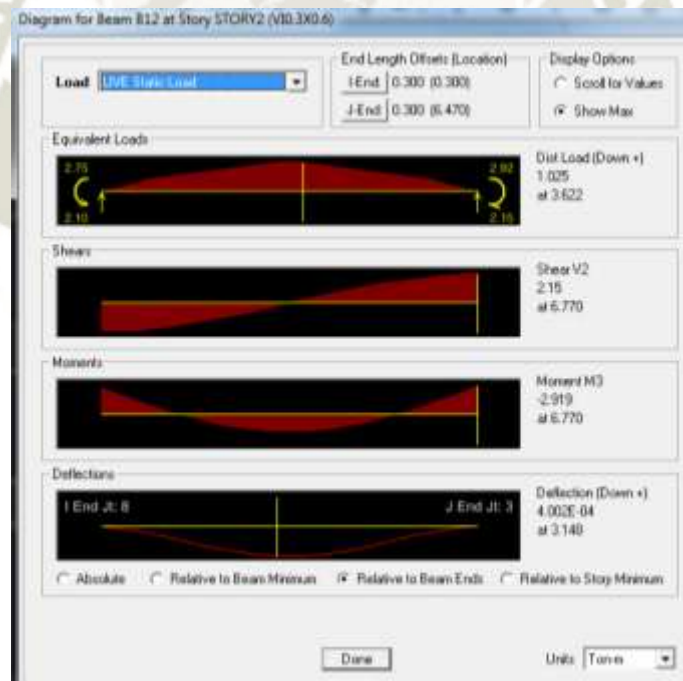


IMAGEN 5. 38.- Diagrama de Fuerzas y Momentos (CL)

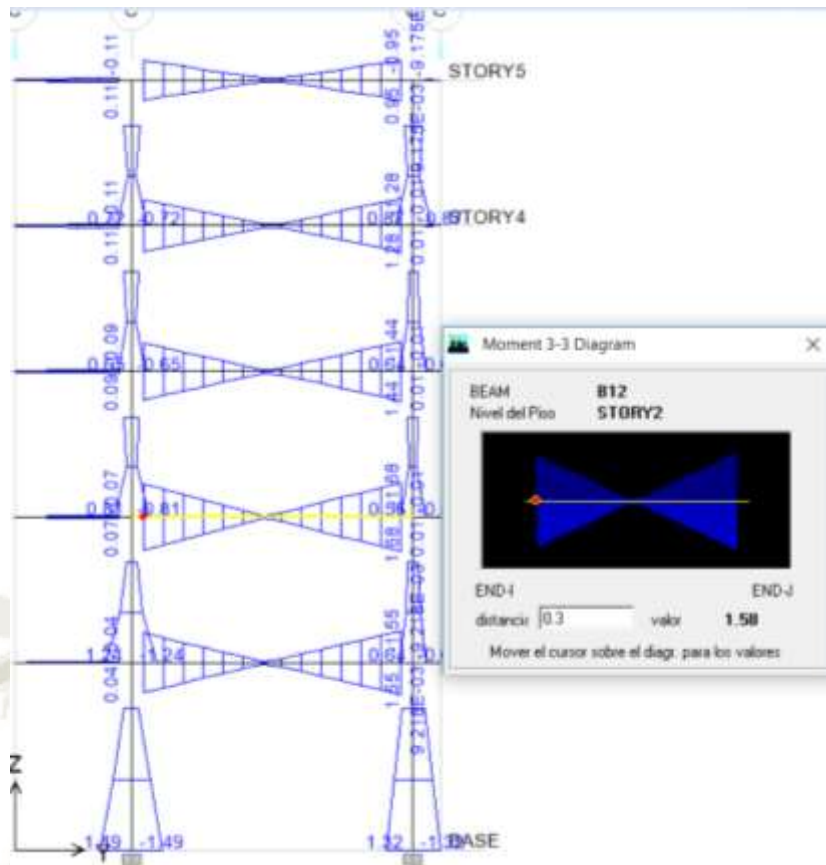


IMAGEN 5. 39.- Diagrama de Fuerzas y Momentos (espectro en X-X)

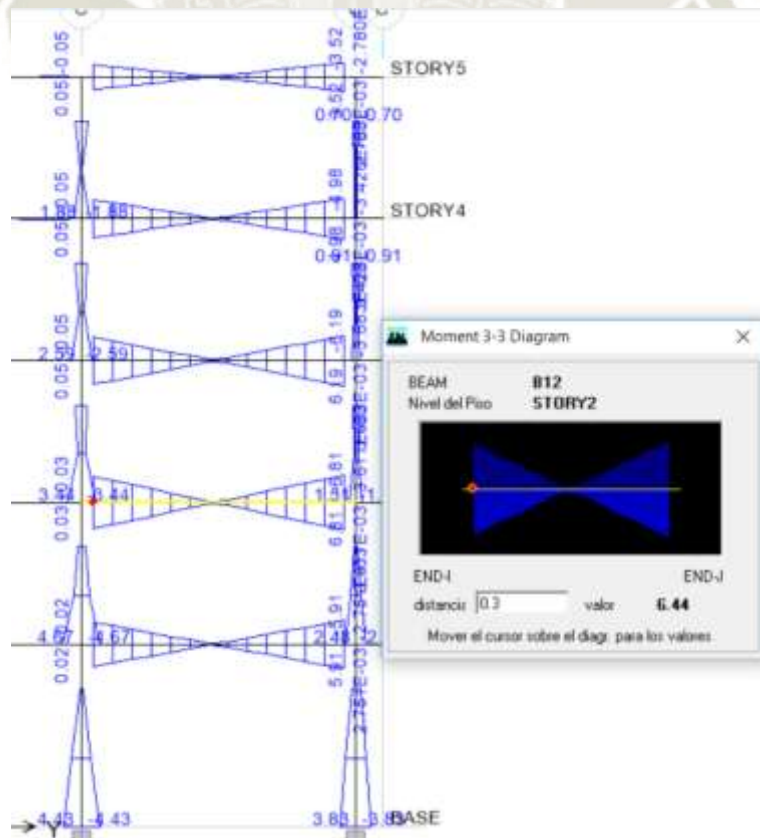


IMAGEN 5. 40.- Diagrama de Fuerzas y Momentos (espectro en Y-Y)

### 5.2.5.1 Diseño por flexión

Para los DMF presentados anteriormente, aplicamos las combinaciones de carga, mencionadas anteriormente

$$U = 1.4CM + 1.7CV \quad \text{CM: carga muerta}$$

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS \quad \text{CV : carga viva}$$

$$U = 0.9CM \pm CS \quad \text{CS: carga de sismo}$$

Así tenemos los la envolvente de momentos a las caras de los apoyos:

Para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} bd \rightarrow A_{s_{\min}} = \frac{0.7\sqrt{210}}{4200} * 30 * 51 \rightarrow A_{s_{\min}} = 3.69\text{cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = (3\phi 1/2'') = 3.81\text{cm}^2$$

|                         |       | Ku    |        | As (cm2) | As colocado (cm2) |                              |      |
|-------------------------|-------|-------|--------|----------|-------------------|------------------------------|------|
| <b>tramo inicial</b>    | Mu(-) | 15.21 | 0.1132 | 0.0061   | 9.33              | 3 $\phi$ 3/4"+2 $\phi$ 1/2"  | 9.90 |
|                         | Mu(+) | 1.02  | 0.0141 | 0.0007   | 1.09              | 3 $\phi$ 3/4"                | 3.81 |
| <b>tramo intermedio</b> | Mu(-) | 3.36  | 0.0228 | 0.0012   | 1.77              | 3 $\phi$ 1/2"                | 3.81 |
|                         | Mu(+) | 8.56  | 0.0618 | 0.0032   | 4.91              | 2 $\phi$ 5/8"+ 1 $\phi$ 1/2" | 5.23 |
| <b>Tramo final</b>      | Mu(-) | 16.43 | 0.1115 | 0.0060   | 9.18              | 3 $\phi$ 3/4"+2 $\phi$ 1/2"  | 9.90 |
|                         | Mu(+) | 0.62  | 0.0137 | 0.0007   | 1.06              | 3 $\phi$ 3/4"                | 3.81 |

**TABLA 5 6 .-** Momentos de la viga C

### 5.2.5.2 Diseño por Cortante

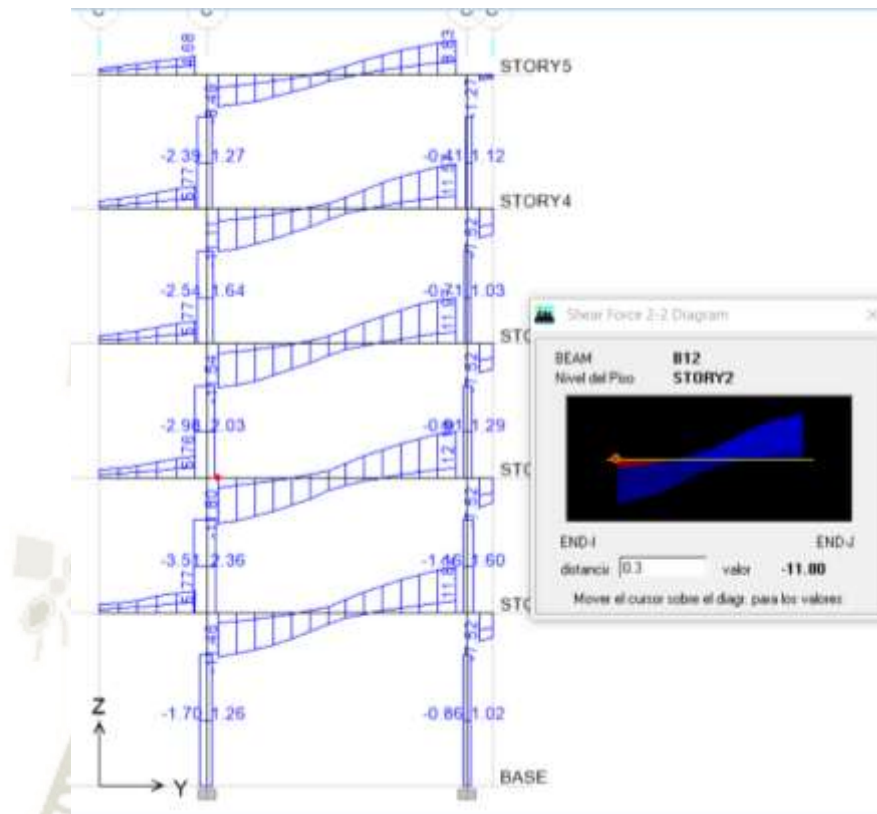


IMAGEN 5. 41.- Diagrama de Fuerzas de la envolvente

$$V_u \leq \phi(V_c + V_s)$$

$$V_u = 11.8 \text{ tnf}$$

El aporte a la resistencia al cortante del concreto ( $V_c$ )

$$V_c = 0.53 * b * d * \sqrt{f_c} \rightarrow V_c = 0.53 * 30 * 51 * \sqrt{210}$$

$$V_c = 11.7 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = 9.98 \text{ tnf}$$

Como

$$V_u \geq \phi V_c$$

$$V_u \leq \phi(v_c + v_s) \rightarrow V_s = \frac{v_u}{\phi} - v_c \rightarrow V_s = \frac{11.8}{0.85} - 11.7 \rightarrow V_s = 2.18 \text{ tnf}$$

En los demás diseños de vigas se comprobó que  $V_s$  no fuera mayor que

$$V_s \leq 2.1\sqrt{210} * b * d \rightarrow V_s \leq 2.1\sqrt{210} * b * d \rightarrow V_s \leq 2.1\sqrt{210} * 30 * 54$$

$$V_s = 49.29tnf$$

Ahora (para este caso el acero que se va a utilizar es de 3/8")

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{v_s} \rightarrow S = \frac{2 * 0.71 * 4200 * 54}{2180} \rightarrow S = 147cm$$

Para la separación máxima, hacemos una comparación entre  $V_s$  y  $V_{slim}$ , en donde  $V_{slim}$  es:

$$V_{slim} \leq 1.1 * \sqrt{f_c} * b * d \rightarrow V_{slim} \leq 1.1 * \sqrt{210} * 30 * 54 \rightarrow V_{slim} = 25.82tnf$$

$$V_s < V_{slim},$$

$$S_{max} = 54/2 = 27cm$$

**No requiere refuerzos por corte**

$$V_u = V_{isostático} + \frac{M_a + M_b}{L_n}$$

- 3  $\phi$  3/4" + 2  $\phi$  1/2" Área de acero: 11.1cm<sup>2</sup> " Mom. = 21.18 Ton. x m.

- 3  $\phi$  3/4" + 2  $\phi$  1/2" Área de acero: 11.1 cm<sup>2</sup> " Mom. = 21.18 Ton. x m.

- 3  $\phi$  3/4" Área de acero: 8.52cm<sup>2</sup> " Mom. = 16.93 Ton. x m.

- 3  $\phi$  3/4" Área de acero: 8.52cm<sup>2</sup> " Mom. = 16.93 Ton. x m.

El cortante isostático a d de la cara fue de 10.03 Tnf

$$V_u = 10.03 + \frac{21.18 + 21.18}{6.47}$$

$$V_u = 16.57tnf$$

Como  $V_u \geq \phi V_c$ :

$$V_u \leq \phi(V_c + V_s) \rightarrow V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \rightarrow V_s = \frac{16.57}{0.85} - 11.7 \rightarrow V_s = 7.79tnf$$

Ahora

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \rightarrow S = \frac{2 \cdot 0.71 \cdot 4200 \cdot 54}{7.79} \rightarrow S = 41.34 \text{ cm}$$

**No requiere refuerzos por corte**

- Longitud de la zona de confinamiento =  $2d = 2 \cdot 54 = 108 \text{ cm}$
- En la zona de confinamiento los estribos se colocarán con un espaciamiento (s) que será el menor de los siguientes valores:

$$0.25d = 0.25 \cdot 54 = 13.5 \text{ cm}$$

$$8\phi_{\text{dmenor}} = 8 \cdot 3/8'' = 9 \text{ cm}$$

30 cm.

- El primer estribo se ubicará a 5 cm
- Fuera de la zona de confinamiento el espaciamiento no será mayor a  $0.5d = 22 \text{ cm}$

Realizando el análisis se concluyó para controlar las fuerzas cortantes se utilizara la siguiente distribución de estribos

**$3/8'' \phi$ : 1@0.05, 10@11, Rto @ 0.20m**

### Empalmes

$$A_{s\text{mín}} = (3\phi 1/2'') = 3.81 \text{ cm}^2 \quad M = 8.28 \text{ tnf}$$



Longitud de corte de varilla

$$3/4'' = H > 30 \quad 80 \text{ cm}$$

$$0.65 + 0.8 \text{ cm} = 1.45 \text{ cm}$$

1.50 cm

Dobles de gancho

$$12db \quad 12 \cdot 3/4 = 22.9 \text{ cm}$$

$$L_{dg} = 318db / (f_c^{1/2}) = 36.2$$

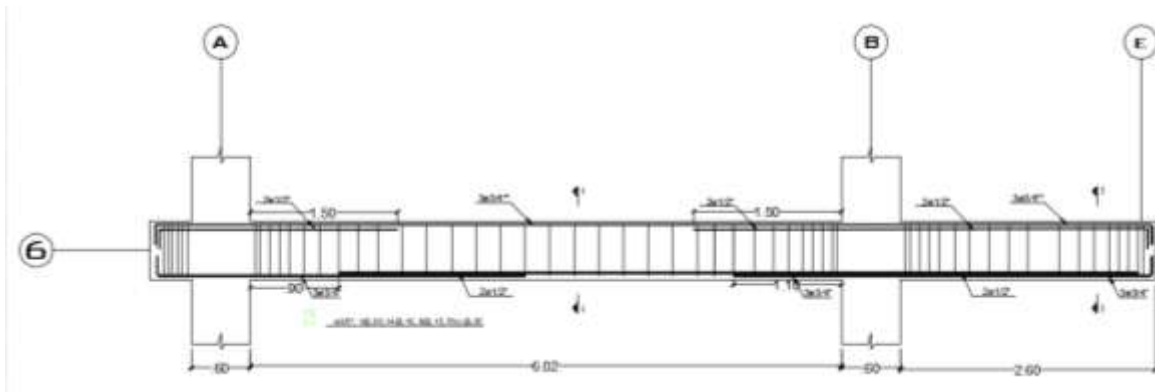


IMAGEN 5. 42.- Diseño final Viga eje 4

### 5.3 DISEÑO DE COLUMNAS

Las columnas son elementos que están sometidos a flexo-compresión, es decir que reciben cargas axiales (provenientes de las vigas y losas) y momentos flectores debido a las fuerzas de sismo, que finalmente serán transmitidos a la cimentación. El diseño para estos elementos es similar al de flexión, considerando adicionalmente los efectos de esbeltez. (MORALES, 2010)

Una manera de diferenciar el comportamiento de una columna al de una viga, es calcular la carga axial que soporta. Si  $P_u < 0.1 * f'_c * A_g$ , el elemento deberá diseñarse como una viga y en caso contrario como una columna. Donde  $A_g$  es el área bruta de la sección.

El diseño se hará por flexo-compresión y por corte considerando las cargas amplificadas con las mismas cinco combinaciones del diseño de vigas.

#### 5.3.1 ESBELTEZ DE COLUMNAS

La esbeltez de una columna se evalúa con un factor de corrección denominado  $\delta$ , el cual se subdivide en  $\delta_1$  ( $\delta$  local o  $\delta$  individual), que corrige al momento flector debido a cargas de gravedad, y en  $\delta_g$  ( $\delta$  global), que corrige al momento flector debido a los desplazamientos laterales relativos generados en la mayoría de casos por el sismo. (MORALES, 2010)

El factor  $\delta_1$  afecta a las columnas como elementos individuales, mientras que el  $\delta_g$  afecta a todas las columnas de un entrepiso por igual, considerando que los desplazamientos laterales son iguales para todas las columnas de un entrepiso.

En un edificio, normalmente las columnas propensas a ser corregidas por esbeltez local son las de menor sección, la de mayor longitud (como por ejemplo en el caso de una columna sin arriostramiento intermedio que tenga doble altura), o la de mayor carga axial.

### 5.3.2 EFECTO LOCAL DE ESBELTEZ

El efecto local de esbeltez en una columna se puede despreciar si se cumple lo siguiente:

$$\frac{kl_m}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad \text{ECUACION (5. 17)}$$

**Ln** = Luz libre de la columna en la dirección analizada, considerándose la distancia entre las vigas o losas capaces de proporcionar apoyo lateral.

**K**: Factor de longitud efectiva (K=1, para estructuras arriostradas)

**r** = Radio de giro de la sección transversal  $\sqrt{\frac{I}{A}}$

**M1** = Momento flector menor de diseño en el extremo de la columna; es positivo si el elemento está flexionado en curvatura simple y es negativo si hay doble curvatura.

**M2** = Momento flector mayor de diseño en el extremo de la columna, siempre positivo.

Si se diera el caso que no fuera despreciable el efecto de esbeltez, éste se debería calcular con la siguiente fórmula:

$$\delta 1 = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \quad \text{ECUACION (5. 18)}$$

(EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

**Pu** = Carga amplificada actuante sobre la columna.

**φ** = Factor de reducción de la resistencia, igual a 0.7 para el caso de columnas estribadas.

**Pc** = Carga crítica de pandeo (Fórmula de Euler)

**Cm** = Coeficiente que considera la relación de los momentos de los nudos y el tipo de curvatura.

### 5.3.3 EFECTO GLOBAL DE ESBELTEZ

El efecto global de esbeltez ( $\delta g$ ) se evalúa, si se conocen las deformaciones laterales de los entrepisos, mediante la siguiente fórmula:

$$\delta 1 = \frac{1}{1-Q} \quad \text{ECUACION (5. 19)}$$

Donde: Q es el índice de estabilidad del edificio y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{(\sum P_u) * u}{V_u * h} \quad \text{ECUACION (5. 20)}$$

$\Sigma P_u$  = Suma de las cargas axiales amplificadas y acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado.

$u$  = Deformación relativa entre el nivel superior y el inferior del entrepiso, debido a cargas laterales amplificadas y calculadas con un análisis de primer orden. Para el caso de sismo, u deberá multiplicarse por  $0.75 \times R$  ( $R$  = coeficiente de reducción).

$V_u$  = Fuerza cortante amplificada a nivel del entrepiso, debida a las cargas laterales que originan la deformación de la estructura.

$h$  = Altura del entrepiso considerado.

Si el índice Q es menor que 0.06, se podrá considerar que el entrepiso está arriostrado lateralmente y los efectos globales de segundo orden se pueden despreciar.

En este caso  $\delta 1g$  es igual a 1 y sólo se amplificará el momento por  $\delta 1$  (efecto local de esbeltez).

Si el índice Q está comprendido entre 0.06 y 0.25, los efectos globales deben considerarse, y se calculará  $\delta g$  con el valor de Q obtenido.

Si el índice Q es mayor a 0.25, deberá cambiarse la sección de la columna o realizarse un análisis de segundo orden.

### 5.3.4 FLEXO-COMPRESIÓN DE COLUMNAS

El diseño por flexo-compresión de las columnas, se hace uso de los llamados diagramas de interacción, los cuales son graficas que describen los lugares geométricos

de las combinaciones de cargas axiales últimas ( $P_u$ ) y momentos flectores últimos ( $M_u$ ) que producen la falla de la sección. El diagrama de interacción depende de la cantidad y distribución de acero de refuerzo longitudinal colocado, y de la forma de la sección transversal del elemento. Los diagramas de interacción son elaborados con teoría explicada en diversos libros de concreto; sin embargo, para evitar la elaboración de estos diagramas, al menos de aquellos de columnas de formas convencionales, se puede hacer uso de los ábacos de diseño. (MORALES, 2010)

Otra alternativa, la cual es muy usada hoy en día, es hacer uso de programas de cómputo, los cuales permiten obtener de manera rápida diagramas de interacción.

### 5.3.5 CORTANTE EN COLUMNAS

El diseño por fuerza cortante de las columnas se debe hacer con el mayor valor de los siguientes dos casos: El mayor  $V_u$  de las 5 combinaciones de diseño, o el cortante obtenido de la siguiente

$$\frac{M_a + M_b}{L_n} \quad \text{ECUACION (5. 21)}$$

$M_a$  y  $M_b$  =son los momentos nominales a los extremos de la luz libre de la columna, uno en la parte superior y otro en la parte inferior, y  $L_n$  es la luz libre de la columna. En el segundo caso mencionado, los momentos de  $M_a$  y  $M_b$  se obtienen del diagrama de interacción y son los momentos que realmente puede ser capaz de resistir la columna con el acero colocado.

El objetivo de hallar un cortante a partir de los momentos nominales, es el de evitar que el elemento falle por cortante, ya que generalmente al diseñar por flexo-compresión, queda una holgura en el diseño. Esa holgura se traduce como una sobre resistencia que se le da a la columna por flexo-compresión; por lo tanto, se debe compensar este incremento de resistencia haciendo que la columna también tenga una sobre resistencia por cortante. Con esto se asegura que si el elemento debe fallar, falle por flexión y no por corte.

Como se mostrará en la fórmula del aporte al cortante del concreto ( $V_c$ ), la carga axial amplificada interviene en ella. Esta carga axial amplificada ( $N_u$ ) es la correspondiente al momento nominal seleccionado anteriormente, con el que se trabajará.

Entonces, conocido el valor del cortante de diseño ( $V_u$  diseño), se aplica la fórmula del aporte al cortante del refuerzo transversal:

$$V_s = \frac{V_{u \text{ diseño}}}{\phi} - V_c \quad \text{ECUACION (5. 22)}$$

$$: \phi = 0.85$$

Para cálculo del  $V_c$  se aplica la siguiente fórmula:

$$V_s = 0.53 * \sqrt{f_c} \left( 1 + \frac{N_u}{140 * A_g} \right) * b_w * d \quad \text{ECUACION (5. 23)}$$

$N_u$  = Carga Axial Amplificada asociada al momento nominal mayor (explicado líneas atrás).

$A_g$  = Es el área bruta de la sección.

Conocido el valor del  $V_s$ , se calcula con la (ecuación 5.15)  $S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$  el espaciamiento de los estribos.

Para el diseño por cortante de columnas, en la mayoría de los casos no gobierna el planteado anteriormente, sino que gobierna el espaciamiento indicado por la Norma Peruana que sostiene lo siguiente: Fuera de la zona de confinamiento, el espaciamiento máximo será el menor de los siguientes tres valores:  $16x d_b$  ( $d_b$  = diámetro de la barra), la menor dimensión de la columna ó 30 cm.

“Dentro de la zona de confinamiento, el espaciamiento máximo de los estribos será el menor de los siguientes dos valores: 10 cm. ó la menor dimensión de la mitad de cada una de las dimensiones de la columna. El primer estribo se colocará a 5 cm. Medido desde la cara.” (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

La dimensión de la zona de confinamiento será la mayor de las siguientes medidas:  $1/6$  de la luz libre de la columna, la máxima dimensión de la sección transversal de la columna o 45 cm. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

### 5.3.6 FLEXIÓN BIAXIAL

La flexión biaxial es crítica cuando hay un gran momento actuante por cargas de gravedad en la dirección transversal al sismo predominante.

En caso se diera estos momentos podemos hacer una verificación biaxial, la cual consiste

$$P_{no} = \frac{0.85 * f_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y}{1000} \quad \text{ECUACION (5. 24)}$$

Donde:

$\phi P_{nx}$ : Carga obtenida del diagrama de interacción

$\phi P_{ny}$ : Carga obtenida del diagrama de interacción

**Realizamos verificación**

$$\frac{1}{P_u} = \frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_{no}} \quad R1 = \frac{P_u}{\phi P_{no}} \geq 0.1$$

### 5.3.7 ANCLAJE Y EMPALME POR TRASLAPE DEL REFUERZO

Los fierros longitudinales de las columnas, al llegar al último piso (octavo), deberían de anclar con el Ldg y doblar una distancia de 12 db

Para el traslape como se vio en el capítulo de diseño de vigas, los empalmes deben realizarse en las zonas de menor esfuerzo, en el caso de las columnas estas zonas se encuentran en el tercio de la luz. Ya que los momentos son bajos y el confinamiento no ocasiona ninguna dificultad en el armado. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018)

Todas las barras se empalmarán cumpliendo la longitud de desarrollo en compresión este valor será como mínimo 0.007 fy db ó 30 cm. En el caso de que los momentos flectores en las columnas sean altos y se presenten tracciones en las barras de refuerzo longitudinal, se aumentará la longitud de empalme.

### 5.3.8 EJEMPLO DE DISEÑO DE UNA COLUMNA

La columna que se va a utilizar como ejemplo es la columna (30x60) ubicada en la intersección de los ejes C-2

| DISEÑO DE COLUMNA |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Story             | Pcm   | Pcv   | Psm   | Mcm   | Mcv   | Msm   |
|                   | P     | P     | P     | M3    | M3    | M3    |
| STORY5            | 6.66  | 0.04  | 6.62  | 0.807 | 0.491 | 0.952 |
| STORY4            | 17.88 | 2.63  | 15.3  | 0.61  | 0.551 | 0.848 |
| STORY3            | 29.86 | 5.27  | 26.39 | 0.661 | 0.518 | 1.031 |
| STORY2            | 43.23 | 8.17  | 38.47 | 0.921 | 0.678 | 1.575 |
| STORY1            | 59.6  | 11.63 | 48.8  | 0.341 | 0.221 | 1.939 |

**TABLA 5 7.-** Tabla de fuerzas actuantes en la columna

| DISEÑO DE COLUMNA |        |       |      |
|-------------------|--------|-------|------|
| Combinación       | P      | M3    | V2   |
| 1.25(cm+cv)+cs    | 137.83 | 2.641 | 0.84 |
| 1.25(cm+cv)-cs    | 132.32 | 5.647 | 1.71 |
| 0.9cm+cs          | 102.44 | 2.242 | 0.62 |
| 0.9cm-cs          | 96.93  | 5.252 | 1.49 |

**TABLA 5 8.-** Tabla de combinaciones actuantes en la columna

Donde obtenemos

La carga axial ultima (Pu) = 137.83 tnf

$0.1 \cdot f'c \cdot Ag = 0.1 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 60 = 37.58 \text{ tnf} < 129.01 \text{ tnf}$

**Entonces se diseñará por flexo compresión**

#### Efecto Local

El efecto local de esbeltez en una columna se puede despreciar si se cumple lo siguiente:

$$\frac{KLn}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2}$$

Los valores de los momentos en las columnas de nuestro edificio, presentan curvatura doble, por lo que en la desigualdad, el segundo miembro siempre será positivo. Por lo tanto, bastara con verificar que  $\frac{Ln}{r} < 34$

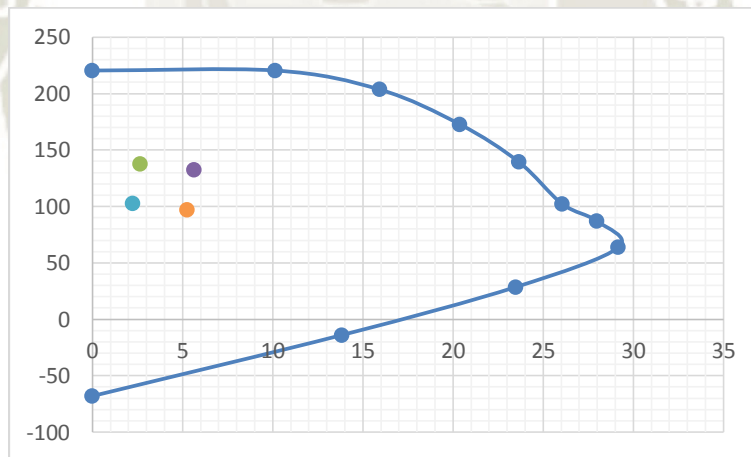
Luz libre de la columna = 3.50

Centroide de la Sección :  $xc = \frac{1}{12}bd^3 = 0.054$

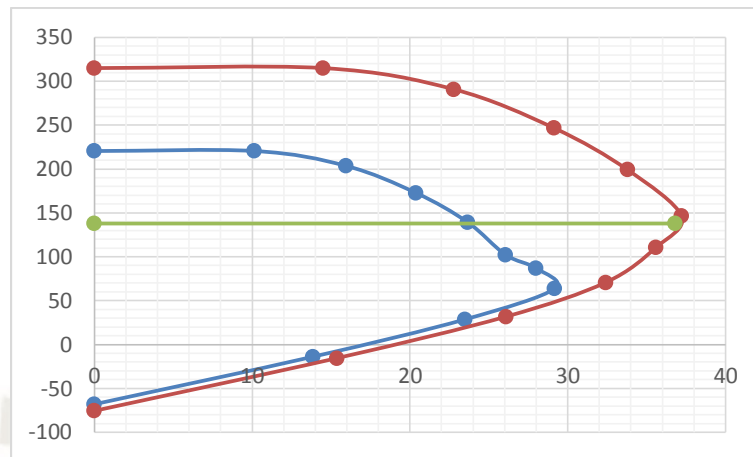
Centroide de la Sección :  $yc = \frac{1}{12}bd^3 = 0.00135$

$$rx = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0.054}{0.18}} = 0.173\text{m} ; \frac{Ln}{r} = \frac{3.5}{0.173} = 19.65 < 34$$

$$ry = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0.0135}{0.18}} = 0.274\text{m} ; \frac{Ln}{r} = \frac{3.5}{0.274} = 12.4 < 34$$



**IMAGEN 5. 43.-** Diagrama de interacción columna cargas



**IMAGEN 5. 44.-** Diagrama de interacción columna cargas

### Diseño por cortante

Al igual que en el diseño por cortante en vigas su diseño se basa en el cortante mayor obtenido del análisis de las 5 combinaciones de diseño y de los momentos nominales.

Primero establecemos el  $V_{max}$

$$V_{max} = 2.6 \cdot \phi \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{max} = 2.6 \cdot 0.85 \cdot \sqrt{210} \cdot 60 \cdot 24$$

$$V_{max} = 46.11 \text{tnf}$$

Luego Calculamos el aporte del concreto

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot \left(1 + \frac{N_u}{140 \cdot A_g}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot \left(1 + \frac{137.83 \cdot 1000}{140 \cdot 60 \cdot 30}\right) \cdot 60 \cdot 24$$

$$V_c = 20.13 \text{tnf}$$

De las combinaciones anteriores  $V_u=1.71$  tnf. Tenemos  $V_u < \phi V_c$ , para este caso necesitamos estribos mínimos.

Analizando el diagrama de interacción correspondiente, mostrado en el diseño por flexo-compresión, se obtiene que los momentos nominales asociados a las cargas axiales ultimas:

$$M_n = 37.14 \text{ ton} \times \text{m}$$

$$V = \frac{M_a + M_b}{L_n} = \frac{37.14 + 37.14}{3.5} = 21.84 \text{ ton}$$

Luego calculo de  $V_s$

$$V_s = \frac{21.84}{0.85} - 20.13 \rightarrow V_s = 5.57 \text{ ton}$$

Ahora espaciamento de estribos

$$S = \frac{2 \cdot 0.71 \cdot 4200 \cdot 54}{5.87} = 56.89 \text{ cm}$$

### Longitud de la zona de confinamiento

Se deberá de considerar el mayor de los siguientes valores

$$L_{o1} = h_n/6 = 3.5/6 = 0.58 \text{ m}$$

$$L_{o2} = \text{máxima dimensión} = 0.80 \text{ m}$$

$$L_{o3} = 0.45 \text{ m}$$

### Separación dentro de la zona de confinamiento

Los estribos se colocarán en esta zona con un espaciamento “S” que no exceda el menor de los siguientes valores:

$$S_1 = \text{mitad de la dimensión más pequeña} = 0.3/2 = 0.15 \text{ m}$$

$$S_2 = 0.1 \text{ m}$$

### Separación fuera de la zona de confinamiento

Fuera de la zona de confinamientos los estribos se colocarán con un espaciamento “S” que no exceda el menor de los siguientes valores:

$$S_1 = 16 \cdot d_b = 16 \cdot 2.54 = 0.40 \text{ m}$$

$$S_2 = \text{menor dimensión} = 0.50 \text{ m}$$

$$S_3 = 0.30 \text{ m a modo de seguridad se decidió dejarlo en } 0.25 \text{ m}$$

De acuerdo a lo descrito anteriormente la distribución de los estribos, queda definido la siguiente separación

### 3 $\phi 3/8$ ": 1@5cm, 8@10cm, Rto @0.25cm en cada extremo

#### Anclaje y empalme por traslape del refuerzo

Por criterios prácticos se ha uniformizado todos los dobleces en 40 cm., que es lo que se necesita para el  $\phi 1$ "

Para el traslape se utilizará  $0.007 \cdot f_y \cdot d_b$ , a continuación, presentamos un cuadro resumen de las longitudes.

| $\phi$ | L    |
|--------|------|
| 3/8"   | 0.30 |
| 1/2"   | 0.35 |
| 5/8"   | 0.40 |
| 3/4"   | 0.50 |
| 1"     | 0.90 |

TABLA 5 9.-Anclaje y empalme del refuerzo

#### 5.4 DISEÑO DE MUROS DE CORTE / PLACAS

Las placas son elementos que trabajan básicamente bajo la acción de cargas axiales de gravedad y de sismo, así como también por la acción de momentos flectores y fuerzas cortantes. Su diseño es similar al de columnas, pero como estos elementos poseen una gran rigidez lateral (debido a su gran longitud) absorben valores significativos de fuerza cortante que a su vez producen grandes momentos.

La norma peruana de concreto armado indica que el espesor mínimo de un muro de carga debe ser 10cm. la determinación del espesor deberá satisfacer un control de esbeltez por compresión, un diseño por flexo compresión y un diseño por fuerza cortante. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018, pág. 506).

##### 5.4.1 DISEÑO POR FLEJO-COMPRESIÓN

Los muros con esfuerzos de flexión debido a la acción de fuerzas coplanares deberán diseñarse de acuerdo a lo siguiente:

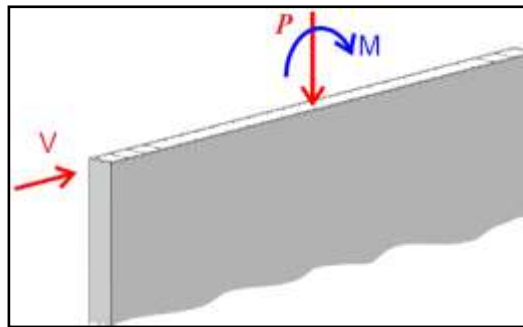


IMAGEN 5. 45.- Fuerzas actuantes en muros de corte

$$M_u = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot Z$$

ECUACION (3.4)

Si los muros no son de sección rectangular o están sujetos a cargas axiales significativas, se determina las áreas de los refuerzos mediante un análisis racional. Adicionalmente, se coloca refuerzo uniformemente repartido a lo largo de la longitud del muro, cumpliendo éste con el acero mínimo de refuerzo vertical de muros.

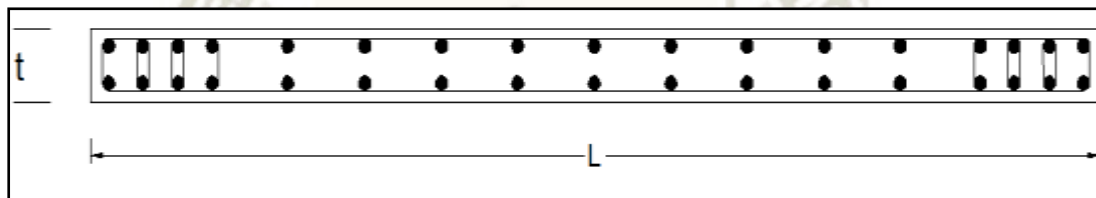


IMAGEN 5. 46.-Esquema en planta de un muro de concreto armado.

Si el esfuerzo en la fibra extrema en tracción calculado suponiendo comportamiento lineal elástico:

$$\sigma_u = \frac{M_u \cdot Y_t}{I_g} + \frac{P_u}{A_g}$$

ECUACION (5. 25)

Excediera de  $2 \cdot \sqrt{f'c}$ , deberá verificarse que el refuerzo en tracción de los extremos provea un momento resistente por lo menos igual a 1,5 veces el momento de agrietamiento  $M_{cr}$  de la sección:

$$M_{cr} = \frac{I_g \cdot (2 \cdot \sqrt{f'c} + \frac{P_u}{A_g})}{Y_t}$$

ECUACION (5. 26)

De una manera más explícita:

$$\text{Si: } \sigma_u > 2 \cdot \sqrt{f'c} \quad \text{Entonces } M_n \geq 1.5 \cdot M_{cr}$$

#### 5.4.2 DISEÑO POR CORTANTE

Los muros con esfuerzos de corte debidos a la acción de fuerzas coplanares se diseñaron considerando:

$$Vu \leq \phi \cdot Vn$$

$$Vn \leq Vc + V$$

$$Vc = 0.53 \cdot f'c \cdot t \cdot d$$

**Vn**.- no deberá exceder de:

$$Vn \leq 2.6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot t \cdot d$$

$$d = 0.8 \cdot L$$

as secciones localizadas entre la base y una altura **L/2** ó **H/2** (la que sea menor), podrán diseñarse con el mismo valor de **Vc** que el calculado para la sección ubicada a L/2 ó H/2.

La fuerza cortante de diseño **Vu** en toda sección deberá cumplir con:

$$Vu \geq Vua \cdot \left( \frac{Mur}{Mua} \right) \cdot w_\gamma \quad \text{ECUACION (5. 27)}$$

**Vua**: Fuerza cortante proveniente del análisis.

**Mua**: Momento flector proveniente del análisis.

**Mur**: Momento flector teórico asociado a  $P_u$  que resiste la sección con el refuerzo realmente proporcionado y sin considerar el factor de reducción de capacidad  $\phi$  (**Diagrama de interacción nominal del muro de corte**).

$w_\gamma$ : Factor de amplificación dinámica, según:

$$w_\gamma = 0.9 + \frac{n}{10} \quad \text{si } n \leq 06 \text{ pisos}$$

$$w_\gamma = 1.3 + \frac{n}{30} \quad \text{si } 06 < n \leq 15 \text{ pisos}$$

$$\text{Si } n > 15 \text{ pisos usar } n = 15$$

Cuando **Vu** exceda a  $\phi \cdot Vc$ , se colocará refuerzo horizontal por corte. El área de este refuerzo se calculó con:

$$Vs = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{S}$$

La cuantía  $\rho_h$  del refuerzo horizontal por corte (referida a la sección total vertical de concreto del sector en estudio), será mayor o igual a **0,0025**.

El espaciamiento del refuerzo horizontal no excederá de  $L/5$ , de  $3t$  ni de **45 cm**, debiéndose anclar en los extremos confinados del muro en forma tal que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

Pero no necesitará ser mayor que el refuerzo horizontal requerido.

El espaciamiento del refuerzo vertical no será mayor que  $L/3$ , que  $3t$  ni que **45 cm**.

Cuando  $Vu < 0.5 \cdot \phi \cdot f'c$ , las cuantías mínimas de refuerzo horizontal y vertical son:

$$\rho_h > 0.0020$$

$$\rho_v > 0.0015$$

El espaciamiento de ambos refuerzos no será mayor que tres veces el espesor del muro  $3t$  ni de **40 cm**.

Cuando el espesor del muro sea igual o mayor de 25 cm, se distribuirá el refuerzo por corte horizontal y vertical en las dos caras.

#### 5.4.3 EJEMPLO DISEÑO DE UNA PLACA

La placa que se va a utilizar como ejemplo placa 4 ubicada en la intersección de los ejes D-2

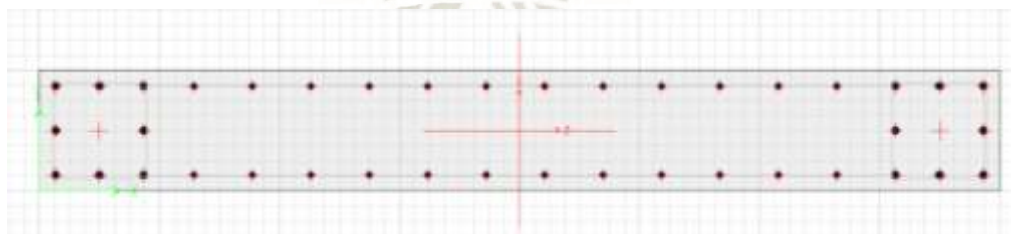


IMAGEN 5. 47.- Diseño por etabs

Del análisis estructural realizado a la edificación, esta placa está sometida a los siguientes esfuerzos:

| DISEÑO DE PLACA |        |       |       |        |       |         |
|-----------------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|
| NIVEL           | Pcm    | Pcv   | Psm   | Mcm    | Mcv   | Msm     |
|                 | P      | P     | P     | M3     | M3    | M3      |
| NIVEL 5         | 22.98  | 3.96  | 12.18 | 11.874 | 2.534 | 51.085  |
| NIVEL 4         | 48.41  | 9.16  | 27.99 | 3.94   | 0.617 | 63.363  |
| NIVEL 3         | 72.88  | 14.33 | 46.95 | 5.961  | 1.396 | 71.616  |
| NIVEL 2         | 95.15  | 19.05 | 66.91 | 3.997  | 1.031 | 55.939  |
| NIVEL 1         | 114.36 | 22.73 | 84.08 | 3.29   | 1.174 | 182.136 |

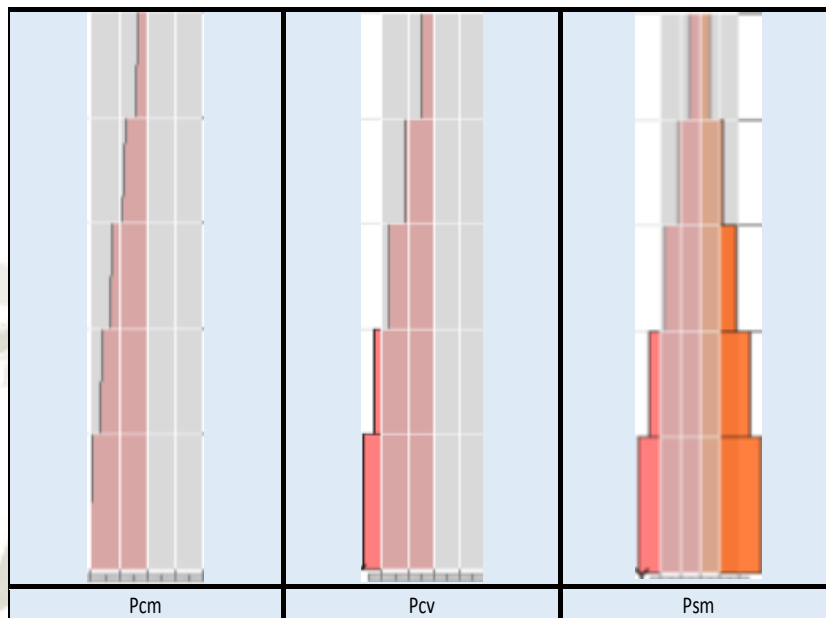


IMAGEN 5. 48.- Diagramas de fuerzas actuantes en el muro de concreto armado

Combinación de cargas para el primer nivel

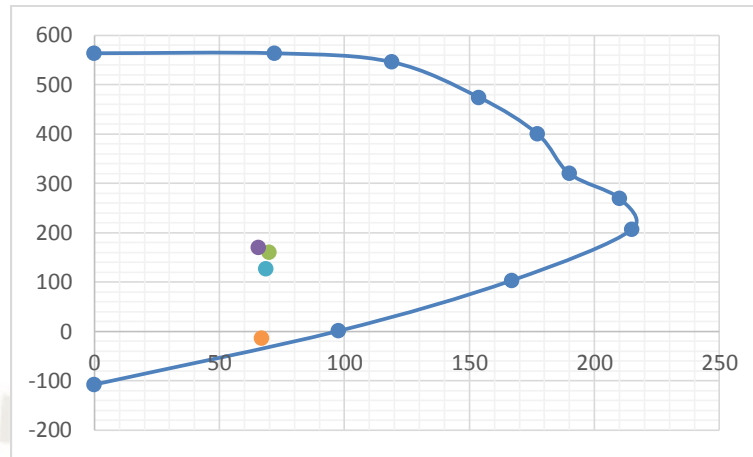
| DISEÑO DE COLUMNA |          |       |        |
|-------------------|----------|-------|--------|
| COMBINACIONES     | P        | Vu    | Mu     |
| 1.25(cm+cv)+cs    | 255.4425 | 31.12 | 122.67 |
| 1.25(cm+cv)-cs    | 87.2825  | 30.75 | 113.2  |
| 0.9cm+cs          | 187.004  | 31.04 | 115.44 |
| 0.9cm-cs          | 18.844   | 30.83 | 120.43 |

### CARGAS ÚLTIMAS

$$Pu = 255.44 \text{ Ton}$$

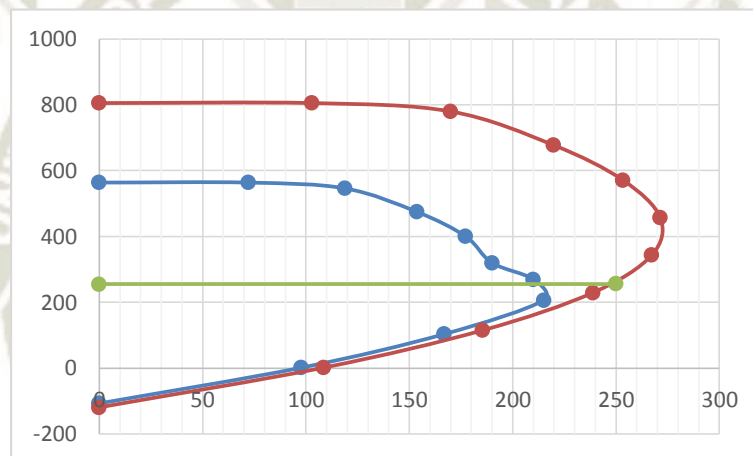
$$Mu = 122.67 \text{ Ton}$$

$$Vua = 31.12 \text{ Ton}$$



**IMAGEN 5. 49.-** Diagrama de interacción de placa

En el diagrama se puede observar que la disposición de acero en la placa cumple con el requerimiento de los esfuerzos que experimenta la placa.



**IMAGEN 5. 50.-** Diagrama de interacción nominal y de diseño de la placa.

### Diseño por cortante

El cortante de diseño debe de cumplir con la siguiente condición

$$Vu \leq \phi Vn, \text{ donde } Vn = Vc + Vs \leq 2.6 \cdot t \cdot d \cdot \sqrt{fc}; \quad d=0.8L$$

$$Vc + Vs = 2.6 \cdot 25 \cdot 0.8 \cdot 200 \cdot \sqrt{210}$$

$$Vc + Vs = 150.716tnf$$

El cortante resistido por el concreto se podrá evaluar con la siguiente expresión

$$Vc = 0.53 \cdot 25 \cdot 0.8 \cdot 200 \cdot \sqrt{210}$$

$$Vc = 30.7tnf$$

Del diagrama de interacción se obtiene que el máximo momento nominal es 250.12tnf\*m, correspondiente a la carga de 255.44 tnf. (Combinación: 1.25(cm+cv)+cs) y el cortante correspondiente a esta misma combinación es 31.12 tnf, por lo tanto:

$$Vu = Vua \cdot \frac{Mur}{Mua} \cdot W\gamma; \quad W\gamma = 1.3 + \frac{n}{30} \quad n = \text{número de pisos} \quad W\gamma = 1.46$$

$$Vu = 31.12 \cdot \left( \frac{250.12}{122.67} \right) \cdot 1.46$$

$$Vu = 92.59tnf$$

También

$$\phi Vn = 0.85 \cdot 33.15$$

$$\phi Vn = 78.70tnf$$

Con lo que se comprueba que este valor cumple con la condición  $Vu \leq \phi Vn$

Como Vu excede a  $\phi Vc$  se colocará un refuerzo horizontal por corte

Cálculo de Vs

$$Vs = \frac{Vu}{\phi} - Vc$$

$$Vs = \frac{92.59}{0.85} - 30.7$$

$$Vs = 78.22tnf$$

Ahora el espaciamiento

$$S = \frac{2 \cdot 0.71 \cdot 4200 \cdot 0.8 \cdot 200}{78.22 \cdot 1000} = 12.20cm$$

### Refuerzo horizontal mínimo

Calculamos el refuerzo horizontal mínimo

$$T = 0.25m$$

$$H = 18.5m$$

$$L = 2.m$$

Tomando como cuantía mínima 0.0025 especificada por la norma tenemos un area de acero

$$As = 0.0025 \cdot 1850 \cdot 25$$

$$As = 115.625 \text{ cm}^2$$

Utilizando acero de 3/8"

$$\frac{2 \cdot 0.71}{115.625} * 1850 = 22.72 \text{ cm} = 3/8" @ 20 \text{ cm}$$

Hallando nueva cuantía para calcular el refuerzo mínimo vertical

$$\frac{2 * 0.71}{20 \text{ cm}} * 1850 = 131.35 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{131.35}{1850} = 0.00284$$

### Refuerzo vertical mínimo

$$\rho = 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{3015}{230} \right) (0.00284 - 0.0025)$$

$$\rho = 0.00069$$

$$A_{s \text{ mín}} = 0.00069 * 230 * 25$$

$$A_{s \text{ mín}} = 3.97 \text{ cm}^2$$

En los núcleos confinados  $8\phi 3/4"$

En el alma: Refuerzo vertical  $2\phi 1/2" @ 0.20 \text{ m}$

Refuerzo horizontal  $2\phi 3/8" @ 0.20 \text{ m}$

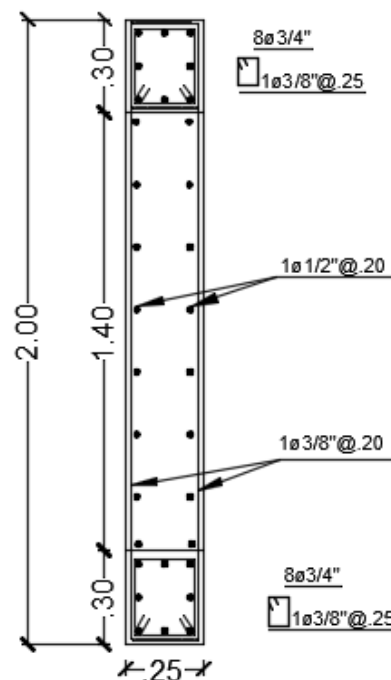


IMAGEN 5. 51.- Diseño de placa N°4

## 5.5 DISEÑO DE CIMENTACIONES

### 5.5.1 DISEÑO DE ZAPATAS

Todo elemento estructural vertical, tal como columnas, muros de corte y pedestales, llevan cargas axiales y momentos flectores que deben ser transmitidos al suelo. La zapata es el elemento estructural que distribuye las cargas totales sobre el suelo, de tal manera que las presiones actuantes sean de menor intensidad que la presión admisible del suelo.

Existen varios tipos de zapatas, tales como aisladas, combinadas, conectadas y solados de cimentación. Cuando una zapata soporta a un solo elemento vertical se le denomina zapata aislada. Si existieran dos o más columnas se trata de una zapata combinada. En algunos casos es necesario unir dos zapatas mediante una viga, ello da lugar a una zapata conectada. Debido a la baja resistencia de presiones del suelo puede dar lugar a una losa de cimentación llamada también solado o platea. En el diseño de zapatas aisladas se harán los siguientes chequeos. (EDIFICACIONES, E 060 Concreto Armado, 2018, pág. 508)

#### 5.5.1.1 CIMENTACIÓN

La cimentación es el elemento estructural que transmite las cargas de las columnas y muros al terreno. Como la resistencia del suelo es menor a la del concreto, la cimentación debe poseer un área mayor a su respectiva columna o muro a fin de reducir los esfuerzos que se transmiten al terreno.

Los datos necesarios para poder realizar el diseño de la cimentación

|                                       |          |                               |
|---------------------------------------|----------|-------------------------------|
| <b>Perfil del suelo</b>               | <b>:</b> | <b>Tipo S2</b>                |
| <b>Presión admisible del terreno</b>  | <b>:</b> | <b>1.57 kg/cm<sup>2</sup></b> |
| <b>Peso unitario del suelo</b>        | <b>:</b> | <b>1.90 ton/m<sup>3</sup></b> |
| <b>Angulo de fricción del terreno</b> | <b>:</b> | <b>24.14°</b>                 |

##### 5.5.1.1.1 Verificación por carga ultima

$$q_u = \frac{1.4 \cdot P_d + 1.7 \cdot P_l}{A_{losa}}; \text{ Se debe de cumplir que } q_u \leq q_{adm}$$

**$q_u$**  = Es la capacidad de carga última

**$q_{adm}$**  = Es la capacidad de carga admisible del suelo

**Pd**= Carga muerta amplificada resultante de las combinaciones de diseño

**Pv**= Carga viva amplificada resultante de las combinaciones de diseño

**Alosa**= Área de la losa

#### 5.5.1.1.2 Verificación por cortante

Se considera que la zapata actúa como una viga, por lo tanto deberá de considerarse cortante por flexión. La sección crítica es a una distancia “d” de la sección de diseño por flexión.

$$\frac{Vu}{\phi} \leq Vc$$

$$Vc = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot B \cdot d$$

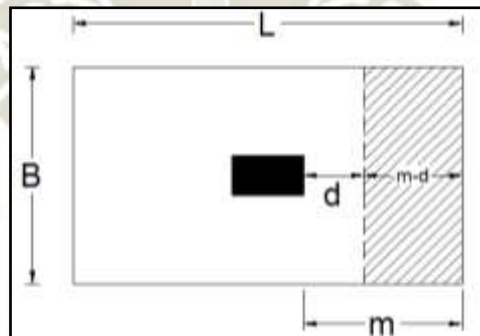


IMAGEN 5. 52.-Distancia crítica para corte.

La fuerza cortante última **Vu** en la sección crítica puede quedar definida como:

$$Vu = \sigma u \cdot B (m - d) \quad \text{ECUACION (5. 28)}$$

La verificación por cortante también puede ser analizada considerando un metro lineal en la profundidad.

#### 5.5.1.1.3 Verificación por punzonamiento

Determinamos el esfuerzo de corte en el perímetro crítico con la siguiente fórmula

$$\frac{Vu}{\phi} \leq Vc$$

Donde Vc:

$$Vc = \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta d}\right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot bo \cdot d \quad \text{ECUACION (5. 29)}$$

Pero no debe ser mayor que:

$$V_c = 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d \quad \text{ECUACION (5. 30)}$$

$\beta_c$  = Relación lado largo a lado corto de la columna.

$b_o$  = Perímetro de la sección crítica.

$\phi = 0.85$

El valor del cortante último  $V_u$  queda definido como sigue a continuación;

$$V_u = \phi \cdot V_c \quad \text{ECUACION (5. 31)}$$

$$V_c = \left(0.53 \cdot \frac{1.1}{\beta_o}\right) \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$b_o = 2(b + d_{prom}) + 2(t + d_{prom})$$

$$\beta_o = \frac{Lado\ largo}{Lado\ corto}$$

#### 5.5.1.1.4 Diseño por flexión

La cantidad de acero ( $A_s$ ) necesaria se calcula de acuerdo a la siguiente expresión

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$\rho$  = cuantía de acero necesaria para soportar el momento flector último.

$d = h - 8\text{cm}$

$b$  = Tomaremos 1m de ancho

La cuantía de acero se desprende de tablas de diseño, presentadas en diversos libros de concreto armado, para diferentes resistencias de concreto, lo que permite rapidez en el

$$\text{diseño } K_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2} \rightarrow \rho$$

#### 5.5.2 EJEMPLO DE DISEÑO DE ZAPATA

Datos Generales:

$s_t = 15.7 \text{tn/m}^2$  Capacidad de carga por corte del terreno (capacidad portante)

$f_c = 210.0 \text{kg/cm}^2$  Resistencia a la compresión del concreto

$f_y = 4200.0 \text{kg/cm}^2$  Módulo para la fluencia del acero de refuerzo

$gt=2.4\text{tn/m}^3$  Peso unitario del concreto de vaciado

**CARGAS DE SERVICIO**

|                         |              |      |                             |
|-------------------------|--------------|------|-----------------------------|
| $P_{cm}=114.2\text{tn}$ | $M_{cm}=2.8$ | tn-m | Cargas muertas              |
| $P_{cv} =22.8\text{tn}$ | $M_{c}=1.0$  | tn-m | Cargas vivas                |
| $P_{cs} =0.0$ tn        | $M_{cs}=0.0$ | tn-m | Cargas de sismo             |
| $SP =136.9$ tn          | $SM=3.8$     | tn-m |                             |
| $x =0.25\text{m}$       | $y=2.25$ m   |      | dimensiones de la columna   |
| $hz =0.6\text{m}$       |              |      | peralte de zapata propuesto |

**PASO 1: DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA**

$$Az=1.1 * SP / st$$

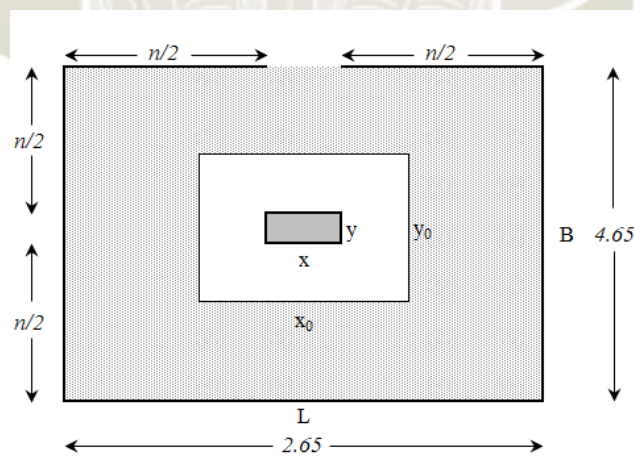
$$Az=12.21 \quad \text{m}^2$$

$$Az = (n + x) * (n + y)$$

$$n=2.38 \text{ m} \qquad n=2.40\text{m}$$

$$L_c=2.65 \qquad B_c=4.65$$

$$L_{\text{correc}}=2.65 \text{ m} \qquad B_{\text{correc}}=4.65\text{m}$$



**IMAGEN 5. 53** .-Dimensionamiento de zapata

$$Az=12.32 \quad \text{m}^2$$

$$P_z=17.74 \quad \text{tn}$$

**PASO 2: CHEQUEO DE PRESIONES DEL TERRENO** (esfuerzos de flexocompresión en el terreno)

$$e=0.02 \text{ m}$$

$$L/6=0.44\text{m} \quad \text{OK solo hay compresiones en el terreno...SIGUE ADELANTE}$$

$$st=((SP + Pz) / Az) * (1 \pm 6 * e / L)$$

$$st1=13.25\text{tn/m}^2 \quad stportn=15.7\text{tn/m}^2 \quad \text{OK presiones SIGUE ADELANTE}$$

$$st=11.86\text{tn/m}^2 \quad stportn=20.4 \text{ tn/m}^2 \quad \text{OK presiones SIGUE ADELANTE}$$

PASO 3: DISEÑO POR EL MÉTODO DE LA ROTURA (amplificación de cargas)

**Primera hipótesis**  $U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$

$$Pu = 212.2 \text{ tn} \quad Puz = 26.61 \text{ tn}$$

$$Mu=6.0\text{tn-m}$$

$$eu=0.03\text{m} \quad \text{OK solo hay compresiones en el terreno...SIGUE ADELANTE}$$

$$st=((SPu + Puz) / Az) * (1 \pm 6 * eu / L)$$

$$st1=20.62\text{tn/m}^2$$

$$st2=18.15\text{tn/m}^2$$

**Segunda hipótesis**  $U = 1.25 (\text{CM} + \text{CV} \pm \text{CS})$

$$Pu=171.1\text{tn}$$

$$Mu=4.7\text{tn-m}$$

$$eu=0.03\text{m} \quad \text{OK solo hay compresiones en el terreno....SIGUE ADELANTE}$$

$$st=((SPu + Puz) / Az) * (1 \pm 6 * eu / L)$$

$$st1=17.05\text{tn/m}^2$$

$$st2=15.05 \text{ tn/m}^2$$

**Tercera hipótesis**  $U = 0.9 \text{ CM} \pm 1.25 \text{ CS}$

$$Pu=102.7 \quad \text{tn}$$

$$Mu = 2.5 \quad \text{tn-m}$$

eu=0.02m OK solo hay compresiones en el terreno...SIGUE ADELANTE

$$st=(( SPu + Puz ) / Az)*( 1 \pm 6 * eu / L))$$

$$st1=11.08 \quad \text{tn/m}^2$$

$$st2=9.92 \quad \text{tn/m}^2$$

PRESIÓN ACTUANTE ÚLTIMA MAXIMA=20.6tn/m<sup>2</sup>

PASO 4: CHEQUEO DEL PUNZONAMIENTO (a una distancia "d/2" de la cara de la columna)

$$x0=0.75m \quad b0=2*(x0+y0)$$

$$y0=2.75m \quad A0=x0*y0$$

$$b0=7.00m \quad A0=2.06m^2$$

$$VPua=su * ( B * L - A0)$$

Punzonamiento Actuante

$$VPua \quad 211.48 \text{ tn}$$

$$\emptyset VPur=0.85 * (0.53 + 1.1/b) * \text{srqt}(fc) * b0 * d \quad \text{Punzonamiento Resistente}$$

$$\emptyset VPur=4496.6\text{tn} \quad \text{OK Punzonamiento...SIGUE ADELANTE}$$

PASO 5: CHEQUEO DEL CORTE EN LA ZAPATA (a una distancia "d" de la cara de la columna)

$$Vua = su * [( L - x ) / 2 - d] * B \quad \text{Corte actuante}$$

$$Vua = 67.11 \text{ t}$$

$$\emptyset Vur = 0.85 * 0.53 * \text{srqt}(fc) * B * d \quad \text{Corte resistente}$$

$$\emptyset Vur = 151.78\text{tn} \quad \text{OK Corte.....SIGUE ADELANTE}$$

PASO 6: DISEÑO POR FLEXIÓN (el momento máximo es evaluado a la cara de la columna)

la evaluación se hará por cada 100 cm de espesor de franja

$$M_{ua} = W_u * L^2 / 2$$

$$M_{ua} = 14.84 \text{ tn-m}$$

$$r = 0.85 * (f_c / f_y) * (1 - \text{raiz}(1 - 2.62 * M_u / (f_c * b * d^2)))$$

$$r = 0.00160 \quad \text{Corrección de cuantía}$$

$$r_c = 0.0021$$

$$r_{\text{def}} = 0.00214$$

$$r_{\text{def}} = 0.00214 \quad \text{Cuantía definitiva a colocar}$$

$$A_s = 10.7 \text{ cm}^2$$

Colocación del acero de refuerzo

$$1 \text{ } \varnothing \text{ 5/8" @ 0.184 m}$$

$$1 \text{ } \varnothing \text{ 3/4" @ 0.266 m}$$

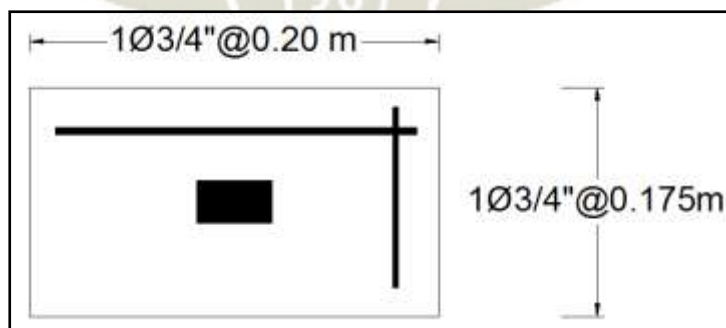


IMAGEN 5. 54.- Distribución de acero en la zapata.

## 5.6 DISEÑO DE ESCALERAS

En esta edificación solo contamos con dos escalera que conecta el primer piso al quinto piso es una estructura independiente (ver plano arquitectura), y al igual que los muros de contención su diseño es único, es decir, las mismas cargas que definen su diseño son

iguales para los angeles edificación convencional como para los pisos aislada, así que se hará como ejemplo una sola escalera.

Otro punto importante es que finalmente se colocó una escalera curva hecha con perfiles metálicos y madera (por exigencia de arquitectura), lo único que se hizo de concreto es la parte inicial de las escaleras (primer descanso), pero de todas formas se hizo el diseño de una escalera de concreto, como ejemplo ya que por encontrarse en la mayoría de las edificaciones consideramos que no podíamos dejarla de lado como diseño.

Las escaleras pueden idealizarse como losas inclinadas que conectan los diferentes niveles de una edificación. Estos elementos no forman parte de la estructura del edificio por lo tanto no aportan rigidez lateral y solo serán diseñados para soportar las cargas de gravedad. De un pequeño análisis se concluye que la escalera recibe  $0.61 \text{tnf} \times \text{m}$ , proveniente de cargas muertas y vivas.

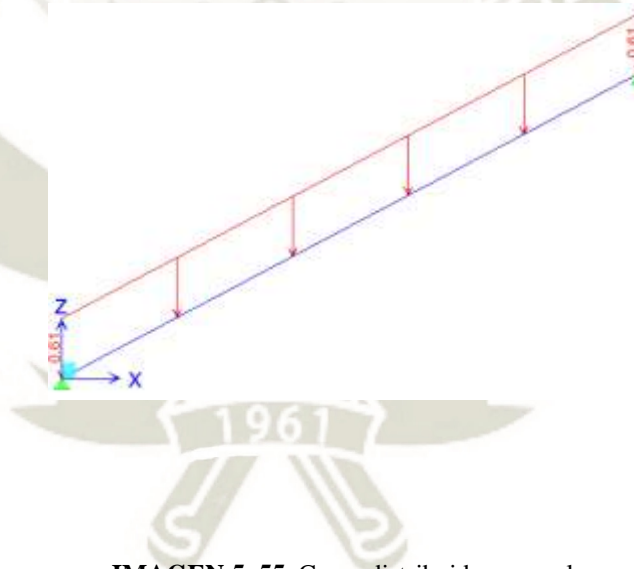


IMAGEN 5. 55. Carga distribuida en escalera

### Diseño por flexión

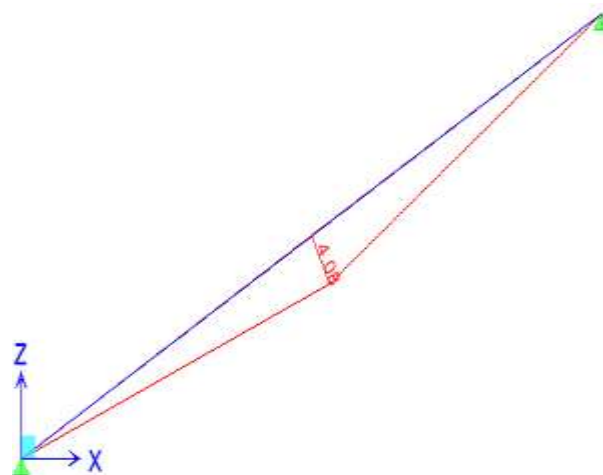


IMAGEN 5. 56.-DMF escalera

Las escaleras fueron idealizadas como losas macizas armadas en una dirección. Por lo tanto, el diseño por flexión determinará el refuerzo longitudinal, mientras que el refuerzo perpendicular se hallará con la cuantía mínima que debe tener la losa (min = 0.0018). Para el diseño se considera una base igual a 180 cm, y un peralte efectivo de 12 cm.

$$Mu = 4.08 \text{ tnf} \times \text{m} \quad ku = \frac{Mu}{b \times d^2} = \frac{4.08 \times 10^5}{180 \times 12^2} = 15.7 \rightarrow \rho = 0.43\% \rightarrow As = 9.3 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando acero de } 3/8'' \rightarrow \frac{0.71}{9.3} \times 280 = 21.37 \text{ cm} \approx 20 \text{ m} \rightarrow 3/8'' @ 20 \text{ cm}$$

Transversalmente se colocará el mínimo refuerzo por temperatura, es decir 3/8" @ 20 cm en la cara inferior de la losa

### Diseño por cortante

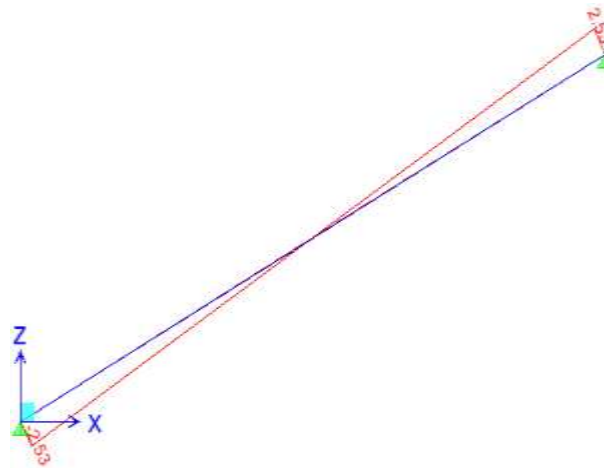


IMAGEN 5. 57.-DFC en escaleras

La fuerza cortante última ( $V_u$ ) tendrá que ser menor o igual que la fuerza cortante provista por el concreto, porque al igual que en la losas no se coloca refuerzo por cortante (estribos) en losas.

$$\phi V_c = 0.85(0.53 \times 180 \times 12 \times \sqrt{210}) = 14.1 \text{ tnf}$$

Y siendo  $V_u = 2.53 \text{ tnf}$ , Se cumple con la condición  $V_u \leq \phi V_c$

## 5.7 DISEÑO JUNTA SEPARACIÓN SÍSMICA

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas a una distancia mínima  $s$  para evitar el contacto durante un movimiento sísmico. esta distancia mínima no será menor de  $2/3$  de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s = 3 + 0.004(h - 500) \quad \text{h y s en centímetros.}$$

para el edificio se tiene:

desplazamiento bloque a sentido x=0.42cm

desplazamiento bloque b sentido x=0.38cm

caso 1

$$S = \frac{(0.42 * 0.38)}{3} * 2$$

$$S=0.64cm$$

caso 2

$$S = 3+ 0.004(1850 -500)$$

$$S=8.40cm$$

la separación obtenida en el caso 2 es la que predomina y se sugiere una junta de separación sísmica de 8.4cm para los sentidos del edificio

El cual asumiremos una separación de 10cm

## 5.8 DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.

### 5.8.1 TABIQUERÍA CON MUROS DE LADRILLO

Según la norma E-070, indica que para tabiquería construida con unidades de ladrillo debemos calcular la carga ortogonal al plano que es igual a

$$w = 0.80 * Z * U * C_1 * \gamma * e \quad (kg /m^2)$$

dónde:

Z= factor de. zona. (0.35) Especificado. (E-030)

U = factor de importancia. (1.5) Especificado. (E 030)

C<sub>1</sub> = Coeficiente sísmico (2.5) Especificado. (E 030)

e= espesor bruto del muro (m) (0.15)

γ =peso.volumetrico.de.la. albañileria.1800kg / m

El momento producido por la fuerza ortogonal, se obtendrá con la siguiente formula:

$$M_s = m * w * a^2$$

dónde:

m=coeficiente de momento (adimensional)

TABLA 12 E-070

a=dimensión crítica del paño de albañilería

TABLA 12 E-070

| TABLA 12<br>VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS "m"<br>y DIMENSION CRITICA "a" |        |        |        |        |        |       |       |       |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| <b>CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS</b>                             |        |        |        |        |        |       |       |       |
| a = Menor dimensión  |        |        |        |        |        |       |       |       |
| b/a = 1,0  | 1,2    | 1,4    | 1,6    | 1,8    | 2,0    | 3,0   | ∞     |       |
| m = 0,0479   | 0,0627 | 0,0755 | 0,0862 | 0,0948 | 0,1017 | 0,118 | 0,125 |       |
| <b>CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS</b>                               |        |        |        |        |        |       |       |       |
| a = Longitud del borde libre   |        |        |        |        |        |       |       |       |
| b/a = 0,5  | 0,6    | 0,7    | 0,8    | 0,9    | 1,0    | 1,5   | 2,0   | ∞     |
| m = 0,060  | 0,074  | 0,087  | 0,097  | 0,106  | 0,112  | 0,128 | 0,132 | 0,133 |
| <b>CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES</b>                |        |        |        |        |        |       |       |       |
| a = Altura del muro  |        |        |        |        |        |       |       |       |
| m = 0,125  |        |        |        |        |        |       |       |       |
| <b>CASO 4. MURO EN VOLADIZO</b>  |        |        |        |        |        |       |       |       |
| a = Altura del muro  |        |        |        |        |        |       |       |       |
| m = 0,5  |        |        |        |        |        |       |       |       |

**TABLA 5 10.- Valores de coeficiente  
(Norma Técnica Peruana E-070)**

Esfuerzo normal producido por el momento sísmico  $M_s$ , se obtendrá como

$$f_m = \frac{6M_s}{t^2}, \text{ el valor obtenido no debe ser mayor que } f' = 1.5\text{kg/cm}^2$$

Diseño de Tabiquería construida con ladrillos

### 5.8.1.1 Ejemplo tabiquería con muros de ladrillo

Se toma como referencia el muro de albañilería simple ubicada en el eje "1" del bloque A que tiene las siguientes características:

Largo=2.82m

Espesor=0.24m

Altura=3.2m

Cálculo de momento producido por fuerza sísmica ortogonal al plano

Para disminuir los efectos dividiremos el largo en dos paños.

$$w = 0.80 * Z * U * C_1 * \gamma * e$$

$$w = 0.80 * 0.35 * 1.5 * 2.5 * 1800 * 0.24 = 453.6 \text{ kg/m}^2$$

$$m=0.0310$$

$$a=2.82\text{m}$$

$$M_s = 0.0310 * 453.6 * 2.82^2 = 111.82\text{kg}$$

$$f_m = \frac{6 * 97.34}{24^2} = 1.35 < f' = 1.5 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de refuerzos en las columnas

$$bd^2 = \frac{M_u}{33} \quad d=25\text{cm (espesor } > t \text{ de muro)}$$

$$b = \frac{97.3 * 2.82}{33 * 24^2} = 1.01\text{cm}$$

Como esta dimensión es desfavorable para el proceso constructivo se plantea una sección 20x25(cm<sup>2</sup>).

Factorización del momento, indicaremos que las cargas son repartidas de manera uniforme y cada columna tiene un ancho tributario igual a la mitad de la base del muro.

$$W1 = 1.25 * (w * 1.05) = 595.35 \text{ g/m}^2$$

$$W2 = 1.25 * (0.80 * 0.35 * 1.5 * 2.5 * 1800 * 0.2) = 472.5 \text{ kg/m}^2$$

$$M_u = \frac{(w1+w2) * h^2}{8} = 1.366 \text{ tn-m}$$

Calculo del momento resistente una columna 4Ø3/8”

$$M_u = \phi * T * (d - a/2)$$

$$T = A_s * f_y = 11.928 \text{ tmf}$$

$$C = T \rightarrow a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = 3.34$$

$$M_R = 0.90 * 11.928 * \left( (24 - 3) - \frac{3.34}{2} \right)$$

$$M_R = 2.07$$

$$M_R > M_U$$

Entonces queda demostrado que colocando 4Ø3/8” en una columna de 20x25cm cumple con los requerimientos por fuerzas de sismo.

Diseño por Corte

Las fuerzas de corte serán calculadas como

$$V_u = (w_1 + w_2) * h \quad V_u = 3417.12 \text{kg}$$

$$V_c = \phi * 0.85 * \sqrt{210} * b * d \quad V_c = 2285.92 \text{kg}$$

$$V_u > V_c$$

Diseño de espaciamiento de estribos

$$V_d = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad V_d = 1132 \text{kg}$$

$$V_s = 2.1 \sqrt{210} * b * d \quad V_s = 10651.16 \text{kg}$$

$$V_{lin} = 1.1 \sqrt{210} * b * d \quad V_{lin} = 5579.18 \text{kg}$$

$$S_{max} = \frac{d}{4} \text{ o } 30 \text{cm}$$

$$S_{max} = \frac{2 * 71 * 4200 * 14}{10651.16} \quad (8 \text{mm}) = 315 \text{cm}$$

Separación mínima en la longitud de confinamiento

- 8 veces el db (longitudinal) = 7.6cm
- La mitad de la menor dimensión de la sección = 7cm
- 100mm = 10cm

**El arreglo de estribos de 8mm será 1@5cm, 6@7.5cm, resto@30cm. En ambos extremos.**

Diseño de la viga

La viga de amarre solo soportará su peso propio, y será diseñada para soportar las fuerzas generadas por su peso propio.

La viga tendrá una sección de 15x20cm<sup>2</sup>, tendrá cuantía mínima para el refuerzo longitudinal y transversal.

$$A_s \text{ min} = \left( \frac{0.7 * \sqrt{210}}{f_y} \right) * b * d \quad A_s \text{ min} = 0.72 \text{ cm}^2 \quad 4\emptyset 3/8''$$

**El arreglo de estribos de ¼" será 1@5cm, 2@7.5cm, resto@20cm. En ambos extremos**



# CAPITULO -6

## COSTO Y TIEMPO DE LA ESTRUCTURA

ii

## CAPITULO 6

### *COSTO Y TIEMPO DE LA ESTRUCTURA*

#### 6 COSTO Y TIEMPO DE LA ESTRUCTURA

##### 6.1 DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema constructivo se ha diseñado de tal forma que sea un sistema económico y de muy buena respuesta frente a fuerzas sísmicas que podrían hacer que la estructura sufra daños, se buscó que sea económica, más adelante se mostrará cuadros comparativos frente a otros sistemas. El sistema a porticado está formado por columnas vigas y muros de corte de concreto armado, se aporta gran rigidez lateral con la presencia de muros.

Luego de la recepción formal del terreno, se puede proceder con el siguiente proceso constructivo:

- Cercar el terreno para evitar posibles altercados.
- Excavación masiva.
- Construcción de calzadura.
- Trazo y replanteo.
- Habilitar y colocar acero de Cimentación
- Vaciado de Cimentación.
- Relleno y compactado.
- Armado de Columnas y muros de confinamiento.
- Vaciado de Columnas y muros de confinamiento.
- Armado de Losas y Vigas.
- Vaciado de Losas y Vigas.
- Repetir desde armado de columnas (para todos los pisos).

## 6.2 METRADO DE LA ESTRUCTURA

### 6.2.1 OBRAS PROVISIONALES

| Item         | Especificaciones (OBRAS PROVISIONALES)   | Total | Unid |
|--------------|--|-------|------|
| <b>01</b>    | <b>OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>  |       |      |
| <b>01.01</b> | <b>OBRAS PROVISIONALES</b>   |       |      |
| 01.01.01     | ALMACEN , OFICINA Y CASETA DE GUARDIAN   | 1.00  | GLB  |
| 01.01.02     | ALMACEN DE OBRA CON CALAMINA   | 60.00 | M2   |
| 01.01.03     | CERCO PERIMETRICO DE MADERA  | 40.00 | M2   |
| 01.01.04     | SERVICIOS HIGIENICOS   | 1.00  | GLB  |
| 01.01.05     | CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40 M.   | 1.00  | UND  |
| 01.01.06     | MOVILIZACION DE MAQUINARIAS HERRAMIENTAS PARA LA OBRA                                    | 1.00  | GLB  |
| <b>01.02</b> | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>  |       |      |
| 01.02.01     | AGUA PARA LA CONSTRUCCION  | 1.00  | GLB  |
| 01.02.02     | ENERGIA ELECTRICA PARA LA CONSTRUCCION   | 1.00  | GLB  |
| <b>02</b>    | <b>SEGURIDAD Y SALUD</b>   |       |      |
| 02.01        | ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | 1.00  | GLB  |
| 02.02        | EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL  | 1.00  | UND  |
| 02.03        | SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD   | 1.00  | GLB  |
| 02.04        | CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD  | 1.00  | GLB  |
| 02.05        | RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO        | 1.00  | GLB  |

## 6.2.2 ESTRUCTURAS

| Item         | Especificaciones ( estructuras )  | Nº de | Total     | Unid |
|--------------|---|-------|-----------|------|
| <b>03</b>    | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>   |       |           |      |
| <b>03.01</b> | <b>LIMPIEZA DEL TERRENO</b>   |       |           |      |
| 03.01.01     | LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL  |       | 526.10    | M2   |
| <b>03.02</b> | <b>TRAZO Y REPLANTEO</b>  |       |           |      |
| 03.02.01     | TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO   |       | 526.10    | M2   |
| 03.02.02     | TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PERMANENTE                                  |       | 526.10    | M2   |
| <b>04</b>    | <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>  |       |           |      |
| <b>04.01</b> | <b>TRAZO Y REPLANTEO (nivelcion)</b>                                      |       |           |      |
| 04.01.01     | NIVELACIÓN DE TERRENO   |       | 526.10    | M2   |
| <b>04.02</b> | <b>EXCAVACIONES</b>   |       |           |      |
| 04.02.01     | EXCAVACION PARA ZAPATAS   |       | 518.34    | M3   |
| <b>04.03</b> | <b>RELLENOS</b>   |       |           |      |
| 04.03.01     | RELLENO CON MATERIAL PROPIO   |       | 295.67    | M3   |
| 04.03.02     | ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE   |       | 278.34    | M3   |
| <b>05</b>    | <b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>   |       |           |      |
| <b>05.01</b> | <b>SOLADOS</b>  |       |           |      |
| 05.01.01     | SOLADO P E=0.10M  |       | 256.78    | M2   |
| 05.01.02     | FALSOPISO   |       | 218.86    | M2   |
| <b>06</b>    | <b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>   |       |           |      |
| <b>06.01</b> | <b>ZAPATAS</b>  |       |           |      |
| 06.01.01     | ZAPATAS CONCRETO F'C=210KG/CM2  |       | 110.24    | M3   |
| 06.01.02     | ACERO DE REFRUERZO FY=4200 KG/CM2   |       | 4,050.27  | Kg   |
| <b>06.02</b> | <b>VIGAS DE CIMENTACIÓN</b>   |       |           |      |
| 06.02.01     | CONCRETO F'C=210KG/CM2 PARA VIGAS   |       | 43.82     | M3   |
| 06.02.02     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS                                       |       | 98.20     | M2   |
| 06.02.03     | ACERO DE REFRUERZO FY=4200 KG/CM2   |       | 4,113.50  | Kg   |
| <b>06.03</b> | <b>SOBRECIMENTOS REFORZADOS</b>   |       |           |      |
| 06.03.01     | CONCRETO F'C=210KG/CM2  |       | 53.22     | M3   |
| 06.03.02     | PARA EL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  |       | 177.39    | M2   |
| <b>06.04</b> | <b>MUROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS</b>                   |       |           |      |
| 06.04.01     | CONCRETO F'C=210KG/CM2  |       | 417.23    | M3   |
| 06.04.02     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  |       | 2,225.55  | M2   |
| 06.04.03     | ACERO DE REFRUERZO FY=4200 KG/CM2   |       | 18,569.32 | Kg   |
| <b>06.05</b> | <b>COLUMNAS</b>   |       |           |      |
| 06.05.01     | CONCRETO F'C=210KG/CM2  |       | 27.21     | M3   |
| 06.05.02     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  |       | 54.02     | M2   |
| 06.05.03     | ACERO DE REFRUERZO FY=4200 KG/CM2   |       | 7,809.52  | Kg   |
| <b>06.06</b> | <b>VIGAS</b>  |       |           |      |
| 06.06.01     | CONCRETO F'c=210 Kg/cm2   |       | 235.35    | M3   |
| 06.06.02     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  |       | 26.81     | M2   |
| 06.06.03     | ACERO DE REFRUERZO FY=4200 KG/CM2   |       | 18,519.25 | Kg   |
| <b>06.07</b> | <b>LOSAS MACIZAS</b>  |       |           |      |
| 06.07.01     | CONCRETO F'c=210 Kg/cm2   |       | 38.59     | M3   |
| 06.07.02     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  |       | 23.69     | M2   |
| 06.07.03     | PARA LA ARMADURA DE ACERO.  |       | 1,105.88  | Kg   |
| <b>06.08</b> | <b>LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES</b>                                    |       |           |      |
| 06.08.01     | CONCRETO F'c=210 Kg/cm2   |       | 2,253.06  | M3   |
| 06.08.02     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  |       | 2,051.82  | M2   |
| 06.08.03     | PARA LA ARMADURA DE ACERO.  |       | 12,117.74 | Kg   |
| 06.08.04     | LOSA ALIGERADA (E) E=0.20M, BLOQUE POLIENTILENO EXPANSIBLE 0.30X1.20X0.15 |       | 2,587.10  | Und  |
| 06.08.05     | LOSA ALIGERADA (M) E=0.25M, BLOQUE POLIENTILENO EXPANSIBLE 0.30X1.20X0.20 |       | 1,631.42  | Und  |
| <b>06.09</b> | <b>ESCALERAS</b>  |       |           |      |
| 06.09.01     | CONCRETO F'c=210 Kg/cm2   |       | 54.00     | M3   |
| 06.09.02     | PARA EL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  |       | 281.86    | M2   |
| 06.09.03     | PARA LA ARMADURA DE ACERO.  |       | 3,944.43  | Kg   |

### 6.2.3 ARQUITECTURA

| Item         | Descripción                                  | Und | TOTAL   |
|--------------|--|-----|---------|
| <b>07</b>    | <b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>       |     |         |
| <b>07.01</b> | <b>MURO DE LADRILLO KING KONG MECANIZADO</b> | M2  | 275.55  |
| 07.01.01     | MURO DE LADRILLO KING KONG MECANIZADO        | M2  | 1372.41 |
| <b>08</b>    | <b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>         |     |         |
| <b>08.01</b> | <b>TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES</b>   |     |         |
| 08.01.01     | TARRAJEO DEL TIPO RAYADO O PRIMARIO          | M2  | 495.63  |
| 08.01.02     | TARRAJEO EN INTERIORES C/MORTERO 1:5 x 1.5   | M2  | 2003.68 |
| 08.01.03     | TARRAJEO EN EXTERIORES C/MORTERO 1:5 x 1.5   | M2  | 923.20  |
| <b>08.02</b> | <b>TARRAJEO DE COLUMNAS</b>                  |     |         |
| 08.02.01     | TARRAJEO DE SUPERF. DE COLUMNAS              | M2  | 812.67  |
| 08.02.02     | VESTIDURA DE ARISTAS DE COLUMNAS             | ML  | 1292.85 |
| <b>08.03</b> | <b>TARRAJEO DE PLACAS</b>                    |     |         |
| 08.03.01     | TARRAJEO DE SUPERFICIES DE PLACAS            | M2  | 2858.88 |
| 08.03.02     | VESTIDURAS DE ARISTAS DE PLACAS              | ML  | 296.00  |
| <b>08.04</b> | <b>TARRAJEO DE VIGAS</b>                     |     |         |
| 08.04.01     | TARRAJEO DE SUPERFICIE DE VIGAS PERALTADAS   | M2  | 897.46  |
| 08.04.02     | VESTIDURA DE ARISTAS DE VIGAS                | ML  | 1051.10 |

### 6.3 ANALISIS DE COSTO UNITARIO

Por tratarse de los costos unitarios para el modelo, se hizo el análisis el cual lo presento en el Anexo #3

## 6.4 PRESUPUESTO

| Item      | Descripción                                    | Unidad | Metrado   | Precio   | Parcial    | Subtotal   | Total                   |
|-----------|--|--------|-----------|----------|------------|------------|-------------------------|
| <b>03</b> | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>                      |        |           |          |            |            | 5,718.71                |
| 03.01     | LIMPIEZA DE TERRENO                            |        |           |          |            | 1,883.44   |                         |
| 03.01.01  | LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL                     | M2     | 526.10    | 3.58     | 1,883.44   |            |                         |
| 03.02     | TRAZO Y REPLANTEO                              |        |           |          |            | 3,835.27   |                         |
| 03.02.01  | TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO                  | M2     | 526.10    | 2.45     | 1,288.95   |            |                         |
| 03.02.02  | TRAZO, REPLANTEO Y NIVELACION PERMANENTE       | M2     | 526.10    | 4.84     | 2,546.32   |            |                         |
| <b>04</b> | <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>                   |        |           |          |            |            | 687,965.35              |
| 04.01     | TRAZO Y REPLANTEO                              |        |           |          |            | 4,156.19   |                         |
| 04.01.01  | NIVELACION Y APISONADO MANUAL                  | M2     | 526.10    | 7.90     | 4,156.19   |            |                         |
| 04.02     | EXCAVACIONES                                   |        |           |          |            | 20,806.17  |                         |
| 04.02.01  | EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATA h=1.5 m          | M3     | 518.34    | 40.14    | 20,806.17  |            |                         |
| 04.03     | RELLENO  |        |           |          |            | 663,002.99 |                         |
| 04.03.01  | RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO             | M3     | 295.67    | 20.07    | 5,934.10   |            |                         |
| 04.03.02  | ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA       | M3     | 278.34    | 2,360.67 | 657,068.89 |            |                         |
| <b>05</b> | <b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>                |        |           |          |            |            | 13,711.11               |
| 05.01     | SOLADOS  |        |           |          |            | 13,711.11  |                         |
| 05.01.01  | SOLADOS  | M2     | 256.78    | 23.94    | 6,147.31   |            |                         |
| 05.01.02  | FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"                     | M2     | 218.86    | 34.56    | 7,563.80   |            |                         |
| <b>06</b> | <b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>                |        |           |          |            |            | 960,730.06              |
| 06.01     | ZAPATAS  |        |           |          |            | 87,105.07  |                         |
| 06.01.01  | ZAPATAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (CON ADITIVO) | M3     | 110.24    | 571.42   | 62,993.34  |            |                         |
| 06.01.02  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 4,005.27  | 6.02     | 24,111.73  |            |                         |
| 06.02     | VIGAS DE CIMENTACION                           |        |           |          |            | 52,007.45  |                         |
| 06.02.01  | CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA VIGAS             | M3     | 43.82     | 429.70   | 18,829.45  |            |                         |
| 06.02.02  | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS            | M2     | 95.20     | 88.39    | 8,414.73   |            |                         |
| 06.02.03  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 4,113.50  | 6.02     | 24,763.27  |            |                         |
| 06.03     | SOBRECIMENTOS                                  |        |           |          |            | 32,519.48  |                         |
| 06.03.01  | SOBREC. REF. CONCRETO fc=175 kg/cm2 (1P)       | M3     | 53.22     | 352.32   | 18,750.47  |            |                         |
| 06.03.02  | SOBREC. REF. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EXPL     | M2     | 177.39    | 77.62    | 13,769.01  |            |                         |
| 06.04     | MUROS Y TABIQUES                               |        |           |          |            | 329,687.03 |                         |
| 06.04.01  | PLACAS, CONCRETO F'C=210 kg/cm2                | M3     | 417.23    | 489.18   | 204,100.57 |            |                         |
| 06.04.02  | PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO               | M2     | 225.55    | 61.18    | 13,799.15  |            |                         |
| 06.04.03  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 18,569.32 | 6.02     | 111,787.31 |            |                         |
| 06.05     | COLUMNAS                                       |        |           |          |            | 62,599.64  |                         |
| 06.05.01  | CONCRETO F'C = 210 kg/cm2 PARA COLUMNAS        | M3     | 27.21     | 449.45   | 12,229.53  |            |                         |
| 06.05.02  | COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO             | M2     | 54.02     | 62.14    | 3,356.80   |            |                         |
| 06.05.03  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 7,809.52  | 6.02     | 47,013.31  |            |                         |
| 06.06     | VIGAS  |        |           |          |            | 214,985.53 |                         |
| 06.06.01  | CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA VIGAS             | M3     | 235.35    | 429.70   | 101,129.90 |            |                         |
| 06.06.02  | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS            | M2     | 26.81     | 88.39    | 2,369.74   |            |                         |
| 06.06.03  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 18,519.25 | 6.02     | 111,485.89 |            |                         |
| 06.07     | LOSA MACIZA                                    |        |           |          |            | 23,153.34  |                         |
| 06.07.01  | LOSAS MACIZAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2         | M3     | 38.59     | 388.81   | 15,004.18  |            |                         |
| 06.07.02  | LOSAS MACIZAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO        | M2     | 23.69     | 62.97    | 1,491.76   |            |                         |
| 06.07.03  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 1,105.88  | 6.02     | 6,657.40   |            |                         |
| 06.08     | LOSA ALIGERADA                                 |        |           |          |            | 96,377.04  |                         |
| 06.08.01  | LOSA ALIGERADA, CONCRETO F'C=210 KG/CM2        | M3     | 201.23    | 379.20   | 76,306.42  |            |                         |
| 06.08.02  | LOSA ALIGERADA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO       | M2     | 23.69     | 44.54    | 1,055.15   |            |                         |
| 06.08.03  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 1,105.88  | 6.02     | 6,657.40   |            |                         |
| 06.08.04  | LOSAS ALIGERADAS.- LADRILLO HUECO 20x30x30     | UND    | 2,578.10  | 2.99     | 7,708.52   |            |                         |
| 06.08.05  | LADRILLO HUECO DE ARCILLA 15x30x30 cm PARA TEC | UND    | 1,631.42  | 2.85     | 4,649.55   |            |                         |
| 06.09     | ESCALERAS                                      |        |           |          |            | 62,295.48  |                         |
| 06.09.01  | CONCRETO EN ESCALERAS F'C=210 KG/CM2           | M3     | 54.00     | 454.63   | 24,550.02  |            |                         |
| 06.09.02  | ESCALERAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO            | M2     | 281.86    | 49.67    | 13,999.99  |            |                         |
| 06.09.03  | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2               | KG     | 3,944.43  | 6.02     | 23,745.47  |            |                         |
| <b>07</b> | <b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>         |        |           |          |            |            | 146,545.02              |
| 07.01     | MUROS DE ALBAÑILERIA                           |        |           |          |            | 146,545.02 |                         |
| 07.01.01  | MURO DE SOGA LADRILLO KING KONG                | m2     | 1,648.24  | 88.91    | 146,545.02 |            |                         |
| <b>08</b> | <b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>           |        |           |          |            |            | 291,396.80              |
| 08.01     | TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES            |        |           |          |            | 78,490.67  |                         |
| 08.01.01  | TARRAJEO DEL TIPO RAYADO O PRIMARIO C/MORTE    | M2     | 495.63    | 24.80    | 12,291.62  |            |                         |
| 08.01.02  | TARRAJEO EN MURO: INTERIOR                     | M2     | 2,003.68  | 21.93    | 43,940.70  |            |                         |
| 08.01.03  | TARRAJEO EN MURO: EXTERIORES                   | M2     | 923.20    | 24.11    | 22,258.35  |            |                         |
| 08.02     | TARRAJEO DE COLUMNAS                           |        |           |          |            | 40,860.00  |                         |
| 08.02.01  | TARRAJEO DE COLUMNAS                           | M2     | 812.67    | 35.77    | 29,069.21  |            |                         |
| 08.02.02  | VESTIDURA DE ARISTAS EN COLUMNAS               | M      | 1,292.85  | 9.12     | 11,790.79  |            |                         |
| 08.03     | TARRAJEO DE PLACAS                             |        |           |          |            | 122,239.75 |                         |
| 08.03.01  | TARRAJEO DE SUPERFICIE DE COLUMNAS Y PLACAS    | M2     | 2,858.88  | 34.33    | 98,145.35  |            |                         |
| 08.03.02  | VESTIDURA DE DERRAMES Y ARISTAS                | M      | 1,480.00  | 16.28    | 24,094.40  |            |                         |
| 08.04     | TARRAJEO DE VIGAS                              |        |           |          |            | 49,806.38  |                         |
| 08.04.01  | TARRAJEO DE SUPERFICIE DE VIGAS                | M2     | 897.46    | 36.43    | 32,694.47  |            |                         |
| 08.04.02  | VESTIDURA DE DERRAMES Y ARISTAS                | M      | 1,051.10  | 16.28    | 17,111.91  |            |                         |
|           |  |        |           |          |            |            | SUB TOTAL COSTO DIRECTO |
|           |  |        |           |          |            |            | 2,106,067.05            |
|           |  |        |           |          |            |            | GASTOS GENERALES (5%)   |
|           |  |        |           |          |            |            | 105,303.35              |
|           |  |        |           |          |            |            | UTILIDADES (10%)        |
|           |  |        |           |          |            |            | 210,606.71              |
|           |  |        |           |          |            |            | SUBTOTAL                |
|           |  |        |           |          |            |            | 2,421,977.11            |
|           |  |        |           |          |            |            | IGV (18%)               |
|           |  |        |           |          |            |            | 435,955.88              |
|           |  |        |           |          |            |            | TOTAL DE PRESUPUESTO    |
|           |  |        |           |          |            |            | 2,857,932.99            |

## 6.5 PROGRAMACIÓN

La programación del modelo está en el Anexo #4



## CONCLUSIONES

- La correcta interpretación de los valores obtenidos por el programa ETABS para verificación de desplazamientos por el análisis estático y dinámico, el correcto diseño de los elementos estructurales.
- Los bloques A y B, son los que tienen el mayor desplazamiento con respecto a los bloques C; D y E. el cortante dinámico en ambas direcciones del edificio, la suposición del sistema estructural dual fue correcta.
- La junta de separación sísmica fue diseñada con la fórmula del capítulo 15, está se basa en la cota más alta de concurrencia entre los bloques.
- El diseño de los elementos estructurales ha sido dominado por la combinación I del Reglamento Nacional de Edificaciones 1.4CM+1.7CV.
- En cuanto al diseño por corte de las vigas, en la mayoría de los casos, en el sentido X se diseñó por las reglas de confinamiento para vigas sismo resistente, mientras en el sentido Y se respetó el cálculo por diseño de cortante.
- En el diseño estructural de los bloques A y B, fueron necesarios incorporar placas a su sistema estructural porque los desplazamientos laterales relativos son mayores a los permitidos por la norma.
- La utilización de programas de diseño estructural como el Etabs para el cálculo de las estructuras mejora el diseño en concreto armado al darle mayor precisión y no sobredimensionando ni sobre reforzando los elementos resistentes. El uso de estos programas de diseño también nos permite reflejar de manera más real los efectos de los sismos sobre la estructura. Sin embargo, se debe verificar en todo momento la veracidad de los resultados ya que la incorrecta utilización del programa podría tener consecuencias graves en el diseño.

### ***RECOMENDACIONES***

- La creación de modelos en programas ETABS facilita el análisis estructural, depende también de la percepción del proyectista
- Para el diseño de placas se recomienda empezar con el espesor de muro en saga para respetar la arquitectura de la edificación.
- El programa usado para el análisis, ETABS v9.74 no contempla la norma peruana, si queremos obtener resultados parecidos a los de norma debemos especificar que trabaje con la norma ACI 318-99, correspondiente a las cargas el porcentaje de carga viva varía con respecto al uso de la estructura.
- En las uniones cuando se intercepten los refuerzos longitudinales de viga y columna las varillas de las vigas deberán ser grifados ligeramente para mantener la posición del acero de las columnas.
- No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmontes, relleno sanitario o relleno artificial. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser remplazados con materiales adecuados debidamente compactados. Se cimentará sobre terreno de buena calidad, en caso de no encontrar la resistencia requerida se profundizará con una falsa zapata hasta llegar al estado apropiado.

## BIBLIOGRAFÍA

C.A., E. Y. (2015). LIMA.

DANIEL, G. G. (2016). *DISEÑO SISMO RESISTENTE EN CONCRETO ARMADO DEL LOCAL INSTITUCIONAL DE LA CAJA MUNICIPAL DE AHORRO Y CRÉDITO CUSCO*. Arequipa.

EDIFICACIONES, R. N. (2018). *E 020- CARGAS*. Lima: Megabyte s.a.c.

EDIFICACIONES, R. N. (2018). *E 030 - Diseño Sismoresistente*. Lima: Megabyte s.a.c.

EDIFICACIONES, R. N. (2018). *E 050 Suelos y cimentaciones*. Lima: Megayte s.a.c.

EDIFICACIONES, R. N. (2018). *E 060 Concreto Armado*. lima: Megabyte s.a.c.

ESPINOSA, J. R. (2009). *ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR TIPO DUPLEX DE 12 NIVELES Y UN SOTANO. COMPARACION NORMA E-060 ACTUAL*. AREQUIPA.

MORALES, R. M. (2010). *Diseño en Concreto Armado*. Lima: ICG.

## *ANEXOS*

Anexo 1. - Mecánica de suelos

Anexo 2.- Diseño de placa, columnas, vigas y zapatas

Anexo 3.- Costo unitario

Anexo 4.- Programación

Anexo 5.- Planos





# ANEXO 1.

# MECÁNICA DE SUELOS



**CAPACIDAD PORTANTE**  
**(Alcantarilla Projectada)**

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DE AULAS PEDAGÓGICAS UANCV – FILIAL AREQUIPA

(CALLE EL CARMEN N° 133 – CERCADO - AREQUIPA)

**MUESTRA:** C-1

**PROFUNDIDAD:** 2.50 m

**FECHA:** Enero 2015

### CALICATA N° 1

| CONTENIDO DE HUMEDAD                 |     |        |   |
|--------------------------------------|-----|--------|---|
| TARRO N°                             |     | 1      | 2 |
| Peso del tarro                       | (g) | 11.3   |   |
| Peso de la muestra húmeda + el tarro | (g) | 2915.0 |   |
| Peso de la muestra seca + el tarro   | (g) | 1758.0 |   |
| Peso del agua en la muestra          | (g) | 1157.0 |   |
| Peso de la muestra seca              | (g) | 1746.7 |   |
| Contenido de humedad                 | (%) | 4.19   |   |
| Contenido de Humedad Promedio (%)    |     | 4.19   |   |

## ENSAYOS DE CONSISTENCIA

**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE AULAS PEDAGÓGICAS UANCV – FILIAL AREQUIPA**

(CALLE EL CARMEN N° 133 – CERCADO - AREQUIPA)

**MUESTRA: C-1**

**PROFUNDIDAD: 2.50 m**

**FECHA: Enero 2015**

### Calicata N° 1

| TARA<br>NUMER      | LIMITE LIQUIDO |                 |       | LIMITE PLASTICO    |    |
|--------------------|----------------|-----------------|-------|--------------------|----|
|                    | 1              | 2               | 3     | 4                  | 5  |
| <b>Wt+M.Hum</b>    | 46.70          | 54.40           | 59.90 |                    |    |
| <b>Wt+M.Msc</b>    | 42.20          | 49.80           | 55.90 |                    |    |
| <b>W agua</b>      | 4.5            | 4.6             | 4     | NP                 | NP |
| <b>W tara</b>      | 34.50          | 41.60           | 48.40 |                    |    |
| <b>W M. Seca</b>   | 7.7            | 8.2             | 7.5   |                    |    |
| <b>W(%)</b>        | 7.44%          | 6.10%           | 3.33% | NP                 | NP |
| <b>N. GOLPES</b>   | 19             | 27              | 42    | <b>Prom. =</b>     | NP |
| <b>L. LIQUIDO:</b> | 5.62%          | <b>L.PLAST:</b> | NP    | <b>IND.PLAST.:</b> | NP |

## ENSAYO CORTE DIRECTO

**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DE AULAS PEDAGÓGICAS UANCV – FILIAL AREQUIPA

(CALLE EL CARMEN N° 133 – CERCADO - AREQUIPA)

**MUESTRA:** C-1

**PROFUNDIDAD:** 2.50 m

**FECHA:** Enero 2015

### CALICATA N° 1

| TANGENCIAL       | $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| $\delta h$ (mm.) | 1,263                          | 2,526                          | 3,789                          | 5,052                          | 6,315                          |
|                  | $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )   | $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )   | $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )   | $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )   | $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )   |
| 0,00             | 0,00                           | 0,00                           | 0,00                           | 0,00                           | 0,00                           |
| 0,20             | 0,20                           | 0,58                           | 0,69                           | 1,08                           | 0,00                           |
| 0,28             | 0,28                           | 0,63                           | 0,82                           | 1,26                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,30                           | 0,71                           | 1,04                           | 1,36                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,33                           | 0,82                           | 1,17                           | 1,52                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,39                           | 0,90                           | 1,36                           | 1,70                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,50                           | 0,96                           | 1,51                           | 1,93                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,53                           | 1,03                           | 1,70                           | 2,14                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,58                           | 1,14                           | 1,88                           | 2,32                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,61                           | 1,17                           | 2,05                           | 2,59                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,64                           | 1,29                           | 2,17                           | 2,70                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,69                           | 1,36                           | 2,22                           | 2,79                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,70                           | 1,40                           | 2,26                           | 2,91                           | 0,00                           |
| 0,00             | 0,72                           | 1,48                           | 2,30                           | 3,02                           | 0,00                           |

|                              |      |      |                          |      |      |      |
|------------------------------|------|------|--------------------------|------|------|------|
| 0,00                         | 0,75 | 1,52 | 2,33                     | 3,10 | 0,00 |      |
| Contenido de humedad         | 0,76 | 1,60 | 4.19%                    | 2,39 | 3,19 | 0,00 |
| Ángulo de rozamiento interno | 0,77 | 1,62 | 23.38°                   | 2,42 | 3,23 | 0,00 |
|                              | 0,79 | 1,62 | 2,51                     |      | 3,30 | 0,00 |
| Cohesión efectiva            | 0,81 | 1,65 | 0,238 kg/cm <sup>2</sup> | 2,54 | 3,31 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,81 | 1,65 | 2,62                     |      | 3,34 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,81 | 1,65 | 2,62                     |      | 3,38 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,83 | 1,62 | 2,69                     |      | 3,38 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,83 | 1,62 | 2,71                     |      | 3,41 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,83 | 1,60 | 2,71                     |      | 3,41 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,85 | 1,60 | 2,70                     |      | 3,40 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,83 | 1,61 | 2,70                     |      | 3,40 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,82 |      |                          |      | 3,39 | 0,00 |
| 0,00                         | 0,81 |      |                          |      |      | 0,00 |
| 0,00                         | 0,82 |      |                          |      |      | 0,00 |
| 0,00                         |      |      |                          |      |      | 0,00 |

## ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DE AULAS PEDAGÓGICAS UANCV – FILIAL AREQUIPA

(CALLE EL CARMEN N° 133 – CERCADO - AREQUIPA)

**MUESTRA:** C-1

**PROFUNDIDAD:** 2.50 m

**FECHA:** Enero 2015

### CALICATA N° 1

| PESO ESPECIFICO MINIMO                   |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|
| ENSAYO N°                                | 1       | 2       | 3       |
| PESO MOLDE (g)                           | 4223.00 | 4223.00 | 4223.00 |
| PESO MOLDE + SUELO (g)                   | 5690.00 | 5698.00 | 5720.00 |
| PESO SECO DE LA MUESTRA (g)              | 1467.00 | 1475.00 | 1497.00 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> ) | 952.9   | 952.9   | 952.9   |
| PESO ESPECIFICO (g/cm <sup>3</sup> )     | 1.54    | 1.55    | 1.57    |

|                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| PESO ESPECIFICO MINIMO<br>PROMEDIO | <b>1.54 g/cm<sup>2</sup></b> |
|------------------------------------|------------------------------|

| <b>PESO ESPECIFICO MAXIMO</b>                 |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|
| <b>ENSAYO N°</b>                              | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
| <b>PESO MOLDE (g)</b>                         | 4223.00  | 4223.00  | 4223.00  |
| <b>PESO MOLDE + SUELO (g)</b>                 | 5725.00  | 5748.00  | 5768.00  |
| <b>PESO SECO DE LA MUESTRA (g)</b>            | 1502.00  | 1525.00  | 1545.00  |
| <b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm<sup>2</sup>)</b> | 952.9    | 952.9    | 952.9    |
| <b>PESO ESPECIFICO (g/cm<sup>2</sup>)</b>     | 1.58     | 1.60     | 1.62     |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>PESO ESPECIFICO MAXIMO<br/>PROMEDIO</b> | <b>1.60 g/cm<sup>2</sup></b> |
|--|------------------------------|

OBSERVACIONES:

## ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA

**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DE AULAS PEDAGÓGICAS UANCV – FILIAL AREQUIPA

(CALLE EL CARMEN N° 133 – CERCADO - AREQUIPA)

**MUESTRA:** C-1

**PROFUNDIDAD:** 2.50 m

**FECHA:** Enero 2015

### CALICATA N° 1

| ENSAYO                                    |                      | 1       |  |
|---|----------------------|---------|--|
| Temperatura                               | (°C)                 | 21.00   |  |
| Peso de la fiola + agua + muestra         | (g)                  | 1415.20 |  |
| Peso de la fiola + agua                   | (g)                  | 1262.20 |  |
| Peso de la muestra seca                   | (g)                  | 153.00  |  |
| Peso específico del agua                  | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.00    |  |
| Coefficiente de corrección de temperatura | $\alpha$             | 1.0000  |  |
| Gravedad específica de los sólidos        |                      | 2.66    |  |

Gravedad específica de los sólidos prom.

2.66

**OBSERVACIONES:**

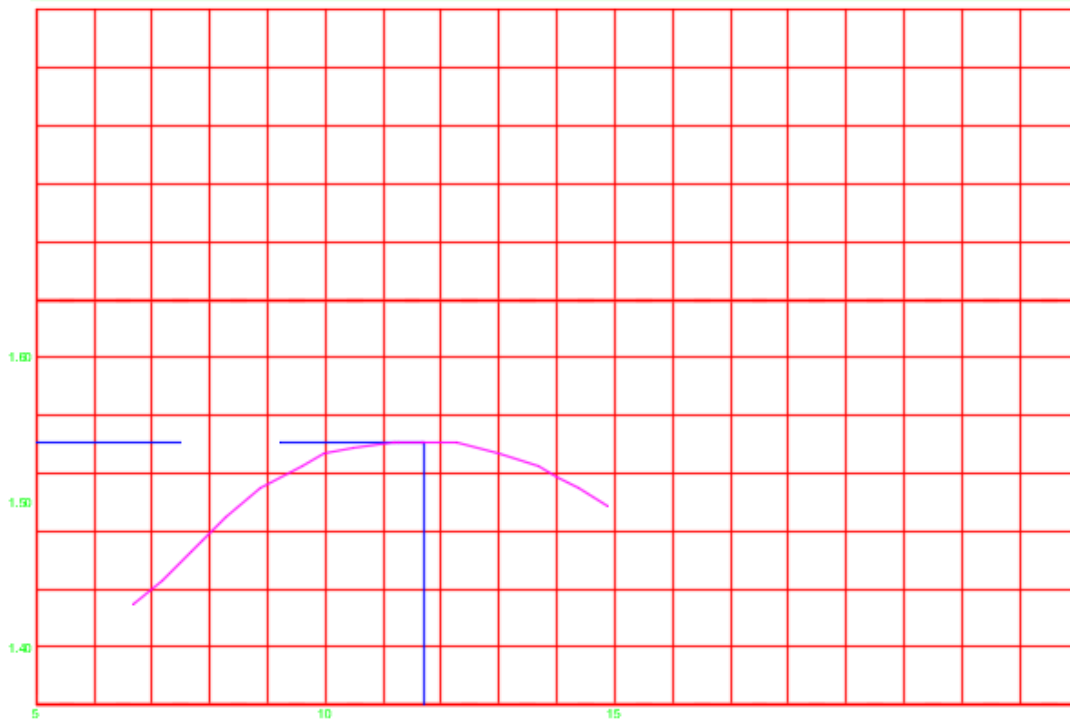
**Proyecto:** "DISEÑO E IS MORES IS TENTE EN CONCRETO ARMADO DE LAS AULAS PEDAGÓGICAS -UANCV -FILIAL AREQUIPA"  
**Ubicación:** CALLE EL CARMEN N° 133 – CERCADO - AREQUIPA  
**Tipo de Perforación:** Tajo abierto  
**Profundidad:** 2.30 metros  
**Fecha:** Mayo 2016  
**Napa Freática :** no  
**Calicata :** 1

**PRUEBA DE COMPACTACION**

**Metodo De Compactacion**

**PROCTOR MODIFICADO**

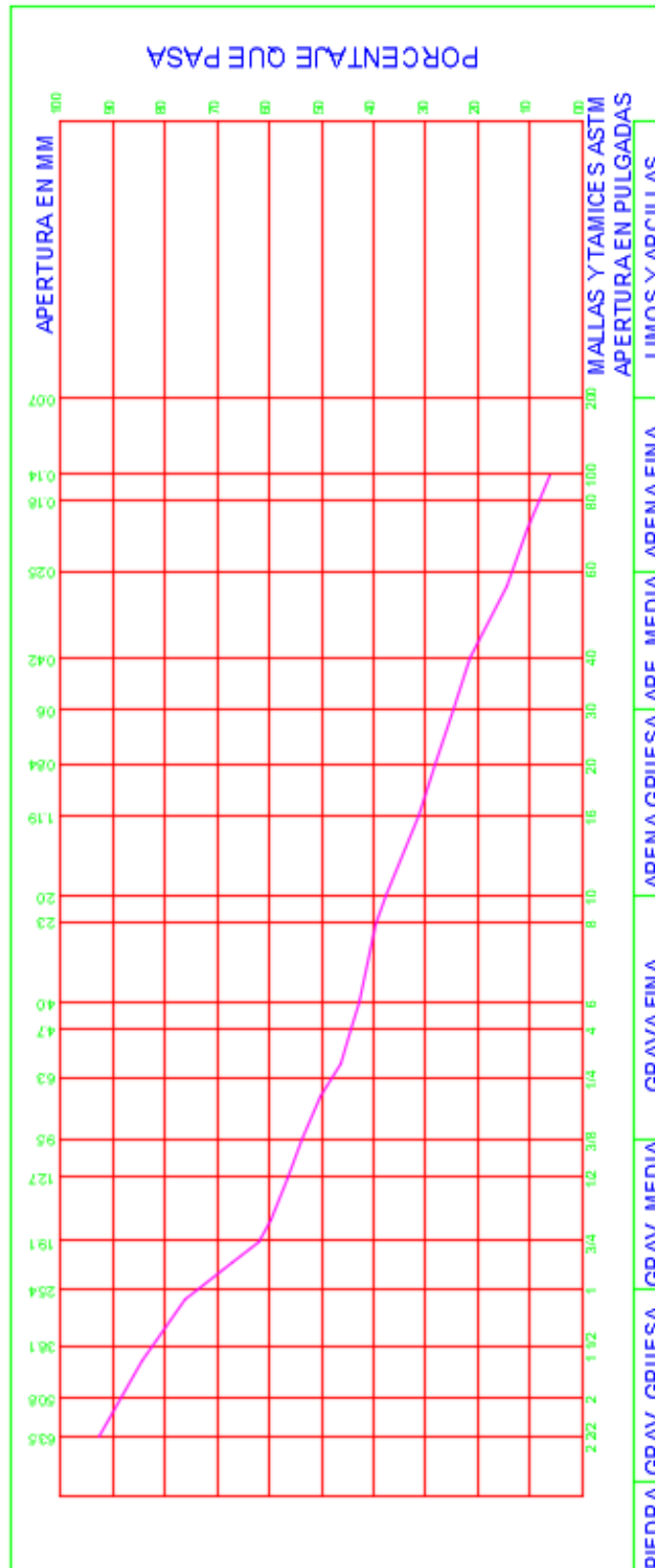
|                           |        |        |        |  |  |
|---------------------------|--------|--------|--------|--|--|
| Peso Suelo Humedo + Molde | 8850   | 8968   | 9013   |  |  |
| Peso Molde                | 4116   | 4100   | 4079   |  |  |
| Peso Suelo Humedo         | 4734   | 4868   | 4934   |  |  |
| Densidad Suelo Humedo     | 1.65   | 1.72   | 1.74   |  |  |
| Capsula N°                | 1      | 2      | 3      |  |  |
| Peso Suelo Humedo +Capsu. | 142.46 | 138.75 | 139.78 |  |  |
| Peso Suelo Seco + Capsula | 131.34 | 127.68 | 129.22 |  |  |
| Peso Del Agua             | 11.12  | 11.07  | 10.56  |  |  |
| Peso De La Capsula        | 24.85  | 24.42  | 25.05  |  |  |
| Peso Suelo Seco           | 106.49 | 103.16 | 104.17 |  |  |
| % De Humedad              | 10.44  | 10.73  | 10.14  |  |  |
| Densidad Del Suelo Seco   | 1.54   | 1.55   | 1.57   |  |  |

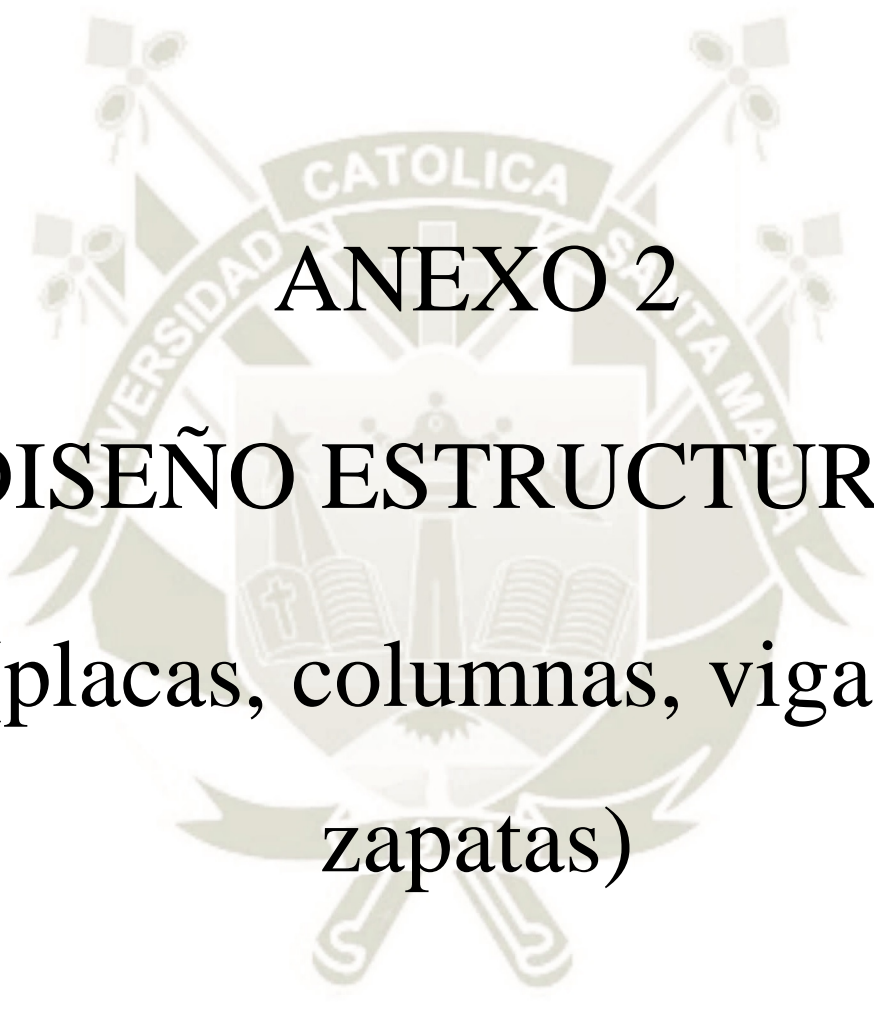


Densidad: 1.57Grs/cm3  
 Humedad Optima: 4.73%

**Proyecto:** "DISEÑO SISMORESISTENTE EN CONCRETO ARMADO DE LAS AULAS PEDAGÓGICAS -UANCV- FILIAL AREQUIPA"  
**Ubicación:** CALLE EL CARMEN N° 133 – CERCADO - AREQUIPA  
**Tipo de Perforación:** Tajo abierto  
**Profundidad:** 2.3mts  
**Fecha:** Mayo 2016  
**Napa Freática**  
**Calicata :** 1 : no

### CURVA GRANULOMETRICA





# ANEXO 2

## DISEÑO ESTRUCTURAL

(placas, columnas, vigas y  
zapatas)

| DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS RELATIVOS POR PISO |             |             |  |  |  |  |  |
|--|-------------|-------------|--|--|--|--|--|
| Nivel                                      | Deriva      | Combinación | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE A) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE B) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE C) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE D) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE E) |
| NIVEL 5                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.0040                                   | 0.0049                                   | 0.0033                                   | 0.0005                                   | 0.0033                                   |
| NIVEL 5                                    | Max Drift X | DINY Y      | 0.0021                                   | 0.0009                                   | 0.0024                                   | 0.0003                                   | 0.0023                                   |
| NIVEL 4                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.0045                                   | 0.0054                                   | 0.0038                                   | 0.0005                                   | 0.0038                                   |
| NIVEL 4                                    | Max Drift X | DINY Y      | 0.0024                                   | 0.0010                                   | 0.0033                                   | 0.0003                                   | 0.0033                                   |
| NIVEL 3                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.0047                                   | 0.0055                                   | 0.0042                                   | 0.0005                                   | 0.0042                                   |
| NIVEL 3                                    | Max Drift X | DINY Y      | 0.0025                                   | 0.0011                                   | 0.0042                                   | 0.0003                                   | 0.0041                                   |
| NIVEL 2                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.0042                                   | 0.0050                                   | 0.0040                                   | 0.0005                                   | 0.0040                                   |
| NIVEL 2                                    | Max Drift X | DINY Y      | 0.0023                                   | 0.0010                                   | 0.0046                                   | 0.0003                                   | 0.0046                                   |
| NIVEL 1                                    | Max Drift X | DINXX       | 0.0019                                   | 0.0022                                   | 0.0020                                   | 0.0002                                   | 0.0020                                   |
| NIVEL 1                                    | Max Drift X | DINY Y      | 0.0010                                   | 0.0004                                   | 0.0026                                   | 0.0002                                   | 0.0026                                   |

| DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS RELATIVOS POR PISO |             |             |  |  |  |  |  |
|--|-------------|-------------|--|--|--|--|--|
| Nivel                                      | Deriva      | Combinación | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE A) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE B) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE C) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE D) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE E) |
| NIVEL 5                                    | Max Drift Y | DINXX       | 0.0030                                   | 0.0041                                   | 0.0006                                   | 0.0001                                   | 0.0006                                   |
| NIVEL 5                                    | Max Drift Y | DINY Y      | 0.0045                                   | 0.0063                                   | 0.0006                                   | 0.0001                                   | 0.0058                                   |
| NIVEL 4                                    | Max Drift Y | DINXX       | 0.0035                                   | 0.0047                                   | 0.0009                                   | 0.0002                                   | 0.0009                                   |
| NIVEL 4                                    | Max Drift Y | DINY Y      | 0.0054                                   | 0.0075                                   | 0.0008                                   | 0.0001                                   | 0.0067                                   |
| NIVEL 3                                    | Max Drift Y | DINXX       | 0.0038                                   | 0.0050                                   | 0.0011                                   | 0.0002                                   | 0.0011                                   |
| NIVEL 3                                    | Max Drift Y | DINY Y      | 0.0059                                   | 0.0082                                   | 0.0010                                   | 0.0002                                   | 0.0010                                   |
| NIVEL 2                                    | Max Drift Y | DINXX       | 0.0036                                   | 0.0046                                   | 0.0013                                   | 0.0005                                   | 0.0013                                   |
| NIVEL 2                                    | Max Drift Y | DINY Y      | 0.0056                                   | 0.0078                                   | 0.0011                                   | 0.0003                                   | 0.0011                                   |
| NIVEL 1                                    | Max Drift Y | DINXX       | 0.0019                                   | 0.0025                                   | 0.0005                                   | 0.0003                                   | 0.0005                                   |
| NIVEL 1                                    | Max Drift Y | DINY Y      | 0.0030                                   | 0.0042                                   | 0.0046                                   | 0.0002                                   | 0.0046                                   |

| DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS RELATIVOS POR PISO |             |             |  |  |  |  |  |
|--|-------------|-------------|--|--|--|--|--|
| Nivel                                      | Deriva      | Combinación | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE A) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE B) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE C) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE D) | Desplazamiento relativo XX<br>(BLOQUE E) |
| NIVEL 5                                    | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 0.0046                                   | 0.00492                                  | 0.0055305                                | 0.005766                                 | 0.0055305                                |
| NIVEL 4                                    | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 2.0046                                   | 0.005442                                 | 0.006012                                 | 0.002826                                 | 0.006012                                 |
| NIVEL 3                                    | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 4.0046                                   | 0.005556                                 | 0.006111                                 | 0.002046                                 | 0.006111                                 |
| NIVEL 2                                    | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 6.0046                                   | 0.005022                                 | 0.0060525                                | 0.001476                                 | 0.0060525                                |
| NIVEL 1                                    | Max Drift X | ENVOLVENTE  | 8.0046                                   | 0.002244                                 | 0.0031995                                | 0.000678                                 | 0.0031995                                |

| DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS RELATIVOS POR PISO |             |             |  |  |  |  |  |
|--|-------------|-------------|--|--|--|--|--|
| Nivel                                      | Deriva      | Combinación | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE A) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE B) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE C) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE D) | Desplazamiento relativo YY<br>(BLOQUE E) |
| NIVEL 5                                    | Max Drift Y | ENVOLVENTE  | 0.0057                                   | 0.0082                                   | 0.0059                                   | 0.0058                                   | 0.0059                                   |
| NIVEL 4                                    | Max Drift Y | ENVOLVENTE  | 3.0046                                   | 0.0093                                   | 0.0068                                   | 0.0028                                   | 0.0068                                   |
| NIVEL 3                                    | Max Drift Y | ENVOLVENTE  | 5.0046                                   | 0.0098                                   | 0.0069                                   | 0.0020                                   | 0.0010                                   |
| NIVEL 2                                    | Max Drift Y | ENVOLVENTE  | 7.0046                                   | 0.0090                                   | 0.0068                                   | 0.0015                                   | 0.0011                                   |
| NIVEL 1                                    | Max Drift Y | ENVOLVENTE  | 9.0046                                   | 0.0046                                   | 0.0046                                   | 0.0007                                   | 0.0046                                   |

**Columna 1/C -Bloque A**

| Piso   | Pu<br>(Ton) | MX<br>(ton-m) | MY<br>(ton-m) | b  | e  | Ag   | Ag©<br>(cm2) | As |
|--------|-------------|---------------|---------------|----|----|------|--------------|----|
| Piso 5 | 22          | 4             | 5             | 40 | 60 | 2400 | 19.2         | 24 |
| Piso 4 | 96          | 11            | 21            | 40 | 60 | 2400 | 83.1         | 24 |
| Piso 3 | 174         | 10            | 31            | 40 | 60 | 2400 | 15.06        | 24 |
| Piso 2 | 218         | 14            | 33            | 40 | 60 | 2400 | 18.87        | 24 |
| Piso 1 | 274         | 16            | 34            | 40 | 60 | 2400 | 23.72        | 24 |

**Columna 2/E-Bloque A**

| Piso   | Pu<br>(Ton) | MX<br>(ton-m) | MY<br>(ton-m) | b  | e  | Ag   | Ag©<br>(cm2) | As |
|--------|-------------|---------------|---------------|----|----|------|--------------|----|
| Piso 5 | 22          | 7             | 5             | 60 | 40 | 2400 | 1.92         | 24 |
| Piso 4 | 85          | 17            | 22            | 60 | 40 | 2400 | 7.40         | 24 |
| Piso 3 | 162         | 14            | 23            | 60 | 40 | 2400 | 13.99        | 24 |
| Piso 2 | 227         | 19            | 25            | 60 | 40 | 2400 | 19.61        | 24 |
| Piso 1 | 302         | 20            | 28            | 60 | 40 | 2400 | 23.22        | 24 |

**Placa 1X-Bloque A**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku   | PLACA |
|--------|----------|----------------|------|-------|------|--------|------|-------|
| Piso 5 | 152.3    | 45.21          | 32.8 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 3.6  | PLACA |
| Piso 4 | 188.5    | 49.54          | 36.0 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 3.9  | PLACA |
| Piso 3 | 225.8    | 38.79          | 36.9 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 3.1  | PLACA |
| Piso 2 | 244.4    | 99.85          | 44.9 | 200.0 | 25.0 | 7600.0 | 7.9  | PLACA |
| Piso 1 | 255.3    | 173.84         | 46.9 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 13.7 | PLACA |

**Placa 2X-Bloque A**

| Piso    | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku   | PLACA |
|---------|----------|----------------|------|-------|------|--------|------|-------|
| Piso 5  | 121.4    | 65.0           | 22.6 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 6.2  | PLACA |
| Piso 4  | 145.6    | 70.4           | 26.0 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 6.8  | PLACA |
| Piso 3  | 171.2    | 81.7           | 33.7 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 7.9  | PLACA |
| Piso 2  | 204.5    | 93.0           | 41.1 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 8.9  | PLACA |
| Piso 1  | 200.2    | 135.9          | 27.2 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 13.1 | PLACA |
| Sótano- | 213.6    | 170.5          | 41.2 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 16.4 | PLACA |

**Placa 3X-Bloque A**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku  | PLACA |
|--------|----------|----------------|------|-------|------|--------|-----|-------|
| Piso 5 | 182.2    | 37.6           | 26.8 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 2.3 | PLACA |
| Piso 4 | 219.3    | 41.9           | 28.4 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 2.5 | PLACA |
| Piso 3 | 261.2    | 49.0           | 32.4 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 3.0 | PLACA |
| Piso 2 | 292.1    | 67.7           | 34.2 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 4.1 | PLACA |
| Piso 1 | 291.9    | 152.4          | 55.5 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 9.2 | PLACA |

**Placa 4X-Bloque A**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku  | PLACA |
|--------|----------|----------------|------|-------|------|--------|-----|-------|
| Piso 5 | 115.2    | 17.7           | 10.0 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 1.7 | PLACA |
| Piso 4 | 132.9    | 21.8           | 11.1 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 2.1 | PLACA |
| Piso 3 | 149.2    | 30.8           | 14.9 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 3.0 | PLACA |
| Piso 2 | 168.6    | 61.8           | 23.9 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 5.9 | PLACA |
| Piso 1 | 183.1    | 87.3           | 20.0 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 8.4 | PLACA |

**Placa 5X-Bloque A**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V     | b     | e    | Ag     | Ku  | PLACA |
|--------|----------|----------------|-------|-------|------|--------|-----|-------|
| Piso 5 | 119.6    | 65.2           | 62.1  | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 2.9 | PLACA |
| Piso 4 | 139.3    | 91.6           | 76.7  | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 4.0 | PLACA |
| Piso 3 | 158.5    | 127.3          | 92.5  | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 5.6 | PLACA |
| Piso 2 | 181.2    | 192.7          | 105.7 | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 8.4 | PLACA |
| Piso 1 | 203.3    | 207.0          | 138.9 | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 9.1 | PLACA |

**Placa 6X-Bloque A**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku   | PLACA |
|--------|----------|------------|------|-------|------|--------|------|-------|
| Piso 5 | 75.6     | 20.9       | 13.3 | 200.0 | 25.0 | 32000  | 11.3 | PLACA |
| Piso 4 | 88.8     | 13.4       | 9.3  | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 7.2  | PLACA |
| Piso 3 | 106.9    | 30.7       | 17.0 | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 16.6 | PLACA |
| Piso 2 | 115.7    | 18.2       | 8.8  | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 9.8  | PLACA |
| Piso 1 | 155.1    | 68.1       | 31.1 | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 36.8 | PLACA |

**Columna 1/C -Bloque B**

| Piso   | Pu<br>(Ton) | MX<br>(ton-m) | MY<br>(ton-m) | b  | e  | Ag   | Ag©<br>(cm2) | As |
|--------|-------------|---------------|---------------|----|----|------|--------------|----|
| Piso 5 | 22          | 4             | 5             | 40 | 60 | 2400 | 19.2         | 24 |
| Piso 4 | 96          | 11            | 21            | 40 | 60 | 2400 | 83.1         | 24 |
| Piso 3 | 174         | 10            | 31            | 40 | 60 | 2400 | 15.06        | 24 |
| Piso 2 | 218         | 14            | 33            | 40 | 60 | 2400 | 18.87        | 24 |
| Piso 1 | 274         | 16            | 34            | 40 | 60 | 2400 | 23.72        | 24 |

**Columna 2/E-Bloque B**

| Piso   | Pu<br>(Ton) | MX<br>(ton-m) | MY<br>(ton-m) | b  | e  | Ag   | Ag©<br>(cm2) | As |
|--------|-------------|---------------|---------------|----|----|------|--------------|----|
| Piso 5 | 22          | 7             | 5             | 60 | 40 | 2400 | 1.92         | 24 |
| Piso 4 | 85          | 17            | 22            | 60 | 40 | 2400 | 7.40         | 24 |
| Piso 3 | 162         | 14            | 23            | 60 | 40 | 2400 | 13.99        | 24 |
| Piso 2 | 227         | 19            | 25            | 60 | 40 | 2400 | 19.61        | 24 |
| Piso 1 | 302         | 20            | 28            | 60 | 40 | 2400 | 23.22        | 24 |

**Placa 1Y-Bloque B**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku   | PLACA |
|--------|----------|------------|------|-------|------|--------|------|-------|
| Piso 5 | 152.3    | 45.21      | 32.8 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 3.6  | PLACA |
| Piso 4 | 188.5    | 49.54      | 36.0 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 3.9  | PLACA |
| Piso 3 | 225.8    | 38.79      | 36.9 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 3.1  | PLACA |
| Piso 2 | 244.4    | 99.85      | 44.9 | 200.0 | 25.0 | 7600.0 | 7.9  | PLACA |
| Piso 1 | 255.3    | 173.84     | 46.9 | 200.0 | 25.0 | 76000  | 13.7 | PLACA |

**Placa 2Y-Bloque B**

| Piso    | Pu (Ton) | M3 (ton-m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku   | PLACA |
|---------|----------|------------|------|-------|------|--------|------|-------|
| Piso 5  | 121.4    | 65.0       | 22.6 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 6.2  | PLACA |
| Piso 4  | 145.6    | 70.4       | 26.0 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 6.8  | PLACA |
| Piso 3  | 171.2    | 81.7       | 33.7 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 7.9  | PLACA |
| Piso 2  | 204.5    | 93.0       | 41.1 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 8.9  | PLACA |
| Piso 1  | 200.2    | 135.9      | 27.2 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 13.1 | PLACA |
| Sótano- | 213.6    | 170.5      | 41.2 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 16.4 | PLACA |

**Placa 3Y-Bloque B**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku  | PLACA |
|--------|----------|----------------|------|-------|------|--------|-----|-------|
| Piso 5 | 182.2    | 37.6           | 26.8 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 2.3 | PLACA |
| Piso 4 | 219.3    | 41.9           | 28.4 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 2.5 | PLACA |
| Piso 3 | 261.2    | 49.0           | 32.4 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 3.0 | PLACA |
| Piso 2 | 292.1    | 67.7           | 34.2 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 4.1 | PLACA |
| Piso 1 | 291.9    | 152.4          | 55.5 | 200.0 | 25.0 | 8600.0 | 9.2 | PLACA |

**Placa 4Y-Bloque B**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku  | PLACA |
|--------|----------|----------------|------|-------|------|--------|-----|-------|
| Piso 5 | 115.2    | 17.7           | 10.0 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 1.7 | PLACA |
| Piso 4 | 132.9    | 21.8           | 11.1 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 2.1 | PLACA |
| Piso 3 | 149.2    | 30.8           | 14.9 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 3.0 | PLACA |
| Piso 2 | 168.6    | 61.8           | 23.9 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 5.9 | PLACA |
| Piso 1 | 183.1    | 87.3           | 20.0 | 200.0 | 25.0 | 4800.0 | 8.4 | PLACA |

**Placa 5Y-Bloque B**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V     | b     | e    | Ag     | Ku  | PLACA |
|--------|----------|----------------|-------|-------|------|--------|-----|-------|
| Piso 5 | 119.6    | 65.2           | 62.1  | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 2.9 | PLACA |
| Piso 4 | 139.3    | 91.6           | 76.7  | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 4.0 | PLACA |
| Piso 3 | 158.5    | 127.3          | 92.5  | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 5.6 | PLACA |
| Piso 2 | 181.2    | 192.7          | 105.7 | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 8.4 | PLACA |
| Piso 1 | 203.3    | 207.0          | 138.9 | 200.0 | 25.0 | 7000.0 | 9.1 | PLACA |

**Placa 6Y-Bloque B**

| Piso   | Pu (Ton) | M3 (ton-<br>m) | V    | b     | e    | Ag     | Ku   | PLACA |
|--------|----------|----------------|------|-------|------|--------|------|-------|
| Piso 5 | 75.6     | 20.9           | 13.3 | 200.0 | 25.0 | 32000  | 11.3 | PLACA |
| Piso 4 | 88.8     | 13.4           | 9.3  | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 7.2  | PLACA |
| Piso 3 | 106.9    | 30.7           | 17.0 | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 16.6 | PLACA |
| Piso 2 | 115.7    | 18.2           | 8.8  | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 9.8  | PLACA |
| Piso 1 | 155.1    | 68.1           | 31.1 | 200.0 | 25.0 | 3200.0 | 36.8 | PLACA |

VIGAS

| Bloque A y B |            |    |    |              |               |
|--------------|------------|----|----|--------------|---------------|
| SENTIDO X-X  |            |    |    |              |               |
| elemento     | M3 (ton-m) | b  | H  | Ag requerida | Ag estructura |
| 1-1          | 50070      | 25 | 70 | 25.47        | 28.5          |
|              | 2120       |    |    | 5.17         | 5.86          |
|              | 48280      |    |    | 25.56        | 25.5          |
| 2-2          | 14370.9    | 30 | 60 | 7.15         | 7.96          |
|              | 1000.3     |    |    | 5.60         | 5.86          |
|              | 14910.07   |    |    | 7.43         | 7.96          |
| 4a-4a        | 15610      | 30 | 60 | 8.48         | 9.55          |
|              | 9270       |    |    | 5.20         | 6.45          |
|              | 16430      |    |    | 8.96         | 9.6           |
| 4b-4b        | 9750       | 30 | 60 | 5.60         | 6.45          |
|              | 4260       |    |    | 5.60         | 5.97          |
|              | 0          |    |    | 5.60         | 5.86          |
| 5-5          | 49160      | 25 | 70 | 26.18        | 25.5          |
|              | 2300       |    |    | 5.17         | 5.97          |
|              | 46830      |    |    | 24.56        | 25.5          |
| 6a-6a        | 17640      | 30 | 60 | 9.27         | 9.55          |
|              | 8530       |    |    | 5.40         | 6.45          |
|              | 14380      |    |    | 7.45         | 9.6           |
| 6c-6c        | 3232       | 30 | 60 | 5.60         | 5.97          |
|              | 970.35     |    |    | 5.60         | 5.76          |
|              | 0          |    |    | 5.60         | 5.97          |
| 8a-8a        | 18739.22   | 30 | 60 | 9.89         | 10.89         |
|              | 8989.73    |    |    | 5.40         | 5.86          |
|              | 14594.7    |    |    | 7.57         | 9.6           |
| 8c-8c        | 3232       | 30 | 60 | 5.60         | 5.97          |
|              | 970.35     |    |    | 5.60         | 5.76          |
|              | 0          |    |    | 5.60         | 5.97          |
| 9-9          | 50070      | 25 | 70 | 25.47        | 25.5          |
|              | 2120       |    |    | 5.17         | 5.97          |
|              | 48280      |    |    | 25.56        | 25.5          |

| Bloque A y B |            |    |     |              |               |
|--------------|------------|----|-----|--------------|---------------|
| sentido Y-Y  |            |    |     |              |               |
| Elemento     | M3 (ton-m) | b  | H   | Ag requerida | Ag estructura |
| A2-A4        | 56219.05   | 30 | 110 | 15.51        | 15.23         |
|              | 7943.29    |    |     | 10.20        | 11.36         |
|              | 52517.88   |    |     | 14.42        | 14.2          |
| A6-A8        | 53989.79   | 30 | 110 | 14.85        | 17.04         |
|              | 8174.02    |    |     | 10.20        | 11.36         |
|              | 54677.06   |    |     | 15.05        | 16.19         |
| C2-C4        | 56483.16   | 30 | 110 | 15.58        | 17.04         |
|              | 19647.4    |    |     | 10.20        | 11.36         |
|              | 11924.52   |    |     | 10.20        | 11.36         |
| C6-C4        | 7034.39    | 30 | 60  | 5.20         | 5.97          |
|              | 2855.73    |    |     | 5.20         | 5.97          |
|              | 15535.14   |    |     | 8.44         | 8.55          |
| C6-C5        | 7034.39    | 30 | 60  | 5.20         | 5.97          |
|              | 2855.73    |    |     | 5.20         | 5.97          |
|              | 15535.14   |    |     | 8.44         | 8.55          |
| C6-C8        | 12560.47   | 30 | 110 | 10.20        | 11.36         |
|              | 26913.48   |    |     | 10.20        | 11.36         |
|              | 59533.33   |    |     | 16.49        | 17.04         |

#### DIMENSIONES DE ZAPATA

| Punto | Ubicación | Pd     | Pl    | Pu     | Área       | Sección | B    | L    |
|-------|-----------|--------|-------|--------|------------|---------|------|------|
|       | (#/A)     | (ton)  | (ton) | (Ton)  | Zapata(m2) |         | (m)  | (m)  |
| 1     | 1/A       | 137.38 | 20.2  | 242.43 | 14.05      | placa 1 | 4.95 | 4.75 |
|       |           | 128.17 | 18.02 | 224.69 | 13.04      | placa 1 | 2.85 | 4.75 |
| 2     | 1/C       | 128.7  | 18.02 | 225.49 | 13.08      | placa 2 | 4.75 | 2.75 |
|       |           | 137.38 | 20.2  | 242.43 | 14.05      | placa 2 | 2.95 | 4.95 |
| 3     | 6/A       | 210.91 | 32.34 | 374.58 | 21.69      | placa 3 | 3.15 | 7.05 |
|       |           | 210.99 | 32.34 | 374.70 | 21.70      | placa 3 | 5.70 | 3.95 |
| 4     | 6/C       | 114.16 | 22.75 | 212.19 | 12.21      | placa 4 | 4.65 | 2.65 |
| 5     | 9/A       | 116.4  | 13.82 | 162.78 | 11.61      | placa 5 | 2.55 | 4.55 |
|       |           | 137.38 | 20.2  | 199.48 | 14.05      | placa 5 | 4.95 | 2.95 |
| 6     | 9/C       | 128.7  | 18.02 | 225.49 | 13.08      | placa 6 | 4.75 | 2.75 |
|       |           | 137.38 | 20.2  | 242.43 | 14.05      | placa 6 | 2.95 | 4.95 |

| Punto | Ubicación<br>(#/A) | Pd<br>(ton) | Pl<br>(ton) | Pu<br>(Ton) | Área<br>Zapata(m2) | Sección   | B<br>(m) | L<br>(m) |
|-------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-----------|----------|----------|
| 1     | 4/C                | 59.58       | 11.62       | 71.2        | 6.35               | columna 1 | 2.70     | 2.40     |
| 2     | 6/C                | 77.57       | 18.85       | 96.42       | 8.60               | columna 2 | 3.10     | 2.80     |

CHEQUEO DE PRESIÓN DEL TERRENO

| Punto | e    | L/6  | st1<br>(ton) | st2<br>(ton) | st <sub>port</sub><br>(Ton) | VERIFICACION |
|-------|------|------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| 1     | 0.08 | 0.49 | 14.21        | 10.26        | 15.7                        | OK           |
|       | 0.08 | 0.79 | 13.40        | 11.08        | 15.7                        | OK           |
| 2     | 0.08 | 0.46 | 14.75        | 10.60        | 15.7                        | OK           |
|       | 0.08 | 0.83 | 13.41        | 11.06        | 15.7                        | OK           |
| 3     | 0.02 | 0.02 | 12.63        | 12.15        | 15.7                        | OK           |
|       | 0.02 | 0.66 | 12.67        | 11.82        | 15.7                        | OK           |
| 4     | 0.02 | 0.44 | 13.25        | 11.86        | 15.7                        | OK           |
|       | 0.11 | 0.76 | 14.49        | 10.84        | 15.7                        | OK           |
| 5     | 0.08 | 0.49 | 14.21        | 10.26        | 15.7                        | OK           |
|       | 0.08 | 0.46 | 14.75        | 10.60        | 15.7                        | OK           |
| 6     | 0.08 | 0.46 | 14.75        | 10.60        | 15.7                        | OK           |
|       | 0.08 | 0.83 | 13.41        | 11.06        | 15.7                        | OK           |

| Punto | e    | L/6  | st1<br>(ton) | st2<br>(ton) | st <sub>port</sub><br>(Ton) | VERIFICACION |
|-------|------|------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| 1     | 0.01 | 0.40 | 12.61        | 12.25        | 15.7                        | OK           |
| 2     | 0.01 | 0.47 | 12.92        | 12.17        | 15.7                        | OK           |

CHEQUEO DEL PUNZONAMIENTO

| Punto | e    | L/6  | Punzonamiento |            | VERIFICACION |
|-------|------|------|---------------|------------|--------------|
|       |      |      | Actuante      | Resistente |              |
| 1     | 0.08 | 0.49 | 279.04        | 4496.57    | OK           |
|       | 0.08 | 0.79 | 240.39        | 275.53     | OK           |
| 2     | 0.08 | 0.46 | 253.90        | 4496.57    | OK           |
|       | 0.08 | 0.83 | 261.35        | 281.19     | OK           |
| 3     | 0.02 | 0.02 | 364.35        | 396.61     | OK           |
|       | 0.02 | 0.66 | 403.93        | 3735.03    | OK           |
| 4     | 0.02 | 0.44 | 211.48        | 4496.57    | OK           |
| 5     | 0.11 | 0.76 | 215.22        | 281.19     | OK           |
|       | 0.08 | 0.49 | 279.04        | 4496.57    | OK           |
| 6     | 0.08 | 0.46 | 253.90        | 4496.57    | OK           |
|       | 0.08 | 0.83 | 261.35        | 281.19     | OK           |

| Punto | e    | L/6  | Punzonamiento |            | VERIFICACION |
|-------|------|------|---------------|------------|--------------|
|       |      |      | Actuante      | Resistente |              |
| 1     | 0.01 | 0.4  | 109.28        | 638.917555 | OK           |
| 2     | 0.01 | 0.47 | 157.08        | 638.917555 | OK           |

CHEQUEO DEL CORTE EN LA ZAPATA

| PUNTO | Área<br>Zapata(m <sup>2</sup> ) | Sección<br>col | B<br>(m) | L<br>(m) | Espesor<br>d (cm) | Vc<br>(tn) | qu<br>(tn/m <sup>2</sup> ) | Vu<br>(tn) |
|-------|---------------------------------|----------------|----------|----------|-------------------|------------|----------------------------|------------|
| 1     | 14.05                           | placa 1        | 4.95     | 4.75     | 60                | 93.64      | 23.10                      | 161.58     |
|       | 13.04                           | placa 1        | 2.85     | 4.75     | 60                | 47.44      | 20.80                      | 93.03      |
| 2     | 13.08                           | placa 2        | 4.75     | 2.75     | 60                | 82.25      | 23.10                      | 155.05     |
|       | 14.05                           | placa 2        | 2.95     | 4.95     | 60                | 52.27      | 20.80                      | 96.29      |
| 3     | 21.69                           | placa 3        | 3.15     | 7.05     | 60                | 58.23      | 19.50                      | 102.82     |
|       | 21.70                           | placa 3        | 5.70     | 3.95     | 60                | 150.56     | 19.60                      | 186.06     |
| 4     | 12.21                           | placa 4        | 4.65     | 2.65     | 60                | 67.11      | 20.60                      | 151.78     |
| 5     | 11.61                           | placa 5        | 2.55     | 4.55     | 60                | 37.40      | 22.60                      | 83.24      |
|       | 14.05                           | placa 5        | 4.95     | 2.95     | 60                | 93.64      | 22.30                      | 161.58     |
| 6     | 13.08                           | placa 6        | 4.75     | 2.75     | 60                | 82.25      | 23.10                      | 155.05     |
|       | 14.05                           | placa 6        | 2.95     | 4.95     | 60                | 52.27      | 20.60                      | 96.29      |

| PUNTO | Área<br>Zapata(m <sup>2</sup> ) | Sección   | B<br>(m) | L<br>(m) | Espesor<br>d (cm) | Vc<br>(tn) | qu<br>(tn/m <sup>2</sup> ) | Vu<br>(tn) |
|-------|---------------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|------------|----------------------------|------------|
| 1     | 6.35                            | columna 1 | 2.70     | 2.40     | 60                | 28.98      | 19.5                       | 88.13      |
| 2     | 8.60                            | columna 2 | 3.10     | 2.80     | 60                | 46.82      | 20.1                       | 101.19     |

DISEÑO POR FLEXIÓN

| PUNTO | Área       | Sección | B    | L    | Espesor | As              |
|-------|------------|---------|------|------|---------|-----------------|
|       | Zapata(m2) | col     | (m)  | (m)  | d (cm)  | cm <sup>2</sup> |
| 1     | 14.05      | placa 1 | 4.95 | 4.75 | 60      | 12.08           |
|       | 13.04      | placa 1 | 2.85 | 4.75 | 60      | 12.08           |
| 2     | 13.08      | placa 2 | 4.75 | 2.75 | 60      | 12.08           |
|       | 14.05      | placa 2 | 2.95 | 4.95 | 60      | 12.08           |
| 3     | 21.69      | placa 3 | 3.15 | 7.05 | 60      | 12.08           |
|       | 21.7       | placa 3 | 5.70 | 3.95 | 60      | 18.56           |
| 4     | 12.21      | placa 4 | 4.65 | 2.65 | 60      | 10.70           |
| 5     | 11.61      | placa 5 | 2.55 | 4.55 | 60      | 10.75           |
|       | 14.05      | placa 5 | 4.95 | 2.95 | 60      | 12.08           |
| 6     | 13.08      | placa 6 | 4.75 | 2.75 | 60      | 12.08           |
|       | 14.05      | placa 6 | 2.95 | 4.95 | 60      | 12.08           |

| PUNTO | Área       | Sección   | B    | L    | Espesor | As              |
|-------|------------|-----------|------|------|---------|-----------------|
|       | Zapata(m2) | col       | (m)  | (m)  | d (cm)  | cm <sup>2</sup> |
| 1     | 6.35       | columna 1 | 2.70 | 2.40 | 60      | 7.71            |
| 2     | 8.60       | columna 2 | 3.10 | 2.80 | 60      | 11.35           |



**ANEXO 3**  
**COSTO UNITARIO**

## Análisis de Costos Unitarios

**Proyecto** DISEÑO SISMORESISTENTE EN CONCRETO ARMADO DE LAS AULAS PEDAGÓGICAS -UANCV- FILIAL AREQUIPA

**Sub Presupuesto** 01 - OBRAS PROVICIONALES

**Cliente** Usuario

**Ubicación** AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

**Costo a :** Octubre - 2018

| Partida         | Descripción Insumo                      |                                  | Unidad        | Cuadrilla        | Cantidad        | Precio        | Parcial                                |
|-----------------|---|----------------------------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|--|
| <b>01.01.01</b> | ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA |                                  |               |                  |                 |               | <b>Rend:</b> - GLB/DIA                 |
|                 | <b>Código</b>                           | <b>Descripción Insumo</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b> | <b>Parcial</b>                         |
|                 | <b>Mano de Obra</b>                     |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 47 01160        |   | MANO DE OBRA - A                 | GLB           |                  | 1.0000          | 500.00        | 500.00                                 |
|                 | <b>Materiales</b>                       |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 43 01159        |   | MADERA TORNILLO - A              | GLB           |                  | 1.0000          | 5.00          | 5.00                                   |
|                 |   |                                  |               |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por GLB :</b> 505.00 |
| <b>01.01.02</b> | CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN          |                                  |               |                  |                 |               | <b>Rend:</b> 15.0000 M2/DIA            |
|                 | <b>Código</b>                           | <b>Descripción Insumo</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b> | <b>Parcial</b>                         |
|                 | <b>Mano de Obra</b>                     |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 47 00006        |   | CAPATAZ                          | HH            | 0.200            | 0.1067          | 21.50         | 2.29                                   |
| 47 00007        |   | OPERARIO                         | HH            | 3.000            | 1.6000          | 20.20         | 32.32                                  |
| 47 00008        |   | OFICIAL                          | HH            | 2.000            | 1.0667          | 16.81         | 17.93                                  |
| 47 00009        |   | PEON                             | HH            | 2.000            | 1.0667          | 14.90         | 15.89                                  |
|                 | <b>Materiales</b>                       |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 02 00123        |   | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16      | KG            |                  | 0.1000          | 5.00          | 0.50                                   |
| 02 06824        |   | BISAGRA DE FIERRO 3"             | PAR           |                  | 0.0780          | 4.00          | 0.31                                   |
| 02 06825        |   | CHAPA YALE 02 GOLPES             | UND           |                  | 0.0100          | 35.00         | 0.35                                   |
| 02 02069        |   | CLAVOS PARA MADERA C/C 2"        | KG            |                  | 0.1500          | 5.78          | 0.87                                   |
| 43 00020        |   | MADERA TORNILLO                  | P2            |                  | 3.5000          | 5.00          | 17.50                                  |
| 44 00423        |   | TRIPLAY DE 4'x8'x 6 mm           | PLN           |                  | 0.5000          | 165.00        | 82.50                                  |
| 56 03734        |   | CALAMINA                         | PLN           |                  | 0.8000          | 155.00        | 124.00                                 |
|                 | <b>Equipo</b>                           |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 37 00004        |   | HERRAMIENTAS MANUALES            | % MO          |                  | 3.0000          | 68.43         | 2.05                                   |
|                 |   |                                  |               |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por M2 :</b> 296.51  |
| <b>01.01.03</b> | CERCO PERIMETRICO DE TRIPLAY            |                                  |               |                  |                 |               | <b>Rend:</b> 145.0000 M/DIA            |
|                 | <b>Código</b>                           | <b>Descripción Insumo</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b> | <b>Parcial</b>                         |
|                 | <b>Mano de Obra</b>                     |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 47 00008        |   | OFICIAL                          | HH            | 1.000            | 0.0552          | 16.81         | 0.93                                   |
| 47 00009        |   | PEON                             | HH            | 3.000            | 0.1655          | 14.90         | 2.47                                   |
|                 | <b>Materiales</b>                       |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 02 00126        |   | CLAVOS PARA CALAMINA             | KG            |                  | 0.0500          | 5.78          | 0.29                                   |
| 43 03631        |   | ROLLIZO DE EUCALIPTO DE 3' X 3 M | PZA           |                  | 0.8000          | 22.00         | 17.60                                  |
| 59 01346        |   | CALAMINA                         | PZA           |                  | 0.9000          | 155.00        | 139.50                                 |
|                 | <b>Equipo</b>                           |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 37 00004        |   | HERRAMIENTAS MANUALES            | % MO          |                  | 6.0000          | 3.40          | 0.20                                   |
|                 |   |                                  |               |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por M :</b> 160.99   |
| <b>01.01.04</b> | SERVICIOS HIGIENICOS                    |                                  |               |                  |                 |               | <b>Rend:</b> 2.0000 GLB/DIA            |
|                 | <b>Código</b>                           | <b>Descripción Insumo</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b> | <b>Parcial</b>                         |
|                 | <b>Mano de Obra</b>                     |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 47 01163        |   | MANO DE OBRA - SS.HH.            | GLB           |                  | 1.0000          | 25.00         | 25.00                                  |
|                 | <b>Materiales</b>                       |                                  |               |                  |                 |               |  |
| 43 01162        |   | MADERA TORNILLO - SS.HH          | GLB           |                  | 1.0000          | 5.50          | 5.50                                   |
|                 |   |                                  |               |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por GLB :</b> 30.50  |

|                |   |   |                  |                 |               |  |
|----------------|---|---|------------------|-----------------|---------------|--|
| <b>Partida</b> | <b>01.01.05</b>                                       | CARTEL DE OBRA 2.40 x 3.60                              |                  |                 | <b>Rend:</b>  | 1.0000 PZA/DIA                           |
| <i>Código</i>  | <i>Descripción Insumo</i>                             | <i>Unidad</i>   | <i>Cuadrilla</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Precio</i> | <i>Parcial</i>                           |
|                | <b>Mano de Obra</b>                                   |   |                  |                 |               |  |
| 47 00006       | CAPATAZ   | HH  | 0.100            | 0.8000          | 21.50         | 17.20                                    |
| 47 00007       | OPERARIO  | HH  | 1.000            | 8.0000          | 20.20         | 161.60                                   |
| 47 00008       | OFICIAL   | HH  | 1.000            | 8.0000          | 16.81         | 134.48                                   |
| 47 00009       | PEON  | HH  | 1.000            | 8.0000          | 14.90         | 119.20                                   |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>432.48</b>                            |
|                | <b>Materiales</b>                                     |   |                  |                 |               |  |
| 02 00022       | CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"                   | KG  |                  | 0.5000          | 5.78          | 2.89                                     |
| 02 00023       | PERNO 1/4" X 7" CON TUERCA                            | UND   |                  | 10.0000         | 3.70          | 37.00                                    |
| 05 00002       | AGUA  | M3  |                  | 0.0820          | 6.00          | 0.49                                     |
| 05 00024       | PIEDRA MEDIANA (MAX 4")                               | M3  |                  | 0.2520          | 65.00         | 16.38                                    |
| 21 00003       | CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)                     | BOL   |                  | 2.3340          | 21.50         | 50.18                                    |
| 38 00005       | HORMIGON  | M3  |                  | 0.2520          | 65.00         | 16.38                                    |
| 43 00025       | LIJA PARA MADERA                                      | UND   |                  | 3.0000          | 1.50          | 4.50                                     |
| 43 00020       | MADERA TORNILLO                                       | P2  |                  | 46.9000         | 5.00          | 234.50                                   |
| 44 00026       | TRIPLERA LUPUNA 4mm x 4' x 8'                         | UND   |                  | 3.0000          | 175.00        | 525.00                                   |
| 54 00028       | BARNIZ SELLADOR PARA MADERA                           | GLN   |                  | 0.4000          | 38.00         | 15.20                                    |
| 54 00027       | PINTURA ESMALTE                                       | GLN   |                  | 0.8600          | 55.00         | 47.30                                    |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>949.82</b>                            |
|                | <b>Equipo</b>   |   |                  |                 |               |  |
| 37 00004       | HERRAMIENTAS MANUALES                                 | % MO  |                  | 10.0000         | 432.48        | 43.25                                    |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>43.25</b>                             |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por PZA : 1,425.55</b> |
| <b>Partida</b> | <b>01.01.06</b>                                       | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS               |                  |                 | <b>Rend:</b>  | 8.0000 GLB/DIA                           |
| <i>Código</i>  | <i>Descripción Insumo</i>                             | <i>Unidad</i>   | <i>Cuadrilla</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Precio</i> | <i>Parcial</i>                           |
|                | <b>Equipo</b>   |   |                  |                 |               |  |
| 32 00343       | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO              | GLB   |                  | 1.0000          | 1,500.00      | 1,500.00                                 |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>1,500.00</b>                          |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por GLB : 1,500.00</b> |
| <b>Partida</b> | <b>01.02.01</b>                                       | AGUA PARA LA CONSTRUCCION                               |                  |                 | <b>Rend:</b>  | 8.0000 GLB/DIA                           |
| <i>Código</i>  | <i>Descripción Insumo</i>                             | <i>Unidad</i>   | <i>Cuadrilla</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Precio</i> | <i>Parcial</i>                           |
|                | <b>Materiales</b>                                     |   |                  |                 |               |  |
| 05 01164       | AGUA  | GLB   |                  | 1.0000          | 600.00        | 600.00                                   |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>600.00</b>                            |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por GLB : 600.00</b>   |
| <b>Partida</b> | <b>01.02.02</b>                                       | ENERGIA ELECTRICA PARA LA CONSTRUCCION                  |                  |                 | <b>Rend:</b>  | - GLB/DIA                                |
| <i>Código</i>  | <i>Descripción Insumo</i>                             | <i>Unidad</i>   | <i>Cuadrilla</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Precio</i> | <i>Parcial</i>                           |
|                | <b>Materiales</b>                                     |   |                  |                 |               |  |
| 39 02505       | ENERGIA ELECTRICA PARA LA CONSTRUCCION                | GLB   |                  | 1.0000          | 1,200.00      | 1,200.00                                 |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>1,200.00</b>                          |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por GLB : 1,200.00</b> |
| <b>Partida</b> | <b>02.01</b>  | ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO |                  |                 | <b>Rend:</b>  | - GLB/DIA                                |
| <i>Código</i>  | <i>Descripción Insumo</i>                             | <i>Unidad</i>   | <i>Cuadrilla</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Precio</i> | <i>Parcial</i>                           |
|                | <b>Materiales</b>                                     |   |                  |                 |               |  |
| 29 06939       | SC ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TR | g/b   |                  | 1.0000          | 3,500.00      | 3,500.00                                 |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>3,500.00</b>                          |
|                |   |   |                  |                 |               | <b>Costo Unitario por GLB : 3,500.00</b> |

| Partida                         | 02.02   | EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL | Rend:     | -        | GLB/DIA |                  |
|---------------------------------|---|----------------------------------|-----------|----------|---------|------------------|
| Código                          | Descripción Insumo                                    | Unidad                           | Cuadrilla | Cantidad | Precio  | Parcial          |
| <b>Materiales</b>               |   |                                  |           |          |         |                  |
| 29 06952                        | AGUA PARA INGERIR DE 20 L                             | UND                              |           | 234.0000 | 15.00   | 3,510.00         |
| 29 06940                        | MALLA RASCHELL AL 90%                                 | M2                               |           | 25.0000  | 200.00  | 5,000.00         |
| 29 06941                        | SOGA DE NYLON   | kg                               |           | 35.0000  | 5.00    | 175.00           |
| 30 06950                        | LENSES DESEGURIDAD (CAMBIO C/5 DIAS)                  | UND                              |           | 120.0000 | 5.00    | 600.00           |
| 37 06949                        | BOTAS DE CAUCHO #41                                   | PAR                              |           | 10.0000  | 45.00   | 450.00           |
| 37 06948                        | BOTINES DE CUERO CON PUNTA DE ACERO #41               | PAR                              |           | 30.0000  | 55.00   | 1,650.00         |
| 37 06942                        | CASCO DE SEGURIDAD INCL BARBIQUEJO                    | UND                              |           | 30.0000  | 15.00   | 450.00           |
| 37 06946                        | CHALECO REFLECTIVO                                    | UND                              |           | 30.0000  | 10.00   | 300.00           |
| 37 06944                        | FILTRO PARA POLVO                                     | UND                              |           | 30.0000  | 2.00    | 60.00            |
| 37 06951                        | GUANTES (CAMBIO C/5 DIAS X 4 MESES)                   | par                              |           | 240.0000 | 5.00    | 1,200.00         |
| 37 06953                        | PROTECTOR DE OIDOS TAPON (CAMBIO C/15 DIAS X 4 MESES) | PAR                              |           | 120.0000 | 3.00    | 360.00           |
| 37 06945                        | RESPIRADORES DE SILICONA                              | UND                              |           | 30.0000  | 2.00    | 60.00            |
| 37 06943                        | TAPA SOL DE TELA                                      | UND                              |           | 30.0000  | 7.00    | 210.00           |
| 37 06947                        | UNIFORME MAMELUCO PARA OBRERO                         | UND                              |           | 30.0000  | 75.00   | 2,250.00         |
|                                 |   |                                  |           |          |         | <b>16,275.00</b> |
| <b>Costo Unitario por GLB :</b> |   |                                  |           |          |         | <b>16,275.00</b> |

| Partida                         | 02.03   | EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA | Rend:     | -        | GLB/DIA |                  |
|---------------------------------|---|---------------------------------|-----------|----------|---------|------------------|
| Código                          | Descripción Insumo                                    | Unidad                          | Cuadrilla | Cantidad | Precio  | Parcial          |
| <b>Materiales</b>               |   |                                 |           |          |         |                  |
| 29 06952                        | AGUA PARA INGERIR DE 20 L                             | UND                             |           | 234.0000 | 15.00   | 3,510.00         |
| 29 06940                        | MALLA RASCHELL AL 90%                                 | M2                              |           | 25.0000  | 200.00  | 5,000.00         |
| 29 06941                        | SOGA DE NYLON   | kg                              |           | 35.0000  | 5.00    | 175.00           |
| 30 06950                        | LENSES DESEGURIDAD (CAMBIO C/5 DIAS)                  | UND                             |           | 120.0000 | 5.00    | 600.00           |
| 37 06949                        | BOTAS DE CAUCHO #41                                   | PAR                             |           | 10.0000  | 45.00   | 450.00           |
| 37 06948                        | BOTINES DE CUERO CON PUNTA DE ACERO #41               | PAR                             |           | 30.0000  | 55.00   | 1,650.00         |
| 37 06942                        | CASCO DE SEGURIDAD INCL BARBIQUEJO                    | UND                             |           | 30.0000  | 15.00   | 450.00           |
| 37 06946                        | CHALECO REFLECTIVO                                    | UND                             |           | 30.0000  | 10.00   | 300.00           |
| 37 06944                        | FILTRO PARA POLVO                                     | UND                             |           | 30.0000  | 2.00    | 60.00            |
| 37 06951                        | GUANTES (CAMBIO C/5 DIAS X 4 MESES)                   | par                             |           | 240.0000 | 5.00    | 1,200.00         |
| 37 06953                        | PROTECTOR DE OIDOS TAPON (CAMBIO C/15 DIAS X 4 MESES) | PAR                             |           | 120.0000 | 3.00    | 360.00           |
| 37 06945                        | RESPIRADORES DE SILICONA                              | UND                             |           | 30.0000  | 2.00    | 60.00            |
| 37 06943                        | TAPA SOL DE TELA                                      | UND                             |           | 30.0000  | 7.00    | 210.00           |
| 37 06947                        | UNIFORME MAMELUCO PARA OBRERO                         | UND                             |           | 30.0000  | 75.00   | 2,250.00         |
|                                 |   |                                 |           |          |         | <b>16,275.00</b> |
| <b>Costo Unitario por GLB :</b> |   |                                 |           |          |         | <b>16,275.00</b> |

| Partida                         | 02.04   | CAPACITACION EN SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE | Rend:     | -        | GLB/DIA  |                 |
|---------------------------------|---|---|-----------|----------|----------|-----------------|
| Código                          | Descripción Insumo                                    | Unidad  | Cuadrilla | Cantidad | Precio   | Parcial         |
| <b>Materiales</b>               |   |   |           |          |          |                 |
| 29 06959                        | SC SERVICIO DE CAPACITACION DE SEGURIDAD, SALUD y MED | gib   |           | 1.0000   | 1,500.00 | 1,500.00        |
|                                 |   |   |           |          |          | <b>1,500.00</b> |
| <b>Costo Unitario por GLB :</b> |   |   |           |          |          | <b>1,500.00</b> |

| Partida                         | 02.05                                     | RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Rend:     | -        | GLB/DIA |                 |
|---------------------------------|---|--|-----------|----------|---------|-----------------|
| Código                          | Descripción Insumo                        | Unidad                                   | Cuadrilla | Cantidad | Precio  | Parcial         |
| <b>Materiales</b>               |   |  |           |          |         |                 |
| 01 06962                        | BOTIQUIN PARA LA OBRA                     | SEM                                      |           | 2.0000   | 700.00  | 1,400.00        |
| 29 06961                        | CAMILLA RIGIDA DE MADERA                  | UND                                      |           | 1.0000   | 150.00  | 150.00          |
| 29 06960                        | EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO (PQS) 6 KG | UND                                      |           | 2.0000   | 100.00  | 200.00          |
|                                 |   |  |           |          |         | <b>1,750.00</b> |
| <b>Costo Unitario por GLB :</b> |   |  |           |          |         | <b>1,750.00</b> |

| Partida             | 03.01.01                            |        | LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL               |          |        | Rend:                               | 40.0000 M2/DIA  |
|---------------------|-------------------------------------|--------|--|----------|--------|-------------------------------------|-----------------|
| Código              | Descripción Insumo                  | Unidad | Cuadrilla                                | Cantidad | Precio | Parcial                             |                 |
| <b>Mano de Obra</b> |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 47 00006            | CAPATAZ                             | HH     | 0.100                                    | 0.0200   | 21.50  | 0.43                                |                 |
| 47 00009            | PEON                                | HH     | 1.000                                    | 0.2000   | 14.90  | 2.98                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 3.41                                |                 |
| <b>Equipo</b>       |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 37 00004            | HERRAMIENTAS MANUALES               | % MO   |  | 5.0000   | 3.41   | 0.17                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 0.17                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | <b>Costo Unitario por M2 : 3.58</b> |                 |
| Partida             | 03.02.01                            |        | TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO            |          |        | Rend:                               | 350.0000 M2/DIA |
| Código              | Descripción Insumo                  | Unidad | Cuadrilla                                | Cantidad | Precio | Parcial                             |                 |
| <b>Mano de Obra</b> |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 47 00006            | CAPATAZ                             | HH     | 0.100                                    | 0.0023   | 21.50  | 0.05                                |                 |
| 47 00007            | OPERARIO                            | HH     | 1.000                                    | 0.0229   | 20.20  | 0.46                                |                 |
| 47 00009            | PEON                                | HH     | 2.000                                    | 0.0457   | 14.90  | 0.68                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 1.19                                |                 |
| <b>Materiales</b>   |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 30 01352            | YESO DE 28 Kg                       | BOL    |  | 0.1200   | 10.00  | 1.20                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 1.20                                |                 |
| <b>Equipo</b>       |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 37 00004            | HERRAMIENTAS MANUALES               | % MO   |  | 5.0000   | 1.19   | 0.06                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 0.06                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | <b>Costo Unitario por M2 : 2.45</b> |                 |
| Partida             | 03.02.02                            |        | TRAZO, REPLANTEO Y NIVELACION PERMANENTE |          |        | Rend:                               | 210.0000 M2/DIA |
| Código              | Descripción Insumo                  | Unidad | Cuadrilla                                | Cantidad | Precio | Parcial                             |                 |
| <b>Mano de Obra</b> |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 47 00006            | CAPATAZ                             | HH     | 0.100                                    | 0.0038   | 21.50  | 0.08                                |                 |
| 47 00086            | TOPOGRAFO                           | HH     | 1.000                                    | 0.0381   | 20.20  | 0.77                                |                 |
| 47 00009            | PEON                                | HH     | 3.000                                    | 0.1143   | 14.90  | 1.70                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 2.55                                |                 |
| <b>Materiales</b>   |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 02 00022            | CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4" | KG     |  | 0.0050   | 5.78   | 0.03                                |                 |
| 30 00265            | CAL (BOLSA x 20 kg)                 | BOL    |  | 0.0500   | 15.00  | 0.75                                |                 |
| 30 00266            | CORDEL                              | M      |  | 0.1900   | 2.00   | 0.38                                |                 |
| 43 00020            | MADERA TORNILLO                     | P2     |  | 0.0200   | 5.00   | 0.10                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 1.26                                |                 |
| <b>Equipo</b>       |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 37 00004            | HERRAMIENTAS MANUALES               | % MO   |  | 3.0000   | 2.55   | 0.08                                |                 |
| 49 00267            | TEODOLITO Y MIRA                    | HM     | 1.000                                    | 0.0381   | 25.00  | 0.95                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 1.03                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | <b>Costo Unitario por M2 : 4.84</b> |                 |
| Partida             | 04.01.01                            |        | NIVELACION Y APISONADO MANUAL            |          |        | Rend:                               | 30.0000 M2/DIA  |
| Código              | Descripción Insumo                  | Unidad | Cuadrilla                                | Cantidad | Precio | Parcial                             |                 |
| <b>Mano de Obra</b> |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 47 00006            | CAPATAZ                             | HH     | 0.050                                    | 0.0133   | 21.50  | 0.29                                |                 |
| 47 00007            | OPERARIO                            | HH     | 1.000                                    | 0.2667   | 20.20  | 5.39                                |                 |
| 47 00009            | PEON                                | HH     | 0.500                                    | 0.1333   | 14.90  | 1.99                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 7.67                                |                 |
| <b>Equipo</b>       |                                     |        |  |          |        |                                     |                 |
| 37 00004            | HERRAMIENTAS MANUALES               | % MO   |  | 3.0000   | 7.67   | 0.23                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | 0.23                                |                 |
|                     |                                     |        |  |          |        | <b>Costo Unitario por M2 : 7.90</b> |                 |

| Partida                        | 04.02.01              | EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATA h=1.5 m | Rend:     | 3.5000 M3/DIA |        |              |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------|---------------|--------|--------------|
| Código                         | Descripción Insumo    | Unidad                                | Cuadrilla | Cantidad      | Precio | Parcial      |
| <b>Mano de Obra</b>            |                       |                                       |           |               |        |              |
| 47 00006                       | CAPATAZ               | HH                                    | 0.100     | 0.2286        | 21.50  | 4.91         |
| 47 00009                       | PEON                  | HH                                    | 1.000     | 2.2857        | 14.90  | 34.06        |
|                                |                       |                                       |           |               |        | <b>38.97</b> |
| <b>Equipo</b>                  |                       |                                       |           |               |        |              |
| 37 00004                       | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO                                  |           | 3.0000        | 38.97  | 1.17         |
|                                |                       |                                       |           |               |        | <b>1.17</b>  |
| <b>Costo Unitario por M3 :</b> |                       |                                       |           |               |        | <b>40.14</b> |

| Partida                        | 04.03.01              | RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO | Rend:     | 7.0000 M3/DIA |        |              |
|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------|---------------|--------|--------------|
| Código                         | Descripción Insumo    | Unidad                             | Cuadrilla | Cantidad      | Precio | Parcial      |
| <b>Mano de Obra</b>            |                       |                                    |           |               |        |              |
| 47 00006                       | CAPATAZ               | HH                                 | 0.100     | 0.1143        | 21.50  | 2.46         |
| 47 00009                       | PEON                  | HH                                 | 1.000     | 1.1429        | 14.90  | 17.03        |
|                                |                       |                                    |           |               |        | <b>19.49</b> |
| <b>Equipo</b>                  |                       |                                    |           |               |        |              |
| 37 00004                       | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO                               |           | 3.0000        | 19.49  | 0.58         |
|                                |                       |                                    |           |               |        | <b>0.58</b>  |
| <b>Costo Unitario por M3 :</b> |                       |                                    |           |               |        | <b>20.07</b> |

| Partida                        | 04.03.02                             | ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA | Rend:     | 300.0000 M3/DIA |        |                 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|-----------|-----------------|--------|-----------------|
| Código                         | Descripción Insumo                   | Unidad                                   | Cuadrilla | Cantidad        | Precio | Parcial         |
| <b>Mano de Obra</b>            |                                      |  |           |                 |        |                 |
| 47 00006                       | CAPATAZ                              | HH                                       | 0.100     | 0.0027          | 21.50  | 0.06            |
| 47 00007                       | OPERARIO                             | HH                                       | 1.000     | 0.0267          | 20.20  | 0.54            |
| 47 00009                       | PEON                                 | HH                                       | 3.000     | 0.0800          | 14.90  | 1.19            |
|                                |                                      |  |           |                 |        | <b>1.79</b>     |
| <b>Equipo</b>                  |                                      |  |           |                 |        |                 |
| 49 00386                       | CAMION VOLQUETE 4x2 140-210 HP 6 M3. | HM                                       | 4.000     | 0.1067          | 130.00 | 13.87           |
| 49 00385                       | CARGADOR S/LLANTAS 110 - 125 HP      | HM                                       | 1.000     | 0.0267          | 150.00 | 4.01            |
|                                |                                      |  |           |                 |        | <b>17.88</b>    |
| <b>Sub partidas</b>            |                                      |  |           |                 |        |                 |
| SP 36112                       | EXCAVACION MANUAL                    | M3                                       |           | 50.0000         | 46.82  | 2,341.00        |
|                                |                                      |  |           |                 |        | <b>2,341.00</b> |
| <b>Costo Unitario por M3 :</b> |                                      |  |           |                 |        | <b>2,360.67</b> |

| Sub Partida                    | 36112                 | EXCAVACION MANUAL | Rend:     | 3.0000 M3/DIA |        |              |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------|---------------|--------|--------------|
| Código                         | Descripción Insumo    | Unidad            | Cuadrilla | Cantidad      | Precio | Parcial      |
| <b>Mano de Obra</b>            |                       |                   |           |               |        |              |
| 47 00006                       | CAPATAZ               | HH                | 0.100     | 0.2667        | 21.50  | 5.73         |
| 47 00009                       | PEON                  | HH                | 1.000     | 2.6667        | 14.90  | 39.73        |
|                                |                       |                   |           |               |        | <b>45.46</b> |
| <b>Equipo</b>                  |                       |                   |           |               |        |              |
| 37 00004                       | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO              |           | 3.0000        | 45.46  | 1.36         |
|                                |                       |                   |           |               |        | <b>1.36</b>  |
| <b>Costo Unitario por M3 :</b> |                       |                   |           |               |        | <b>46.82</b> |

| Partida                        | 05.01.01                                  | SOLADOS | Rend:     | 120.0000 M2/DIA |        |              |
|--------------------------------|---|---------|-----------|-----------------|--------|--------------|
| Código                         | Descripción Insumo                        | Unidad  | Cuadrilla | Cantidad        | Precio | Parcial      |
| <b>Mano de Obra</b>            |   |         |           |                 |        |              |
| 47 00006                       | CAPATAZ                                   | HH      | 0.300     | 0.0200          | 21.50  | 0.43         |
| 47 00007                       | OPERARIO                                  | HH      | 3.000     | 0.2000          | 20.20  | 4.04         |
| 47 00009                       | PEON                                      | HH      | 7.000     | 0.4667          | 14.90  | 6.95         |
|                                |   |         |           |                 |        | <b>11.42</b> |
| <b>Materiales</b>              |   |         |           |                 |        |              |
| 01 02518                       | ACEITE PARA MOTOR SAE-30                  | GLN     |           | 0.0010          | 35.00  | 0.04         |
| 21 00003                       | CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)         | BOL     |           | 0.2300          | 21.50  | 4.95         |
| 34 02903                       | GASOLINA 84 OCTANOS                       | GLN     |           | 0.0200          | 14.85  | 0.30         |
| 38 00005                       | HORMIGON                                  | M3      |           | 0.1000          | 65.00  | 6.50         |
| 39 00040                       | AGUA                                      | M3      |           | 0.0120          | 6.00   | 0.07         |
|                                |   |         |           |                 |        | <b>11.86</b> |
| <b>Equipo</b>                  |   |         |           |                 |        |              |
| 49 00031                       | MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11 P3, 22 HP | HM      | 0.990     | 0.0660          | 10.00  | 0.66         |
|                                |   |         |           |                 |        | <b>0.66</b>  |
| <b>Costo Unitario por M2 :</b> |   |         |           |                 |        | <b>23.94</b> |