

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“COMPARACIÓN DE DERIVAS POR SOLICITACIONES
SÍSMICAS SEGÚN NORMAS E-030 DE 2003 Y 2016 EN
PROYECTO DE UNA NUEVA EDIFICACIÓN”**

Presentado por:

ERWIN IBRAIM LEZAMA ROMERO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Lima – Perú

2017

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
3.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
3.2 OBJETIVO GENERAL:.....	4
3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. SISMOLOGÍA.....	5
4.2. SISMO	5
4.3. INTENSIDAD	5
4.4. MAGNITUD	7
4.5. ACELERACIÓN	8
4.6. NORMA E.020	9
4.7. NORMAS E.030 DE 2003 Y 2016 DE DISEÑO SISMORRESISTENTE.....	12
4.7.1 REPRESENTACIÓN DE LAS DEMANDAS SÍSMICAS.	12
4.7.1.1 PESOS SÍSMICOS.....	12
4.7.1.2 ZONIFICACIÓN SÍSMICA.....	13
4.7.1.3 CONDICIONES GEOTÉCNICAS	14
4.7.1.4 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DINÁMICO (C).....	16
4.7.1.5 FACTOR DE USO O IMPORTANCIA	17
4.7.1.6 SISTEMA ESTRUCTURAL	21
4.7.1.7 FACTOR DE REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS	22
4.7.1.8 IRREGULARIDADES.....	24
4.7.1.9 DESPLAZAMIENTOS LATERALES	28
4.7.1.10 DERIVAS MÁXIMAS.....	28
4.7.1.11 RESUMEN DE VARIACIONES EN LAS NORMA E.030 DE 2003 Y 2016	29
4.7.1.12 EVALUACIÓN SÍSMICA.....	34
A. ANÁLISIS ESTÁTICO.....	34
B. ANÁLISIS DINÁMICO.....	36
C. SAP2000-HERRAMIENTA UTILIZADA.....	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
5.1 MATERIALES:.....	39
5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	39
5.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	40
5.4 METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN.	40
5.4.1. CÁLCULOS PRELIMINARES	40

5.4.2.	METRADO DE CARGAS	41
5.4.3.	CÁLCULO DE FUERZA SÍSMICA ESTÁTICA.....	41
5.4.4.	CÁLCULO DE MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES	41
5.4.5.	MODELACIÓN ESTRUCTURAL.....	42
5.4.6.	ANÁLISIS SISMORRESISTENTE.....	47
5.4.6.1.	CÁLCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL.....	47
5.4.6.2.	CÁLCULO DE FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA	48
5.4.6.3.	CÁLCULO DE FUERZA CORTANTE SÍSMICA ESTÁTICA.....	48
5.4.6.4.	CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA	48
5.4.6.5.	CÁLCULO DE EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL	49
5.4.6.1.	CÁLCULO DE JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA.....	51
A.	JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA SEGÚN NORMA E.030 DE 2003	51
B.	SEPARACIÓN ENTRE EDIFICIOS SEGÚN NORMA E.030 DE 2016	52
5.4.7.	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES	52
5.4.7.1.	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2003	52
5.4.7.2.	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2016	54
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
6.1.	METRADO DE CARGAS (CAN):	56
6.2.	CÁLCULO DE MASAS ROTACIONALES Y TRASLACIONALES (CAN)	57
6.3.	CÁLCULO DE PERÍODO FUNDAMENTAL (CAN).....	58
6.4.	CÁLCULO DE FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (CAN)	58
6.5.	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES.....	59
6.5.1.	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2003	59
6.5.2.	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2016	62
6.6.	CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE.....	65
6.6.1.	CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE E.030 2003	65
6.6.2.	CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE E.030 2016	66
6.6.3.	CUADRO COMPARATIVO DE FUERZAS CORTANTES E.030 2003 Y 2016	67
6.7.	CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA	67
6.7.1.	CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA E.030 2003.....	67
6.7.2.	CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA E.030 2016.....	68
6.8.	UBICACIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS	69
6.8.1.	CÁLCULO DE EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL (CAN).....	69
6.8.2.	CÁLCULO DEL CENTRO DE MASA.....	69

6.9.	RESULTADOS DE ANÁLISIS SÍMICO ESTÁTICO SEGÚN NORMA E030 2003	71
6.10.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL.....	72
6.11.	RESULTADOS DE ANÁLISIS SÍMICO ESTÁTICO SEGÚN NORMA E030 2016	76
6.12.	CUADRO COMPARATIVO DE DERIVAS SEGÚN NORMA E.030 DE 2003 Y 2016.....	77
6.13.	CUADRO COMPARATIVO JUNTAS SÍSMICAS SEGÚN NORMA E.030 DE 2003 Y 2016.....	80
V.	CONCLUSIONES.....	82
VI.	RECOMENDACIONES	83
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	84
VIII.	ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Escala Modificada de Mercalli.....	6
Tabla 2 Pesos específicos de losas aligeradas de concreto armado en un solo sentido....	9
Tabla 3 Cargas vivas según norma E.020.....	10
Tabla 4: Parámetros de suelo.....	15
Tabla 5 Parámetros de suelo.....	15
Tabla 6 Parámetros de períodos.....	15
Tabla 7 Niveles de desempeños en edificaciones.....	18
Tabla 8 Uso de edificaciones según la norma E.030 de 2003.	19
Tabla 9 Uso de edificaciones según la norma E.030 de 2016.	20
Tabla 10 Factores de Reducción sísmica según Norma E.030 de 2003.	23
Tabla 11 Factores de Reducción sísmica según Norma E.030 de 2016.	23
Tabla 12 Irregularidades estructuras en altura según norma E.030 de 2003.	24
Tabla 13 Irregularidades estructuras en planta según norma E.030 de 2003.	25
Tabla 14 Irregularidades estructuras en altura según norma E.030 de 2016.	26
Tabla 15 Irregularidades estructuras en planta según norma E.030 de 2016.	27
Tabla 16 Derivas máximas según norma E.030 de 2003.	28
Tabla 17 Derivas máximas según norma E.030 de 2016.	28
Tabla 18 Resumen de variaciones entre norma E.030 de 2003 y 2016.....	29
Tabla 19 Espectro para un suelo intermedio según norma E030 de 2003.....	49
Tabla 20 Espectro para un suelo intermedio según norma E030 de 2016.....	50
Tabla 21 Consideraciones para determinar irregularidades en planta según norma E.030 de 2003.	53
Tabla 22 Consideraciones para determinar irregularidades en altura según norma E.030 de 2016.	53
Tabla 23 Consideraciones para determinar irregularidades en planta según norma E.030 de 2016.	54
Tabla 24 Consideraciones para determinar irregularidades en altura según norma E.030 de 2016.	54
Tabla 25 Cuadro resumen de pesos por piso block 1	56
Tabla 26 Cuadro resumen de pesos por piso block 2	56
Tabla 27 Cuadro resumen de pesos por piso block 3	56
Tabla 28 Masas traslacionales block 1	57
Tabla 29 Masas traslacionales block 2	57
Tabla 30 Masas traslacionales block 3	57
Tabla 31 Cálculo de masa rotacional block 1	57
Tabla 32 Cálculo de masa rotacional block 2	57
Tabla 33 Cálculo de masa rotacional block 3.....	58
Tabla 34 Cálculo de Período fundamental	58
Tabla 35 Calculo de coeficiente de amplificación sísmica.....	58
Tabla 36 Irregularidades en altura según norma E.030 de 2003.	59
Tabla 37 Irregularidades en planta según norma E.030 de 2003.....	60
Tabla 38 Irregularidades en altura según norma E.030 de 2016.	62

Tabla 39 Irregularidades en planta según norma E.030 de 2016.....	62
Tabla 40 Cálculo de fuerza cortante E030 (2003).....	65
Tabla 41 Fuerzas cortantes por piso block 1 según norma E030 - 2003	65
Tabla 42 Fuerzas cortantes por piso block 2 según norma E030 - 2003	65
Tabla 43 Fuerzas cortantes por piso block 3 según norma E030 - 2003	65
Tabla 44 Cálculo de fuerza cortante E030 (2016).....	66
Tabla 45 Fuerzas cortantes por piso block 1 según norma E030 – 2016.	66
Tabla 46 Fuerzas cortantes por piso block 2 según norma E030 – 2016.	66
Tabla 47 Fuerzas cortantes por piso block 3 según norma E030 – 2016.	66
Tabla 48 Cuadro comparativo entre fuerzas basales según norma E.030 de 2003 y 2016.	67
Tabla 49 Cálculo de factor de escala E030 (2003).....	68
Tabla 50 Cálculo de factor de escala E.030 (2016).....	68
Tabla 51 Excentricidades Accidentales por piso	69
Tabla 52: Ubicación de centro de masa.....	70
Tabla 53 : Comparación de ubicación de fuerzas sísmicas.	70
Tabla 54 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2003 en la dirección X.....	71
Tabla 55 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2003 en la dirección Y.....	71
Tabla 56 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2003 en la dirección X.....	71
Tabla 57 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2003 en la dirección Y.....	71
Tabla 58 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2003 en la dirección X.....	72
Tabla 59 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2003 en la dirección Y.....	72
Tabla 60 Participación de masas block 1.....	72
Tabla 61 Participación de masas block 2.....	73
Tabla 62 Participación de masas block 3.....	73
Tabla 63 Períodos de los blocks en el sentido de análisis X.	74
Tabla 64 Períodos de los blocks en el sentido de análisis Y.	75
Tabla 65 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2016 en la dirección X.....	76
Tabla 66 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2016 en la dirección Y.....	76
Tabla 67 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2016 en la dirección X.....	76
Tabla 68 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2016 en la dirección Y.....	76
Tabla 69 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2016 en la dirección X.....	77
Tabla 70 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2016 en la dirección Y.....	77
Tabla 71 Cuadro resumen de derivas calculadas según norma E.030 de 2003 y 2016..	77
Tabla 72 Comparación porcentual de derivas calculadas con deriva máxima según análisis de norma E.030 2003.....	78
Tabla 73 Comparación porcentual de derivas calculadas con deriva máxima según análisis de norma E.030 2016.....	79
Tabla 74: Junta sísmica según la norma E.030 de 2003.....	80
Tabla 75: Junta sísmica según la norma E.030 de 2016.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Acelerogramas de tres movimientos sísmicos típicos.....	8
Fig. 3 Zonificación sísmica según Norma E.030 de 2003.....	13
Fig. 4 Zonificación sísmica según Norma E.030 de 2016.....	14
Fig. 5 C, Suelo Rígido. Fuente: Norma E.030 (2003).....	16
Fig. 6 C, Suelo Rígido. Fuente: Norma E.030 (2016).....	17
Fig. 7 Concreto armado – Sistema Aporticado.....	21
Fig. 8 Concreto armado – Sistema Aporticado.....	21
Fig. 9 Muros de albañilería.....	22
Fig. 10 Muros estructurales y pórticos.	22
Fig. 11 Estructuración del proyecto.....	40
Fig. 12 Planta del block 1. Fuente: SAP-2000 versión educativa	43
Fig. 13 Propiedades del Material. Fuente: SAP-2000 versión educativa	44
Fig. 14 Propiedades de “frame”. Fuente: SAP-2000 versión educativa.....	45
Fig. 15 Propiedades de “Shell”. Fuente: SAP-2000 versión educativa.....	46
Fig. 16 Modelo en 3d del block A. Fuente: SAP-2000 versión educativa.	47
Fig. 17 Espectro para un suelo intermedio E030 (2003).	50
Fig. 18 Espectro para un suelo intermedio E030 (2016).	51
Fig. 19 Espectro de Pseudo aceleraciones con períodos de los blocks en el sentido de análisis X.	74
Fig. 20 Espectro de Pseudo aceleraciones con períodos de los blocks en el sentido de análisis Y.	75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. NORMA E.030 DE 2003	86
ANEXO 2. NORMA E.030 DE 2016	109
ANEXO 3. METRADO DE CARGAS.....	140
ANEXO 4. PLANOS EN PLANTA DE ARQUITECTURA Y ESTRUCTURAS	173

RESUMEN

Debido a la actualización de la normal de diseño sismorresistente E.030 en enero de 2016, existe la incertidumbre de conocer si los diseños realizados antes de la fecha promulgación de dicha norma cumplen con el diseño requerido en esta actualización. Por lo tanto, el proyecto diseñado en abril de 2015 “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Enseñanza e Investigación en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina - La Molina, Lima, Perú”, ha sido evaluado según la norma E030 de 2003 y 2016. Dicho proyecto consta de una edificación dividida en 3 blocks independientes. Se desarrolló el análisis modal espectral para el cálculo del período de cada block, a partir de este análisis se dio una mayor relevancia al análisis sísmico estático sobre el dinámico. Los resultados obtenidos por la norma E.030 de 2003 resultaron, en promedio, 41.43% y 60.79% en los correspondientes sentidos X e Y de análisis menores a la deriva máxima indicada en dicha norma (0.007). Asimismo, los resultados según la actualización de 2016 fueron 48.02% y 66.19% menores a la deriva máxima (0.007). Considerando estos resultados las diferencias promedio porcentuales entre la norma E.030 de 2003 y 2016 son -10.99% en el sentido X y -10.83% en el sentido Y de análisis. Estos resultados nos indican que las solicitaciones sísmicas según la norma E.030 de 2016 son de menor magnitud respecto a las solicitaciones sísmicas de la norma de 2003 en este caso en particular.

Palabras clave: Análisis sísmoresistente en edificaciones, norma E.030, Análisis estático, Análisis modal.

ABSTRACT

Because updating the norm Seismic Design E.030 in January 2016, there is the uncertainty of knowing if designs made before the date of enactment of that standard comply with the design required in this update. Therefore, the project designed in April 2015 "Improvement and Extension of Services of Teaching and Research in Territorial Ordering and Sustainable Development of the Faculty of Agricultural Engineering of the National Agrarian University La Molina - La Molina, Lima, Peru", has been evaluated according to the norm E030 of 2003 and 2016. This project consists of a building divided into 3 independent blocks. The spectral modal analysis was developed for the calculation of the period of each block, from this analysis a greater relevance was given to the static seismic analysis on the dynamic, The results obtained by the E.030 standard of 2003 resulted in an average of 41.43% and 60.79% in the corresponding X and Y meanings of analyzes smaller than the maximum drift indicated in that standard (0.007). Considering these results the average percentage differences between the E.030 norm of 2003 and 2016 are -10.99% in the X direction and -10.83% in the Y direction of analysis. These results indicate that the seismic stresses according to E.030 of 2016 are of smaller magnitude with respect to the seismic stresses of the 2003 norm in this particular case.

Key words: Seismic Analysis in buildings, E.030 Norm, Static Analysis, Modal Analysis.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Enseñanza e Investigación en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina - La Molina, Lima, Perú”, se encuentra expuesto a un alto nivel de peligro sísmico producto de la elevada actividad sísmica que genera la subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana, cuyos bordes convergen a pocos kilómetros del litoral peruano. Asimismo, esto se precisa en el estudio de mecánica de suelos, en el cual se señala una alta sismicidad para el lugar donde será desarrollado dicho proyecto. El expediente técnico del proyecto incluye las especialidades de instalaciones sanitarias, eléctricas, estructuras y arquitectura. Considera la construcción de una edificación que ocupará un área de 873.90 m² con un área techada en 3 pisos de 2598.90 m², en la cual se definen 3 áreas: administrativa, investigación y académica. El sistema estructural que predomina en la edificación es el uso de muros de corte y vigas, así mismo las losas en su mayoría son del tipo aligeradas. Cabe señalar que el expediente técnico ha sido elaborado en abril de 2015, es decir, que fue desarrollado según las normas vigentes en esa fecha.

Considerando lo mencionado, es indispensable que las edificaciones tengan un diseño estructural acorde a la normatividad vigente; es decir, los elementos estructurales deben de resistir satisfactoriamente las solicitaciones sísmicas indicadas en el RNE. La norma E.030 de diseño de sismorresistente del RNE, presenta parámetros y consideraciones que se deben de tomar en cuenta para modelar la demanda sísmica.

Estos parámetros han ido cambiando debido a los sismos recientes como el ocurrido en Pisco en 2007 y a las investigaciones en esta área de la ingeniería. Estos cambios se evidencian entre las nuevas versiones de las normas E.030. En esta investigación se compararán las solicitaciones sísmicas entre las normas E.030 de 2003 y la implementada en 2016.

En la presente investigación se busca calcular los desplazamientos laterales de la edificación según la propuesta estructural del proyecto y las consideraciones del análisis sísmico según la norma E.030 de 2003. Además, se busca someter dicha estructura al análisis sismorresistente de acuerdo a la norma E.030 de 2016 para calcular nuevos desplazamientos. Finalmente, si estos desplazamientos incumplen

con la norma E.030 de 2016, proponer modificaciones estructurales en vigas columnas y placas con el fin de cumplir con las derivas máximas indicadas en dicha norma. Cabe señalar que en dichos análisis se utilizará la herramienta computacional SAP 2000 v14 en su versión educativa con número de licencia: *1L82Z4RWGTFAPPC.

1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el expediente técnico del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Enseñanza e Investigación en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina - La Molina, Lima, Perú”, se incluye el diseño estructural de dicha edificación. Dicho diseño ha sido realizado según la norma E-030 2003, por lo tanto, se debe verificar si cumple con las derivas máximas indicadas en la norma E-030 del 2016. Debido a la actualización de la norma, es posible que el diseño sismorresistente de la edificación no cumpla con las derivas máximas requeridas en la norma E.030 del 2016.

1.2 OBJETIVO GENERAL:

Comparar las derivas del nuevo edificio del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Enseñanza e Investigación en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina- La Molina Lima Perú”, según las normas E030 de los años 2003 y 2016.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Verificar el cumplimiento de la norma E.030 de 2003.
- Verificar el cumplimiento de la norma E.030 de 2016.
- Proponer la modificación de elementos estructurales en caso del incumplimiento de la norma E-030 del 2016.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Para tener un mejor panorama de los parámetros que intervienen en este trabajo es necesario definir algunos conceptos previos como los siguientes.

2.1.SISMOLOGÍA

Es la rama de la geofísica que estudia los sismos y las propiedades elásticas de la tierra. Entre sus áreas de investigación se considera: a) el estudio de la propagación de las ondas sísmicas en el interior de la tierra a fin de conocer su estructura interna, b) el estudio de las causas que dan origen a eventos sísmicos y c) la prevención de daños. La sismología incluye, entre otros fenómenos, el estudio de tsunamis, el comportamiento dinámico del suelo y las vibraciones asociadas a erupciones volcánicas. (INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ, 2014)

2.2.SISMO

Se define al proceso de generación y liberación de energía para posteriormente propagarse en forma de ondas por el interior de la tierra. Al llegar a la superficie, estas ondas son registradas por las estaciones sísmicas y percibidas por la población y por las estructuras. (INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ, 2014)

2.3.INTENSIDAD

Refiere a la medida de los efectos producidos por un sismo en personas, animales, estructuras y terreno en un lugar particular. Los valores de intensidad se denotan con números romanos en la escala de intensidades de Mercalli modificada por Wood y Neumann en 1931(MWN) que clasifica los efectos sísmicos con doce niveles ascendentes en la severidad del sacudimiento. La intensidad no sólo depende de la fuerza del sismo (magnitud) sino que también de la distancia epicentral, la geología local, la naturaleza del terreno y el tipo de construcciones del lugar. (INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ, 2014).

A continuación se muestra una tabla que indica los diferentes valores de intensidad en la escala modificada de Mercalli.

Tabla 1 : Escala Modificada de Mercalli

Valor de intensidad	Descripción	Aceleración máxima (cm/s ²)
I	No se percibe, excepto en circunstancias sumamente favorables.	1.5>
II	Percibido por personas en descanso.	3> y >1.5
III	Se percibe en interiores; no siempre se reconoce como sismo.	7> y >3
IV	Se agitan puertas, ventanas y platos; los vehículos detenidos se mecen perceptiblemente.	15> y >7
V	Se percibe en exteriores; las personas dormidas despiertan; las puertas oscilan.	40> y >15
VI	Todos lo perciben; caminata inestable; los platos y ventanas se rompen.	70> y >40
VII	Dificultad para estar de pie; lo advierten los manejadores; caída de enyesado.	150> y >70
VIII	Se afecta la conducción de vehículos; daños a la mampostería ordinaria.	350> y >150
IX	Pánico general; mampostería débil destruida; mampostería ordinaria considerablemente dañada.	700> y >350
X	La generalidad de la mampostería y estructuras de marcos destruidas con cimientos.	>700
XI	Los rieles se tuercen considerablemente; la tubería subterránea se rompe.	
XII	Daño total; los objetos cruzan el aire.	

(Fuente: Wakabayahi, 1988)

2.4. MAGNITUD

Este concepto fue introducido por C.F.Richter con el objetivo de poder comparar la energía liberada entre diferentes sismos. No obstante la serie de limitaciones que los sismólogos le han encontrado al concepto de magnitud, este aún sigue siendo el parámetro de más amplio uso para caracterizar la energía liberada en los sismos. La magnitud la expresó Richter mediante la siguiente ecuación:

$$M = \log \frac{A}{T} + f(\Delta, h) + Cs + Cr$$

Expresión en la cual:

M= magnitud

A= amplitud de la deformación el medio en el cual está colocado el geófono del sismógrafo. Se expresa en milésimas de milímetro. En su definición inicial Richter toma la amplitud del registro y no la del terreno.

T=Período de la onda, en segundos.

Δ =Distancia epicentral en grados.

h = Profundidad del foco.

Cs = Factor de corrección propio de la estación sismológica.

Cr= Factor de corrección regional, el cual varía en una forma más o menos compleja.

La evaluación de la función de la distancia y profundidad se hace con base en estudios analíticos y empíricos de tal manera que no solo se considere la atenuación, la cual afecta la amplitud del registro, sino que también se toma en cuenta el tipo de onda. La magnitud es propia de cada sismo y teóricamente debería estar representada por un número y solamente uno. (SARRIA, 1995)

2.5. ACELERACIÓN

Existen parámetros importantes para definir la intensidad del movimiento y sus efectos en las estructuras son la aceleración máxima, expresada generalmente como fracción de la gravedad, la duración de la fase intensa del movimiento y el contenido de las frecuencias. Este último se refiere a la rapidez del cambio de dirección del movimiento y es importante en cuanto a definir el tipo de estructura que será más afectado. Este último punto se refleja en la forma del llamado espectro de respuesta (Bazán, 2002)

En la figura siguiente se muestra en forma comparativa registro de aceleración del suelo conocidos como acelerogramas.

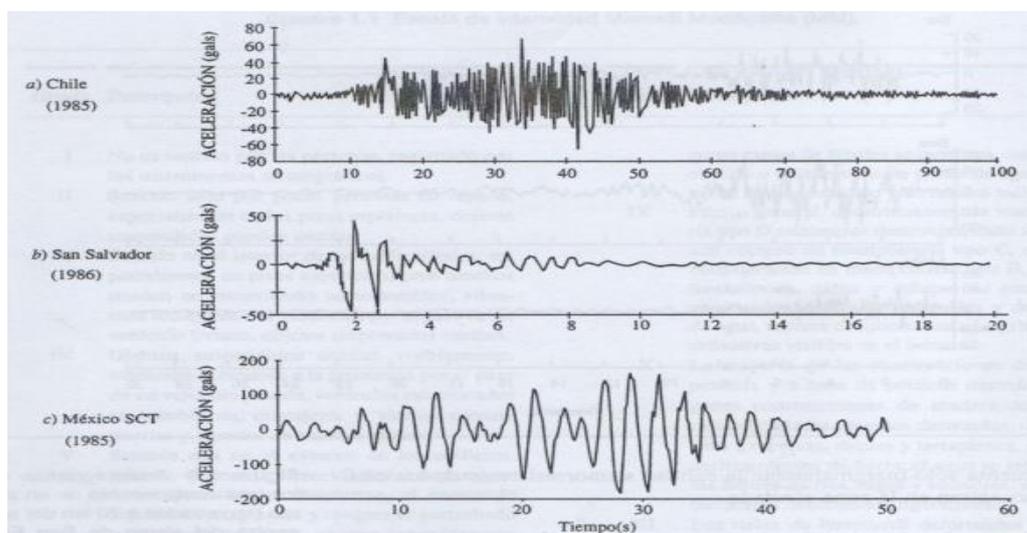


Fig. 1 Acelerogramas de tres movimientos sísmicos típicos.

El primer registro corresponde a un sismo de magnitud importante, registrado a una distancia moderada del epicentro. Se registra una aceleración máxima alta (0.16 g), una duración considerable y no existe una sola frecuencia definida, pero prevalecen las frecuencias altas como puede observarse por el número de picos por segundo. Un movimiento de este tipo es dañino para estructuras de altura mediana o baja que tiene períodos fundamentales relativamente cortos. El segundo registro corresponde a un sismo de pequeña magnitud ($M_s = 5.6$), pero registrado muy cerca al epicentro. La aceleración máxima es elevada (0.68 g), sin embargo la duración es de solo algunos segundos y los períodos dominantes son muy cortos.

Este tipo de movimientos como este produce generalmente menos daño que el primero, aunque su aceleración máxima sea significativamente mayor, debido a la menor duración que hace que el número de ciclos de vibración de esta. El tercer caso es el de un registro

típico de la zona de suelo blando del valle de México, para un sismo de gran magnitud, pero registrado muy lejos de la zona epicentral. El acelerograma muestra una aceleración máxima no muy grande, una extraordinaria duración y períodos muy largos. Un movimiento de este tipo es ligeramente severo para las estructuras rígidas (período corto), pero muy peligroso para las estructuras altas y flexibles que tiene períodos naturales de vibraciones largas. (Bazán, 2002)

2.6. NORMA E.020

En el Reglamento Nacional de Edificaciones se especifican la norma E.030 de diseño sismorresistente y la norma E.020 de cargas, en esta última se especifican los pesos de materiales usado en la construcción de las edificaciones. En la norma de cargas se indican dos tipos de cargas para considerar en el análisis y diseño de las edificaciones las cargas muertas y las cargas vivas, de las cuales la carga incluye el peso de los elementos estructurales y los elementos no estructurales como la tabiquería y el peso del piso. Asimismo, las cargas vivas consideran la sobrecarga a la cual estará sometida la estructura, es decir, los elementos móviles para los cuales estén diseñado cada uno de los ambientes. A continuación se muestra parte del anexo 1 de la norma E.020 en la cual se indican los pesos por metro cuadrado de losa aligerada en un sentido:

Tabla 2 Pesos específicos de losas aligeradas de concreto armado en un solo sentido

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta 0.10 m de ancho y 0.40 m entre ejes		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

En el anexo 1 se indican los pesos unitarios de materiales comúnmente usados en construcciones, así mismo se indican los pesos de las losas aligeradas bajo las condiciones indicadas en el cuadro. No obstante, existen diferentes tipos de losas aligeradas, las cuales deberán ser calculadas por su peso unitario.

En la norma E.020 se indican los pesos por las cargas vivas, estos pesos están indicados por metro cuadrado de ambiente, dichas cargas se indican en el cuadro siguiente:

Tabla 3 Cargas vivas según norma E.020

TABLA 1 CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS	
OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kpa(kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500)
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	
Sala de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos	7,5(750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350)
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asamblea
Laboratorios	3,0 (300)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Camiones : las cargas mínimas, su distribución y el diseño de barandas y topes, cumplirán con los requisitos aplicables a puentes carreteros
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	

Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	*
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurants, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) *
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300)*
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500)*
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

*Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima repartida por metro cuadrado, se hará una aproximación de la carga viva repartida real promediándola carga total que en efecto se aplica sobre una región rectangular representativa de $15m^2$ que no tenga ningún lado menor que 3,00 m.

2.7. NORMAS E.030 DE 2003 Y 2016 DE DISEÑO SISMORRESISTENTE.

Debido a las investigaciones realizadas en los mapas de riesgos sísmico en el país (Monroy y Bolaños, 2004) (Aguilar, 2007) (IGP, 2014) después del 2003 se vio conveniente formular, por parte del COMITÉ TÉCNICO responsable de esta área, una actualización integral de esta norma. (Muñoz, 2016).

2.7.1 REPRESENTACIÓN DE LAS DEMANDAS SÍSMICAS.

A continuación se explicarán los parámetros sísmicos para el cálculo de la respuesta estructural considerados en la norma peruana E.030-2003. Así mismo se mencionará la propuesta señalada en la actualización de la norma, es decir E.030-2016.

2.7.1.1 PESOS SÍSMICOS.

En la norma E.030 de 2003 y 2016 se indican las consideraciones que se debe tener para calcular el peso de la edificación en función de las categorías de la edificación: a continuación se muestra lo indicado en la norma:

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener. (RNE ,2016)

En las consideraciones mostradas se muestra que la consideración porcentual de la carga viva depende de la categoría de la edificación, estas categorías se detallaran más adelante, se puede apreciar que las edificaciones en las que se considera en mayor medida la carga viva son las estructuras especiales seguida de los depósitos.

2.7.1.2 ZONIFICACIÓN SÍSMICA

La mayoría de normas de diseño sismorresistente del mundo aceptan que las estructuras no sufran daño ante sismos leves, resistan sismos moderados con daño reparable en elementos no estructurales, y resistan sismos severos sin colapsar aunque con daño estructural importante. Esto es debido a que no es económicamente viable generar diseños estructurales que brinden protección completa a las estructuras. Las definiciones de sismos leves, moderados y severos son variables, pero generalmente se relacionan con la vida útil de la estructura, la probabilidad de excedencia del sismo, su período de retorno y el comportamiento estructural. Así pues, en la mayoría de los códigos analizados, el sismo de diseño tiene un período de retorno de 475 años, correspondiente a una probabilidad de excedencia de 10% en 50 años de exposición, que es generalmente la vida útil de una edificación común. El sismo de diseño es representado en los códigos por un factor que representa la aceleración pico efectiva en la base rocosa, relacionada a las probabilidades descritas líneas atrás¹. En la norma E.030 se encuentra indicado el mapa de zonificación, del cual se obtiene el parámetro Z (ver Fig. 4-2) para la norma del 2003 y. (ver Fig. 4-3) para la norma del 2016.



Fig. 2 Zonificación sísmica según Norma E.030 de 2003.

Fuente: Norma E.030 (2003)

¹ Cfr. Andrade, 2004

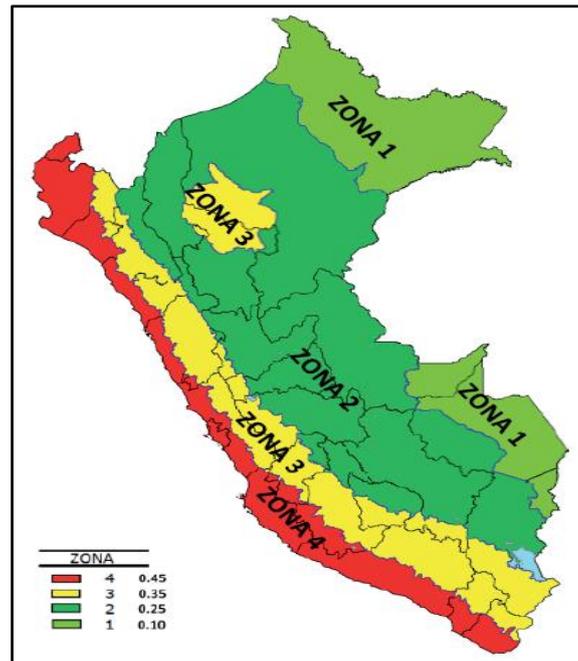


Fig. 3 Zonificación sísmica según Norma E.030 de 2016.

Fuente: Norma E.030 (2016)

2.7.1.3 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

La geología del lugar y las características del suelo tienen una gran influencia en el movimiento del terreno, ya que la aceleración en la base rocosa del emplazamiento de una obra se ve modificada al pasar por los estratos de suelo hasta llegar a la cimentación de la estructura. Esto se debe a que el suelo actúa como un filtro, de modo que ajusta algunas características de la onda a sus propiedades dinámicas, con efectos de amplificación o atenuación de los movimientos, en combinación con otros factores, como el espesor del suelo y las características de amplitud y frecuencia de los movimientos originales².

Para determinar la posible respuesta del terreno ante un sismo, primero deben determinarse las propiedades dinámicas de los diferentes tipos de suelos, como son el módulo de cortante y el amortiguamiento, los cuales están interrelacionados con la densidad, la velocidad de onda de corte, el módulo de Poisson, etc.

En la norma E.030 la influencia del suelo en el movimiento sísmico está representada por el Factor de Suelo S, el cual es mayor conforme el suelo se hace

² Cfr. Andrade, 2014

más blando. Por lo tanto, la aceleración máxima que recibe una estructura en su base será el producto $Z \cdot S$. Los valores de periodo T_p y S están señalados en la tabla 4-4. Asimismo, para la norma E.030 de 2016 los valores de S se muestran en la Tabla 4-5 y en la Tabla 4-6, en ella se indican el T_p (período que define la plataforma del factor C) y T_l (período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante).

Tabla 4: Parámetros de suelo.

Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	T_p (s)	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos flexibles o con estrato de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones excepcionales	-	-

Fuente: Norma E.030 (2003)

Tabla 5 Parámetros de suelo.

Factor de Suelo "S"				
Zona \ Suelo	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030 (2016)

Tabla 6 Parámetros de períodos.

Períodos " T_p " y " T_l "				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_p (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
T_l (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma E.030 (2016)

2.7.1.4 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DINÁMICO (C)

Otro de los factores considerados en las normas mencionadas es el Factor de Amplificación Dinámico. Esto se debe a que la estructura amplifica la aceleración que recibe en su cimentación en función de su período fundamental de vibración de acuerdo a la forma del espectro sísmico. En los códigos, esta amplificación depende del período de la estructura y de las características del suelo de cimentación. La norma E.030 de 2003 considera esta amplificación mediante el factor C, este valor queda definido en función del periodo mostrado en la Tabla 4-4, se muestra para un suelo rígido en la Figura 4-4. Esta gráfica está en función de la siguiente ecuación :

$$C \leq 2,5 \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

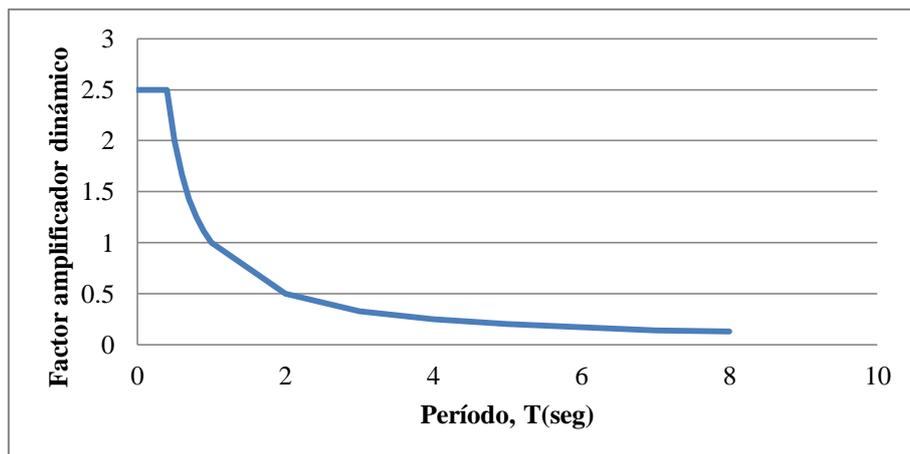


Fig. 4 C, Suelo Rígido. Fuente: Norma E.030 (2003)

Así como para la norma E.030 2016 se define en función de los períodos de la Tabla 4-6, los cuales varían de acuerdo a las ecuaciones que se presentan a continuación. El factor C está representado en función del período en la figura 4-5.

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

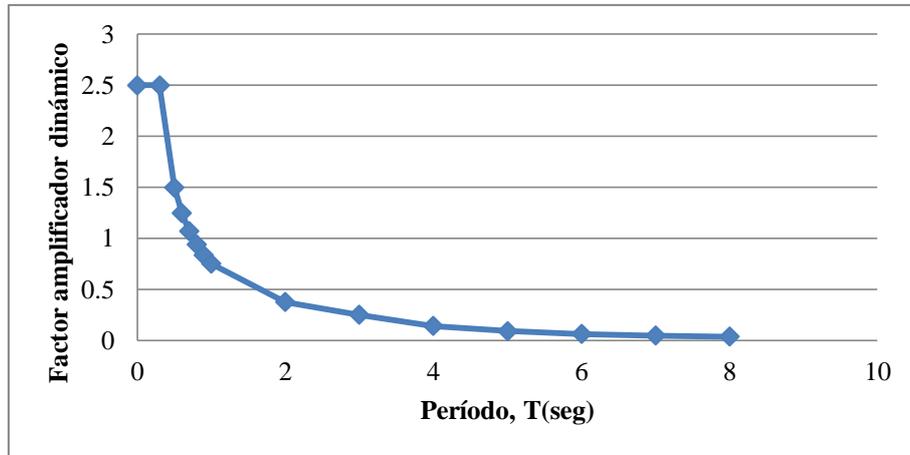


Fig. 5 C, Suelo Rígido. Fuente: Norma E.030 (2016)

2.7.1.5 FACTOR DE USO O IMPORTANCIA

En cuarto lugar, tenemos el factor de uso o importancia, este factor está indicado en la norma E.030, los valores del factor de uso están en función de las edificaciones según su importancia. Sin embargo, existen normas en las que se define de mejor forma los objetivos del diseño sismorresistente, estos se definen en función del desempeño estructural, que debe tener cierto tipo de edificio en cada sismo de diseño. El desempeño deseado depende directamente de la importancia del edificio, y según el SEAOC se consideran tres tipos: edificaciones comunes, edificaciones esenciales que deben funcionar en una emergencia (como hospitales) y edificaciones de seguridad crítica (como plantas de procesamiento nuclear).

La Tabla 4-7 siguiente muestra el desempeño mínimo que deben tener estos tres tipos de edificios para cuatro niveles de diseño considerados.

Tabla 7 Niveles de desempeños en edificaciones.

		NIVEL DE DESEMPEÑO			
		Completamente Operacional	Operacional	Supervivencia	Cerca al Colapso
SISMO DE DISEÑO	Sismo Frecuente (43 años)	Edificación Común			
	Sismo Ocasional (72 años)	Edificación Esencial	Edificación Común		
	Sismo Raro (475 años)	Edificación de Seguridad Crítica	Edificación Esencial	Edificación Común	
	Sismo Muy Raro (970 años)	Edificación de Seguridad Crítica	Edificación de Seguridad Crítica	Edificación Esencial	Edificación Común

Fuente: SEAOC (1995), Report on performance based seismic engineering of buildings

A pesar de los muchos objetivos de desempeños, los códigos sólo consideran un Factor de Uso o Importancia que modifica el espectro de acuerdo con el grupo de uso en que se encuentre la edificación. Así se le otorga un nivel de desempeño más confiable a la estructura, asumiendo que esto se consigue reduciendo las demandas de ductilidad del sistema para sismos raros o muy raros, o limitando el inicio del comportamiento inelástico para sismos moderados u ocasionales.

En resumen, cuánto más importante sea el uso para el cual está destinada la estructura, tanto mayor será el valor de este coeficiente, esto incrementa la resistencia de la edificación.

En la norma E.030 2003 este valor es representado por el factor U, los valores considerados se encuentran la Tabla 4-8. Asimismo, en la Tabla 4-8 se encuentran los valores de U de la norma E.030 2016.

Tabla 8 Uso de edificaciones según la norma E.030 de 2003.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A EDIFICACIONES ESENCIALES	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, etc. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5
B EDIFICACIONES IMPORTANTES	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios o que guarden patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1.3
C EDIFICACIONES COMUNES	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acaree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes , etc.	1
D EDIFICACIONES MENORES	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja como en cercos menores a 1.50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	-

Fuente: Norma E.030 (2003)

Tabla 9 Uso de edificaciones según la norma E.030 de 2016.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A EDIFICACIONES ESENCIALES	A1: Establecimientos de salud del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo nombrado por el Ministerio de Salud.	Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.
	A2 :Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo, como establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1, puertos , aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones, estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas las edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.	1.5
B EDIFICACIONES IMPORTANTES	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios o que guarden patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1.3
C EDIFICACIONES COMUNES	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acaree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes , etc.	1
D EDIFICACIONES MENORES	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja como en cercos menores a 1.50 m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Fuente: Norma E.030 (2016)

En la mayoría de los casos el valor del Factor de Uso, varía entre 1 para edificaciones comunes, a 1.5 para edificaciones de seguridad crítica, aunque en algunos casos puede tomar valores menores de 1 para estructuras o construcciones provisionales.

2.7.1.6 SISTEMA ESTRUCTURAL

Es importante tener claro cuál es el sistema estructural que predomina en la edificación. Para determinar este sistema fue necesario revisar los planos estructurales propuestos por el proyectista y ver qué elementos estructurales predominaban en la edificación. Cabe señalar, de no contar con esta información se debe realizar un proceso iterativo tomando en cuenta todo el RNE para poder definir los elementos, sistema y configuración estructural. A continuación se muestran algunas imágenes de edificaciones mostrando diferentes sistemas estructurales:



Fig. 6 Concreto armado – Sistema Aperticado.



Fig. 7 Concreto armado – Sistema Aperticado.



Fig. 8 Muros de albañilería.



Fig. 9 Muros estructurales y pórticos.

2.7.1.7 FACTOR DE REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS

Las fuerzas laterales de diseño que se indican en los códigos de diseño sísmico, son usualmente mayores que las requeridas para mantener a una estructura en el rango elástico durante un evento sísmico severo. Para reducir estas fuerzas, la norma E.030 del 2003 utiliza el Factor de Reducción de Fuerzas Sísmicas denominado R, que tienen en cuenta tanto la capacidad de disipación de energía por ductilidad, como la sobrerresistencia que presentan las estructuras³.

De acuerdo a la norma NTE-E.030 2003, el Factor de Reducción de Fuerzas Sísmicas está indicado en la Tabla 4-10.

³ Cfr. Andrade, 2004

Tabla 10 Factores de Reducción sísmica según Norma E.030 de 2003.

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	9.5
Otras estructuras de acero	
Arriostres Excéntricos	6.5
Arriostres en Cruz	6.0
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E.030 (2003)

Tabla 11 Factores de Reducción sísmica según Norma E.030 de 2016.

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares.
Acero	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales (3)	6
Muros de ductilidad limitada (4)	4
Albañilería Armada o Confinada (5)	3
Madera (por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E.030 (2016)

2.7.1.8 IRREGULARIDADES

En la norma E.030 de 2003 y 2016 se indican factores para castigar el factor de reducción sísmica debido a que existen ciertas condiciones en las edificaciones que deben ser tomadas en cuenta al momento del análisis sismorresistente. A continuación se muestran los cuadros en donde se indican las condiciones que deben de cumplir las edificaciones para ser consideradas irregulares en planta o en altura.

Tabla 12 Irregularidades estructuras en altura según norma E.030 de 2003.

Tabla N° 4 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85% de la correspondiente suma para el entrepiso, o es menor que el 90% del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable para sótanos. Para pisos de altura diferente multiplicar los valores anteriores por (h_i / h_d) donde h_d es la altura diferente de piso y h_i es la altura típica de piso.
Irregularidad de Masa Se considera que existe irregularidad de masa, cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas
Irregularidad Geométrica Vertical La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.

Tabla 13 Irregularidades estructuras en planta según norma E.030 de 2003.

Tabla N° 5 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA
<p>Irregularidad Torsional Se considerará sólo edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda el 50% del máximo permisible indicado en cuadro de derivas máximas. En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1,3 el promedio de este desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.</p>
<p>Esquinas Entrantes La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura tiene esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.</p>
<p>Discontinuidad Del diafragma Diafragmas con discontinuidades abruptas o variaciones en la rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores 50% del área bruta del diafragma</p>

En caso de que la edificación cumpla con alguna de estas condiciones se consideraran multiplicar por 0.75 el valor de R para ser considerado como valor del factor de reducción sísmica. En el reglamento indica el cumplimiento de alguna de estas irregularidades en planta o en altura basta para ser considerada como irregular y no se especifican consideraciones adicionales si es que se llegan a cumplir más de una irregularidad.

Así mismo se indican a continuación las consideraciones de irregularidad indicadas en la norma E.030 de 2016.

Tabla 14 Irregularidades estructuras en altura según norma E.030 de 2016.

<p style="text-align: center;">Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</p>	<p style="text-align: center;">Factor de Irregularidad I_a</p>
<p>Irregularidad de Rigidez - Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entre piso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad de Resistencia - Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<p>0,75</p>
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez Se considera que existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor en el entre piso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad de Resistencia Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<p>0,50</p>
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<p>0,90</p>
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<p>0,90</p>
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que el 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	<p>0,80</p>

Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.	0,60
---	------

Tabla 15 Irregularidades estructuras en planta según norma E.030 de 2016.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{max}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masa del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{cm}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que el 50 % del desplazamiento permisible.	0,75
Irregularidad Torsional Extrema Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masa del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{cm}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que el 50 % del desplazamiento permisible.	0,75
Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que el 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistencia menor que 25% de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0,85
Sistemas No Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.	0,90

En caso que la edificación cumpla con alguna de estas condiciones se consideraran multiplicar por I_a y I_p el valor de R para ser considerado como valor del factor de reducción sísmica. En la actualización del reglamento se indica una mayor precisión para considerar las irregularidades que la mostrada en la norma la versión anterior, inclusive se diferencia la participación de irregularidades en planta y de altura para castigar el valor de R.

2.7.1.9 DESPLAZAMIENTOS LATERALES

Ambas normas indican tener la misma consideración para el cálculo de los desplazamientos en los análisis lineales y elásticos con las solicitaciones sísmicas reducidas. Los valores de desplazamientos obtenidos se multiplicarán 0.75 R. Cabe señalar que estos desplazamientos son absolutos.

2.7.1.10 DERIVAS MÁXIMAS

El término deriva comprende la división entre el desplazamiento relativo lateral del entrepiso y su altura. Los límites para esta distorsión están indicados en las normas E.030 de 2003 y 2016, las cuales están clasificadas por el material utilizado en los elementos estructurales. A continuación se muestran los límites de ambas normas:

Tabla 16 Derivas máximas según norma E.030 de 2003.

LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

Fuente: Norma E.030 (2003).

Tabla 17 Derivas máximas según norma E.030 de 2016.

LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado de ductilidad limitada	0.005

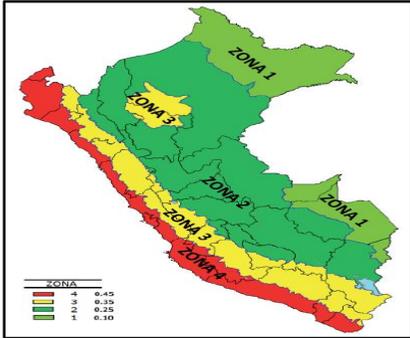
Fuente: Norma E.030 (2016)

2.7.1.11 RESUMEN DE VARIACIONES EN LAS NORMA E.030 DE 2003 Y 2016

En los puntos anteriores se han tocado las diferencias presentes en la norma E.030 de 2016 con respecto su versión previa de 2003, a continuación se muestra un cuadro en el cual se resumen los diferentes puntos tratados en dichas normas.

Tabla 18 Resumen de variaciones entre norma E.030 de 2003 y 2016.

	E.030 2003	E.030 2016
Pesos sísmico	a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva. b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva. c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar. d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva. e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.	NO PRESENTA MODIFICACIONES

Z	 <p style="text-align: center;">Z3 = 0,4 ; Z2 = 0,3 ; Z1 = 0,15</p>	 <p style="text-align: center;">Z4 = 0,45 ; Z3 = 0,35 ; Z2 = 0,25 ; Z1 = 0,10</p>																																																																															
S	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Parámetros del Suelo</th> </tr> <tr> <th>Tipo</th> <th>Descripción</th> <th>Tp(S)</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>Roca o suelos muy rígidos</td> <td>0.4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>Suelos intermedios</td> <td>0.6</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>Suelos flexibles o con estrato de gran espesor</td> <td>0.9</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>S4</td> <td>Condiciones excepcionales</td> <td>"</td> <td>"</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros del Suelo				Tipo	Descripción	Tp(S)	S	S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1	S2	Suelos intermedios	0.6	1.2	S3	Suelos flexibles o con estrato de gran espesor	0.9	1.4	S4	Condiciones excepcionales	"	"	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Factor de Suelo "S"</th> </tr> <tr> <th>Zona \ Suelo</th> <th>S0</th> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>S3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z4</td> <td>0.8</td> <td>1</td> <td>1.05</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>Z3</td> <td>0.8</td> <td>1</td> <td>1.15</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Z2</td> <td>0.8</td> <td>1</td> <td>1.2</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>Z1</td> <td>0.8</td> <td>1</td> <td>1.6</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Periodos "Tp" y "Tl"</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Perfil de suelo</th> </tr> <tr> <th></th> <th>S0</th> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>S3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tp(s)</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>0.6</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tl(s)</td> <td>3</td> <td>2.5</td> <td>2</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>	Factor de Suelo "S"					Zona \ Suelo	S0	S1	S2	S3	Z4	0.8	1	1.05	1.1	Z3	0.8	1	1.15	1.2	Z2	0.8	1	1.2	1.4	Z1	0.8	1	1.6	2	Periodos "Tp" y "Tl"					Perfil de suelo						S0	S1	S2	S3	Tp(s)	0.3	0.4	0.6	1	Tl(s)	3	2.5	2	1.6
Parámetros del Suelo																																																																																	
Tipo	Descripción	Tp(S)	S																																																																														
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1																																																																														
S2	Suelos intermedios	0.6	1.2																																																																														
S3	Suelos flexibles o con estrato de gran espesor	0.9	1.4																																																																														
S4	Condiciones excepcionales	"	"																																																																														
Factor de Suelo "S"																																																																																	
Zona \ Suelo	S0	S1	S2	S3																																																																													
Z4	0.8	1	1.05	1.1																																																																													
Z3	0.8	1	1.15	1.2																																																																													
Z2	0.8	1	1.2	1.4																																																																													
Z1	0.8	1	1.6	2																																																																													
Periodos "Tp" y "Tl"																																																																																	
Perfil de suelo																																																																																	
	S0	S1	S2	S3																																																																													
Tp(s)	0.3	0.4	0.6	1																																																																													
Tl(s)	3	2.5	2	1.6																																																																													
C	$C \leq 2,5 \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$	$T < T_p \quad C = 2,5$ $T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$																																																																															

U	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES</th> </tr> <tr> <th>CATEGORIA</th> <th>FACTOR U</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A EDIFICACIONES ESENCIALES</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>B EDIFICACIONES IMPORTANTES</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>C EDIFICACIONES COMUNES</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D Edificaciones Menores</td> <td>En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.</td> </tr> </tbody> </table>	CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		CATEGORIA	FACTOR U	A EDIFICACIONES ESENCIALES	1.5	B EDIFICACIONES IMPORTANTES	1.3	C EDIFICACIONES COMUNES	1	D Edificaciones Menores	En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES</th> </tr> <tr> <th>CATEGORIA</th> <th>FACTOR U</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A EDIFICACIONES ESENCIALES</td> <td>A1 1.5</td> </tr> <tr> <td>B EDIFICACIONES IMPORTANTES</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>C EDIFICACIONES COMUNES</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D Edificaciones Menores</td> <td>En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.</td> </tr> </tbody> </table>	CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		CATEGORIA	FACTOR U	A EDIFICACIONES ESENCIALES	A1 1.5	B EDIFICACIONES IMPORTANTES	1.3	C EDIFICACIONES COMUNES	1	D Edificaciones Menores	En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.																																				
	CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES																																																													
CATEGORIA	FACTOR U																																																													
A EDIFICACIONES ESENCIALES	1.5																																																													
B EDIFICACIONES IMPORTANTES	1.3																																																													
C EDIFICACIONES COMUNES	1																																																													
D Edificaciones Menores	En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.																																																													
CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES																																																														
CATEGORIA	FACTOR U																																																													
A EDIFICACIONES ESENCIALES	A1 1.5																																																													
B EDIFICACIONES IMPORTANTES	1.3																																																													
C EDIFICACIONES COMUNES	1																																																													
D Edificaciones Menores	En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.																																																													
R	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SISTEMAS ESTRUCTURALES</th> </tr> <tr> <th>Sistema Estructural</th> <th>Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares (*)(**)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>Otras estructuras de acero</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arriostres Excéntricos</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>Arriostres en Cruz</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Concreto Armado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos (1)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Dual (2)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>De muros estructurales (3)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Muros de ductilidad limitada (4)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Albañilería Armada o Confinada (5)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Madera (por esfuerzos admisibles)</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	SISTEMAS ESTRUCTURALES		Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares (*)(**)	Acero		Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	9.5	Otras estructuras de acero		Arriostres Excéntricos	6.5	Arriostres en Cruz	6	Concreto Armado		Pórticos (1)	8	Dual (2)	7	De muros estructurales (3)	6	Muros de ductilidad limitada (4)	4	Albañilería Armada o Confinada (5)	3	Madera (por esfuerzos admisibles)	7	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SISTEMAS ESTRUCTURALES</th> </tr> <tr> <th>Sistema Estructural</th> <th>Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares (*)(**)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Concreto Armado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos (1)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Dual (2)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>De muros estructurales (3)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Muros de ductilidad limitada (4)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Albañilería Armada o Confinada (5)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Madera (por esfuerzos admisibles)</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	SISTEMAS ESTRUCTURALES		Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares (*)(**)	Acero		Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8	Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7	Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6	Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8	Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6	Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8	Concreto Armado		Pórticos (1)	8	Dual (2)	7	De muros estructurales (3)	6	Muros de ductilidad limitada (4)	4	Albañilería Armada o Confinada (5)	3	Madera (por esfuerzos admisibles)	7
	SISTEMAS ESTRUCTURALES																																																													
Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares (*)(**)																																																													
Acero																																																														
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	9.5																																																													
Otras estructuras de acero																																																														
Arriostres Excéntricos	6.5																																																													
Arriostres en Cruz	6																																																													
Concreto Armado																																																														
Pórticos (1)	8																																																													
Dual (2)	7																																																													
De muros estructurales (3)	6																																																													
Muros de ductilidad limitada (4)	4																																																													
Albañilería Armada o Confinada (5)	3																																																													
Madera (por esfuerzos admisibles)	7																																																													
SISTEMAS ESTRUCTURALES																																																														
Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R. Para estructuras regulares (*)(**)																																																													
Acero																																																														
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8																																																													
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7																																																													
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6																																																													
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8																																																													
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6																																																													
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8																																																													
Concreto Armado																																																														
Pórticos (1)	8																																																													
Dual (2)	7																																																													
De muros estructurales (3)	6																																																													
Muros de ductilidad limitada (4)	4																																																													
Albañilería Armada o Confinada (5)	3																																																													
Madera (por esfuerzos admisibles)	7																																																													

Irregularidades	<table border="1" style="margin-bottom: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 4</th> </tr> <tr> <th colspan="2">IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Irregularidad de Rigidez - Piso Blando</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,75</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad de Masa</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad Geométrica Vertical</td> </tr> <tr> <td>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 5</th> </tr> <tr> <th colspan="2">IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Irregularidad Torsional</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,75</td> </tr> <tr> <td>Esquinas Entrantes</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad Geométrica Vertical</td> </tr> <tr> <td>Discontinuidad Del diafragma</td> </tr> </tbody> </table>	Tabla N° 4		IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA		Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0,75	Irregularidad de Masa	Irregularidad Geométrica Vertical	Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	Tabla N° 5		IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA		Irregularidad Torsional	0,75	Esquinas Entrantes	Irregularidad Geométrica Vertical	Discontinuidad Del diafragma	<table border="1" style="margin-bottom: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 8</th> </tr> <tr> <th colspan="2">IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Irregularidad de Rigidez - Piso Blando</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,75</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad de Resistencia - Piso Débil</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad Extrema de Rigidez</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,50</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad de Resistencia</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad de Masa o Peso</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,90</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad Geométrica Vertical</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,90</td> </tr> <tr> <td>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,80</td> </tr> <tr> <td>Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,60</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 9</th> </tr> <tr> <th colspan="2">IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Irregularidad Torsional</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,75</td> </tr> <tr> <td>Irregularidad Torsional Extrema</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,75</td> </tr> <tr> <td>Esquinas Entrantes</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,90</td> </tr> <tr> <td>Discontinuidad del Diafragma</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,85</td> </tr> <tr> <td>Sistemas No Paralelos</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">0,90</td> </tr> </tbody> </table>	Tabla N° 8		IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA		Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0,75	Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	Irregularidad Extrema de Rigidez	0,50	Irregularidad de Resistencia	Irregularidad de Masa o Peso	0,90	Irregularidad Geométrica Vertical	0,90	Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0,80	Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes	0,60	Tabla N° 9		IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA		Irregularidad Torsional	0,75	Irregularidad Torsional Extrema	0,75	Esquinas Entrantes	0,90	Discontinuidad del Diafragma	0,85	Sistemas No Paralelos	0,90
Tabla N° 4																																																				
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA																																																				
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0,75																																																			
Irregularidad de Masa																																																				
Irregularidad Geométrica Vertical																																																				
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes																																																				
Tabla N° 5																																																				
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA																																																				
Irregularidad Torsional	0,75																																																			
Esquinas Entrantes																																																				
Irregularidad Geométrica Vertical																																																				
Discontinuidad Del diafragma																																																				
Tabla N° 8																																																				
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA																																																				
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0,75																																																			
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil																																																				
Irregularidad Extrema de Rigidez	0,50																																																			
Irregularidad de Resistencia																																																				
Irregularidad de Masa o Peso	0,90																																																			
Irregularidad Geométrica Vertical	0,90																																																			
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0,80																																																			
Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes	0,60																																																			
Tabla N° 9																																																				
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA																																																				
Irregularidad Torsional	0,75																																																			
Irregularidad Torsional Extrema	0,75																																																			
Esquinas Entrantes	0,90																																																			
Discontinuidad del Diafragma	0,85																																																			
Sistemas No Paralelos	0,90																																																			
Distribución de fuerzas horizontales	$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} * (V - F_a)$ <p style="text-align: center;">T, es mayor que 0,7s</p> $F_a = 0,07 * T * V \leq 0,15 * V$	$F_i = \alpha_1 * V$ $\alpha_1 = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k}$ <p>a. Para T menor o igual a 0,5 segundos k = 1,0</p> <p>b. Para T mayor que 0,5 segundos k = (0,75+0,5T) ≤ 2,0</p>																																																		

Derivas	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO</th> </tr> <tr> <th>Material Predominate</th> <th>(Di/hei)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Armado</td> <td>0,007</td> </tr> <tr> <td>Acero</td> <td>0,010</td> </tr> <tr> <td>Albañilería</td> <td>0,005</td> </tr> <tr> <td>Madera</td> <td>0,010</td> </tr> </tbody> </table>	LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO		Material Predominate	(Di/hei)	Concreto Armado	0,007	Acero	0,010	Albañilería	0,005	Madera	0,010	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO</th> </tr> <tr> <th>Material Predominate</th> <th>(Di/hei)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Armado</td> <td>0,007</td> </tr> <tr> <td>Acero</td> <td>0,010</td> </tr> <tr> <td>Albañilería</td> <td>0,005</td> </tr> <tr> <td>Madera</td> <td>0,010</td> </tr> <tr> <td>Edificios de concreto armado de ductilidad limitada</td> <td>0,005</td> </tr> </tbody> </table>	LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO		Material Predominate	(Di/hei)	Concreto Armado	0,007	Acero	0,010	Albañilería	0,005	Madera	0,010	Edificios de concreto armado de ductilidad limitada	0,005
	LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO																											
Material Predominate	(Di/hei)																											
Concreto Armado	0,007																											
Acero	0,010																											
Albañilería	0,005																											
Madera	0,010																											
LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO																												
Material Predominate	(Di/hei)																											
Concreto Armado	0,007																											
Acero	0,010																											
Albañilería	0,005																											
Madera	0,010																											
Edificios de concreto armado de ductilidad limitada	0,005																											

2.7.1.12 EVALUACIÓN SÍSMICA

De acuerdo a los puntos tratados anteriormente, se sabe que la edificación ha sido diseñada según norma E.030 de 2003, la cual considera parámetros de diseño diferentes a los que se indican en la norma E.030 de 2016.

A. ANÁLISIS ESTÁTICO

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante fuerzas horizontales que actúan en cada nivel de la edificación aplicado en el centro de masa de cada nivel o distribuido de acuerdo a la rigidez de cada elemento estructural.

a) Período Fundamental

El período fundamental de una estructura es el tiempo que demora en dar un ciclo completo de vibración no forzada. Su determinación es importante debido a que de él depende la magnitud de la fuerza sísmica que experimentará la estructura.

b) Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, corresponde a la dirección de análisis considerada (X e Y) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R}P$$

Donde:

V = Fuerza cortante.

Z = Factor de zona de la edificación.

U = Factor de uso de la edificación.

C = Factor de amplificación sísmica.

R = Factor de reducción.

P = Peso de la edificación.

Debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Donde:

C = Factor de amplificación sísmica.

R = Factor de reducción.

c) Distribución de Fuerza Cortante por Piso Según Norma E.030 de 2003.

En la norma E.030 de 2003 se indica las consideraciones a tomar en cuenta para la distribución de fuerzas cortantes por piso. Si el período fundamental T, es mayor que 0,7s, una parte de la fuerza cortante V, denominada Fa, deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza Fa se determinará mediante la expresión:

$$F_a = 0,07 * T * V \leq 0,15 * V$$

Donde el período T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base. El resto de la fuerza cortante, es decir (V - Fa) se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

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

Donde:

V = Fuerza cortante.

P_i = Peso del nivel i .

h_i = Altura de nivel i con relación al nivel del terreno.

d) Distribución de Fuerza Cortante por Piso Según Norma E.030 de 2016.

A diferencia de la norma E.030 de 2003 la de 2016 considera otras ecuaciones para la distribución de la fuerza horizontales en cualquier nivel i , estas ecuaciones se presentan a continuación.

$$F_i = \alpha_i * V$$

Siendo

$$\alpha_1 = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k}$$

Donde:

V = Fuerza cortante.

P_i = Peso del nivel i .

h_i = Altura de nivel i con relación al nivel del terreno.

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración estructural (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- c. Para T menor o igual a 0,5 segundos $k = 1,0$
- d. Para T mayor que 0,5 segundos $k = (0,75+0,5T) \leq 2,0$

B. ANÁLISIS DINÁMICO

La respuesta dinámica de una estructura a una excitación sísmica puede ser obtenida por el análisis modal como solución de sistemas de varios grados de libertad.

a) Análisis por Combinación Modal Espectral

El análisis modal puede también llevarse a cabo manteniendo para cada modo solo la máxima respuesta de aceleración. Esta consideración es particularmente conveniente cuando se emplea un espectro de respuesta para representar el movimiento en vez de un registro, ya que es lo que se piden en la norma E030. Este procedimiento es el que se le conoce como análisis modal espectral. (PIQUE y SCALETTI, 1991)

b) Modos de Vibración

Los períodos naturales y modos de vibración se determinarán por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

c) Aceleración Espectral

Para las direcciones X e Y analizadas se utilizó el espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \left(\frac{ZUCS}{R} \right) g$$

S_a = Aceleración espectral

Z = Factor de zona de la edificación

U = Factor de uso de la edificación

C = Factor de amplificación sísmica

R = Factor de reducción

g = Aceleración de gravedad (9.81 m/s^2)

d) Fuerza Cortante Mínima en la Base

Para las direcciones X e Y en planta, el análisis de fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% de la fuerza cortante en la base calculado mediante el análisis sísmico estático en edificaciones regulares y no menos del 90% en edificaciones irregulares.

C. SAP2000-HERRAMIENTA UTILIZADA

El nombre SAP ha sido conocido como “El Estado del Arte en Métodos Avanzados de Análisis de Estructuras” desde su introducción hace 30 años. SAP2000 mantiene su tradición ofreciendo una interface muy sofisticada, intuitiva y versátil, la cual se ha potencia con dispositivos, herramientas únicas y audaz en el análisis y diseño.

De gran aplicabilidad para el capo de ingeniería para proyectos de transporte, infraestructura, industria, deportes y otros.

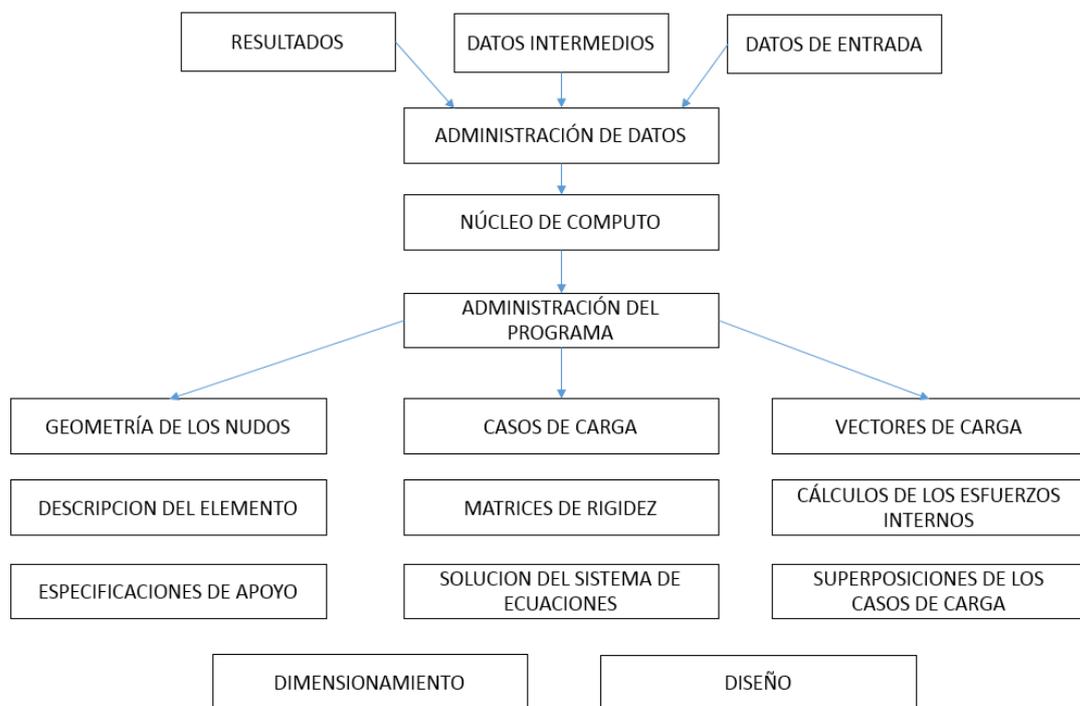
Desde los modelos desarrollados en ambiente gráfico en 3D, a la amplia variedad de opciones de análisis y diseño totalmente integrados mediante una poderosa interface gráfica (GUI), SAP2000 ha demostrado ser el programa de estructuras de uso general, con mayor integración, productividad y uso práctico, existente en el mercado actual. Esta interface intuitiva permite crear modelos estructurales de forma rápida en el proceso de aprendizaje del software.

Ahora puede enlazar la potencia del SAP2000 para todas sus tareas de análisis y diseño, incluyendo pequeños problemas cotidianos. Complejos modelos estructurales puede ser generado y desarrollados con las potentes plantillas predefinidas que viene incluidas en el programa.

Las técnicas analísticas avanzadas permites el análisis step-by-step de grandes deformaciones, efecto P-delta, análisis de valores y vectores propios, análisis de cables, análisis de tracción o compresión, análisis de pandeo, el análisis no lineal para sistemas amortiguados de forma rápida, los aisladores de base y apoyos plásticos, los métodos de

energía para el control de la deformación, el análisis de construcción segmentadas, entre otros.

SAP 2000 es un programa completo para todo profesional y proyecto. Desde un simple y pequeño análisis estático de un pórtico en 2D hasta un grande y complejo análisis dinámico no lineal en 3D, SAP2000 es la respuesta ideal a todas las necesidades estructurales de análisis y diseño. Programa completamente integrado que permite la creación de modelos, la modificación, la ejecución del análisis, la optimización del diseño de modo que es un programa completamente integrado que permite la creación de modelos, la modificación, la ejecución del análisis, la optimización del diseño y la revisión de los resultados dentro de un solo interfaz. (CSI COMPUTERS & STRUCTURES INC., 2013)



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES:

Se utilizaron los siguientes materiales:

- Planos de arquitectura y estructuras del proyecto
- Norma E.030 del 2003
- Norma E.030 del 2016
- AutoCAD, versión 2014(versión educativa)
- SAP 2000, v.14 (versión educativa)
- Computadora portátil.
- Calculadora

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto tiene como finalidad dotar de infraestructura y adecuados ambientes para el servicio de enseñanza académica, investigación especializada, proyección social y administración a los alumnos y docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola - FIA, para lograr el adelanto en el desarrollo académico, científico y de innovación de los alumnos de pregrado y posgrado de la FIA en la UNALM.

Cabe señalar que en el proyecto se incluye el diseño estructural propuesto por el proyectista. Esta información será utilizada como base de esta presente investigación. Asimismo, es parte de la investigación recalculer los desplazamientos horizontales originales, de esta forma validar el modelo estructural para el análisis sísmico según la norma E.030 del 2016.

Es importante señalar que la estructuración del proyecto considera separar el área total de la edificación en tres blocks independientes, teniendo en cuenta la separación entre edificios indicada en la norma E.030. Debido a que esto representa una estructuración más simple y sencilla.

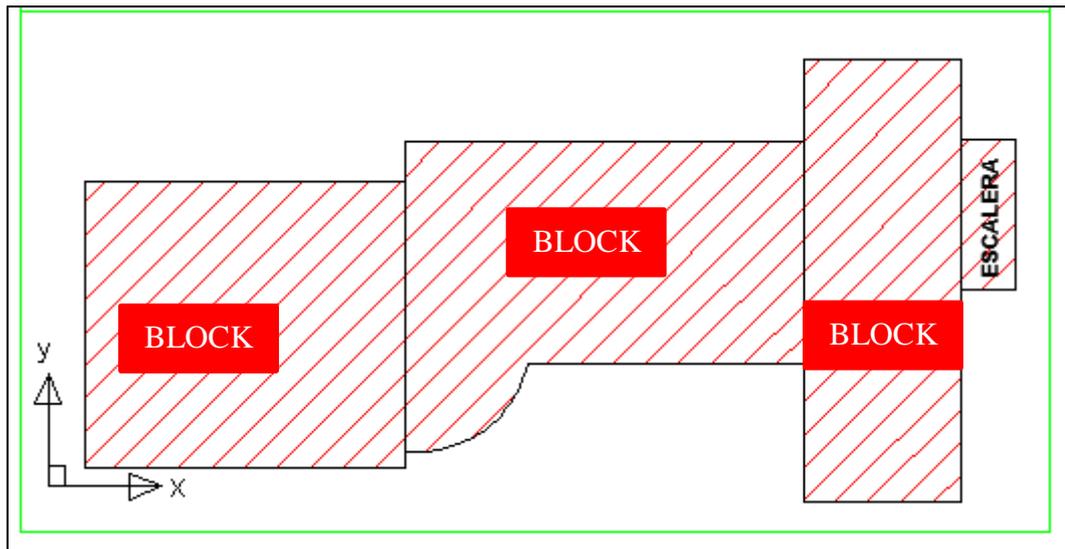


Fig. 10 Estructuración del proyecto

3.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación del Proyecto y el terreno es: Departamento de Lima; Provincia de Lima; Distrito La Molina. El terreno se ubica dentro del campus universitario de la UNALM, en el distrito de La Molina. Presenta topografía con una pendiente ligera y forma rectangular, sin accidentes geográficos.

Actualmente el terreno está ocupado por las oficinas administrativas de la FIA y por un módulo de vivienda rural, que deberán ser demolidos para la construcción de la nueva estructura. Además en los lados Este y Sur se encuentra una canaleta de concreto que bordea el terreno que no se encuentran en funcionamiento y no interfieren en el diseño.

3.4 METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN.

La metodología aplicada es la siguiente:

3.4.1. CÁLCULOS PRELIMINARES

- En primer lugar, se identificó el sistema estructural propuesto en los planos de estructurales por el proyectista. Este procedimiento es importante para determinar el valor del factor R (reducción sísmica), así como para el correcto modelamiento de la estructura. En las imágenes siguientes se muestran ejemplos de sistemas estructurales. Los 3 módulos han sido identificados como muros estructurales, es

decir que el coeficiente de reducción sísmica tiene un valor numérico de 6

- Identificar los elementos estructurales

Se identificaron los elementos estructurales utilizados en el proyecto.

En el block 1, los elementos estructurales verticales son placas, los elementos horizontales son vigas y losas.

En el block 2 y 3, los elementos estructurales verticales son placas y columnas, los elementos horizontales son vigas y losas.

3.4.2. METRADO DE CARGAS

Se cuantificaron los elementos estructurales y no estructurales. Asimismo se determinó el peso de cada uno de estos elementos estructurales considerando las dimensiones y el peso específico del concreto armado (2450 kg/cm^2). Respecto a los elementos no estructurales se consideraron pesos específicos por unidad de área (m^2) según el material como se indica en el RNE E020.

3.4.3. CÁLCULO DE FUERZA SÍSMICA ESTÁTICA

Debido a que los 3 blocks poseen 3 niveles, es altamente que el período de vibración de cada una de las edificaciones sea menor a 0.5 seg. Por lo tanto, el cálculo de la fuerza horizontal para el análisis sísmico estático se calcula mediante la ecuación siguiente (Villareal, 2015):

$$F_i = \frac{P_i H_i}{P_i H_i + P_{i+1} H_{i+1} + P_{i+2} H_{i+2}} V$$

F_i = Fuerza cortante por piso(Tn)

P_i = Peso por piso(Tn)

H_i = Altura por piso(Tn)

V = Cortante sísmica(Tn)

3.4.4. CÁLCULO DE MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES

Se determinaron las masas traslacionales y rotacionales según las siguientes formulas (Villareal, 2015):

$$M_t = \frac{P(tn)}{g\left(\frac{m}{s^2}\right)}$$

En donde:

$M_t = \text{masa traslacional (Tn. } \frac{s^2}{m})$

$P = \text{peso del piso en toneladas (Tn)}$

$g = \text{aceleracion de la gravedad } (\frac{m}{s^2})$

Estas masas nos sirven para modelar las fuerzas que se generan en el análisis sísmico dinámico.

En el cálculo de la masas rotacionales se considerará la siguiente ecuación indicada en Villareal, 2015.

$$M_r = M_t \cdot \frac{(I_x + I_y)(m^4)}{A(m^2)}$$

En donde:

$M_r = \text{masa rotacional (Tn. m. } s^2)$

$I_x = \text{Momento de inercia en el eje X } (m^4)$

$I_y = \text{Momento de inercia en el eje y } (m^4)$

$A = \text{Área en planta } (m^2).$

3.4.5. MODELACIÓN ESTRUCTURAL

Se han modelado los elementos estructurales según la ubicación y dimensiones indicadas en los planos estructurales del proyecto original, con el uso de la herramienta computacional SAP-2000 en versión educativa. Este proceso será descrito en los pasos siguientes:

- Representación de ejes en el modelo.
En primer lugar, en el modelo se definen los ejes principales indicados en los planos estructurales del proyecto original.

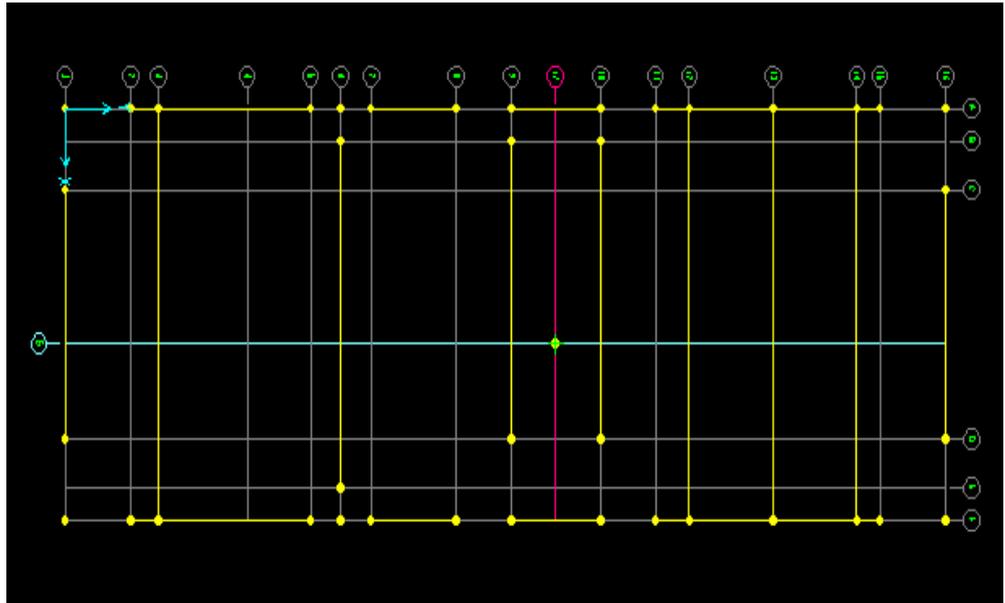


Fig. 11 Planta del block 1. Fuente: SAP-2000 versión educativa

- Cálculo del módulo de la elasticidad.

La resistencia a la compresión del concreto (f'_c) considerado en el proyecto es de 210 kg/cm^2 . El módulo de elasticidad se calcula a partir de esta propiedad del concreto y se calculará según la siguiente ecuación (Harsmsen, 2005)

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c}$$

E_c = módulo de elasticidad del concreto en $\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$

f'_c = resistencia a la compresión del concreto en $\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$

Por lo tanto:

$$E_c = 15000\sqrt{210} = 2\,173\,706 \text{ kg/cm}^2$$

- Incorporación de las propiedades mecánicas al modelo.

Se definieron las propiedades mecánicas del concreto armado, material utilizado en los elementos estructurales. Cabe señalar que el peso específico del material será 0, debido a que el peso ya ha sido considerado previamente en el metrado de cargas. En la figura 5-3 se aprecia la ventana de la herramienta en la cual se ingresarán el módulo de elasticidad, coeficiente de poisson y resistencia a la compresión del concreto. El valor coeficiente de poisson para el concreto se considera como 0.20.

Fig. 12 Propiedades del Material. Fuente: SAP-2000 versión educativa

- Representación de elementos estructurales en el modelo.
Las vigas y columnas fueron representadas en el modelo como barras de sección continuas. La herramienta reconoce estos elementos como “frames”, en la figura 5-4 se aprecia la ventana de ingreso en la cual se puede definir el ancho, profundidad y material a utilizar. Cabe mencionar que se crearan múltiples “frames” como secciones de vigas y columnas se indiquen en los planos estructurales.

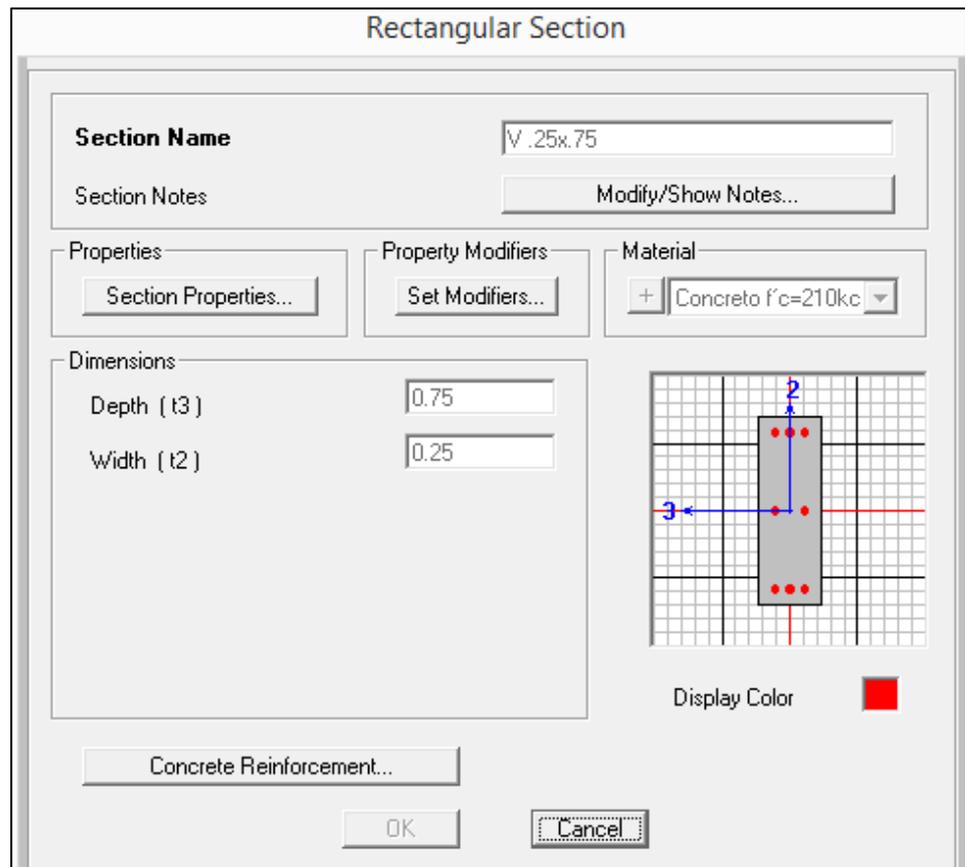


Fig. 13 Propiedades de “frame”. Fuente: SAP-2000 versión educativa
Las placas han sido representadas como elementos finitos de espesor continuo, el programa reconoce estos elementos como “Shells”. En la figura 5-5 se muestra la ventana de ingreso de información para este tipo de elemento. En la cual indica al programa que espesor y material tendrá. Cabe señalar que se crearan múltiples “Shells” como placas se indiquen en los planos estructurales.

Shell Section Data

Section Name

Section Notes

Display Color

Type

Shell - Thin
 Shell - Thick
 Plate - Thin
 Plate Thick
 Membrane
 Shell - Layered/Nonlinear

Material

Material Name

Material Angle

Thickness

Membrane

Bending

Concrete Shell Section Design Parameters

Stiffness Modifiers

Temp Dependent Properties

Fig. 14 Propiedades de “Shell”. Fuente: SAP-2000 versión educativa
 Se procedió a construir el modelo dibujando los elementos estructurales “frame” y “Shells” en los ejes, tal cual se ha representado en los planos. Este procedimiento nos permite calcular la rigidez total de la estructura. En la figura 5-6 se aprecia un modelo construido con la herramienta SAP 2000 en versión educativa.

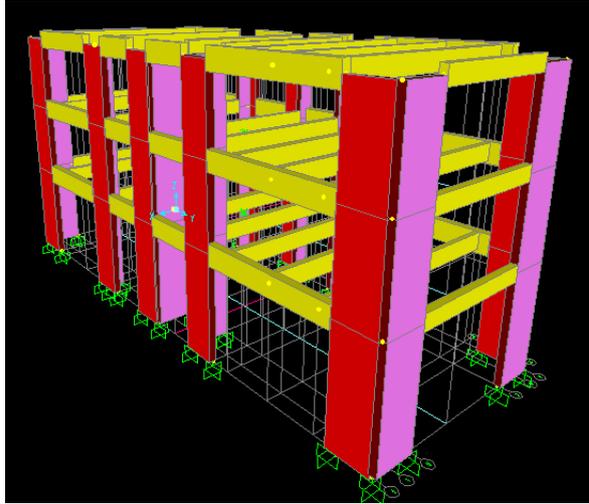


Fig. 15 Modelo en 3d del block A. Fuente: SAP-2000 versión educativa.

3.4.6. ANÁLISIS SISMORRESISTENTE

Según las indicaciones de las normas de diseño sísmico E.030 -2003 y 2016, se realizaron los cálculos respectivos de las fuerzas horizontales para los análisis sísmicos estáticos y factor de amplificación sísmica para los análisis sísmicos dinámicos. La secuencia de pasos se describirá a continuación:

3.4.6.1. CÁLCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL

Las fuerzas horizontales en el análisis sísmico estático se calcularon mediante las siguientes consideraciones. En primer lugar se calculará el periodo fundamental de la edificación según la siguiente fórmula (RNE, 2003 y RNE, 2016):

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

En donde:

T = período fundamental

h_n = altura nominal

C_t = coeficiente para estimar el periodo predominante de un T edificio.

3.4.6.2. CÁLCULO DE FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

Seguido se calculó el factor de amplificación sísmica de acuerdo a la siguiente relación (RNE, 2003 y RNE, 2016):

$$C = 2.5 \frac{T_p}{T} ; C \leq 2,5$$

Donde:

T = período fundamental.

T_p = período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.

C = coeficiente de amplificación sísmica.

El valor calculado de C es mayor a 2.5 por lo tanto se consideró 2.5 como se indica en la norma E030.

3.4.6.3. CÁLCULO DE FUERZA CORTANTE SÍSMICA ESTÁTICA

Se calcularon las fuerzas cortantes en la base de cada block mediante la siguiente ecuación (RNE, 2003):

$$V = \frac{ZUCS}{R} P.$$

Dónde:

V = Fuerza cortante en la base de la estructura

Z = Factor de zona

U = Facto de uso

C = coeficiente de amplificación sísmica.

S = factor de suelo

R = factor de reducción sísmica.

3.4.6.4. CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA

El factor de escala sísmica en el análisis dinámico se calculó según la siguiente relación (RNE, 2003):

$$F. E. = \frac{ZUSg}{R}$$

En donde:

$F.E.$ = factor de escala

g = aceleración de la gravedad

3.4.6.5. CÁLCULO DE EXCENRICIDAD ACCIDENTAL

Se incorporaron a los modelos las excentricidades accidentales mencionadas en la norma, se calculan de acuerdo a las siguientes ecuaciones (RNE, 2003 y RNE, 2016):

$$ex = 0.05 Lx .$$

Lx = longitud en planta en el eje x

ex = excentricidad accidental en el eje x

$$ey = 0.05 Ly .$$

Ly = longitud en planta en el eje y

ey = excentricidad accidental en el eje y

Así mismo se muestra el espectro para un suelo intermedio, empleado para el análisis dinámico modal espectral:

Tabla 19 Espectro para un suelo intermedio según norma E030 de 2003.

SUELO INTERMEDIO ($T_p = 0,6$ s)	
T	C
0	2.5
0.6	2.5
0.7	2.14
0.8	1.87
0.9	1.67
1	1.5
2	0.75
3	0.5
4	0.38
5	0.3
6	0.25
7	0.21
8	0.19

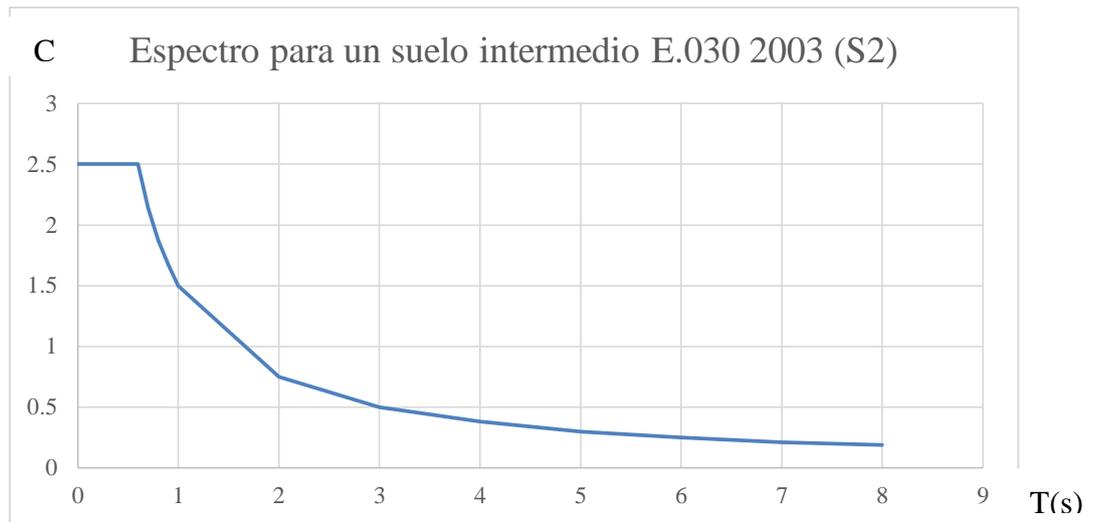


Fig. 16 Espectro para un suelo intermedio E030 (2003).

Tabla 20 Espectro para un suelo intermedio según norma E030 de 2016.

SUELO INTERMEDIO ($T_p = 0,6s$ y $T_l = 2$)	
T	C
0	2.5
0.6	2.5
0.7	2.14
0.8	1.88
0.9	1.67
1	1.50
2	0.75
3	0.33
4	0.19
5	0.12
6	0.08
7	0.06
8	0.05

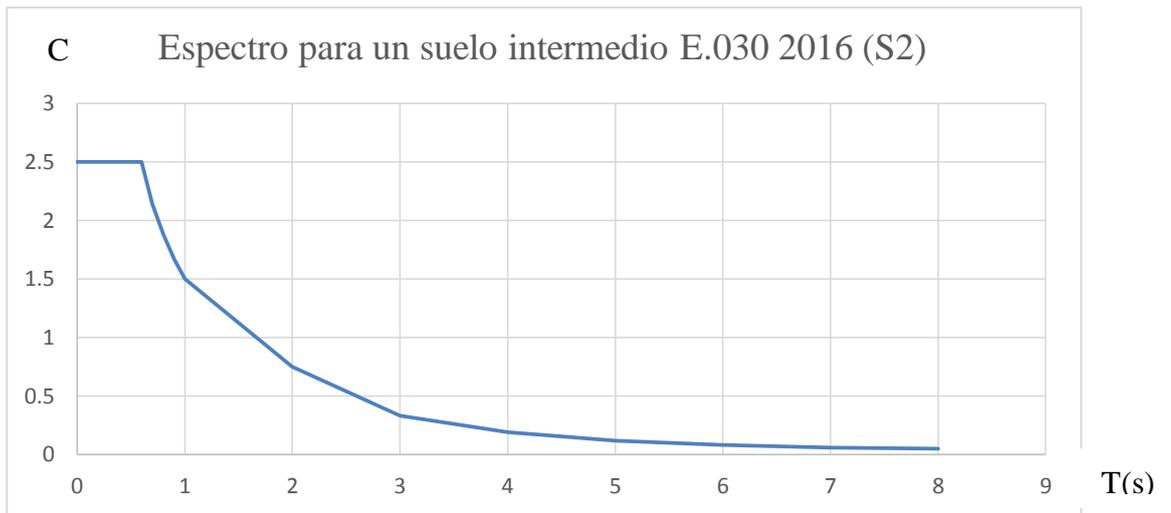


Fig. 17 Espectro para un suelo intermedio E030 (2016).

Para valores de periodos mayores a 2, los valores del factor de reducción sísmica fueron mayores para el espectro de la norma E030 del 2016.

Se ejecutó el análisis estructural en el software SAP-2000. Se recabarán los resultados de desplazamiento absolutos de los centros de masa de acuerdo a cada nivel. Esta información se detalla en el capítulo de resultados

Se calcularon los desplazamientos relativos a cada nivel, se determinaron las derivas y se compararon con las derivas admisibles indicadas en las normas E.030 2003. Estos resultados se muestran en el siguiente capítulo.

3.4.6.6. CÁLCULO DE JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA

La junta de separación sísmica hace referencia a la distancia mínima que se debe de tener entre 2 edificaciones. En la norma E.030 de 2003 se le hace referencia como “junta de separación sísmica”. En cambio, en la norma E.030 de 2016 se le hace llamar a esta misma distancia “separación entre edificios”. A continuación se muestra lo indicado en dichas normas.

A. JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA SEGÚN NORMA E.030 DE 2003

En el artículo 15 de la norma E.030 de 2003 se indican las consideraciones que se debe de tener para las juntas de separación sísmica. A continuación se indican las dichas consideraciones:

“Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico. Esta distancia mínima no será menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$S = 3 + 0,004 (h - 500) \text{ (h y s en centímetros)}$$

$$S > 3 \text{ cm}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s.

El Edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según Artículo 16 (16.4) ni menores que $s/2$.”

B. SEPARACIÓN ENTRE EDIFICIOS SEGÚN NORMA E.030 DE 2016

De igual forma, en el artículo 5.3 de la norma E.030 de 2016 se indican las consideraciones que debe de tener para determinar la separación entre edificios:

“Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia no será menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s.

El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores de $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según el numeral 5.1 ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio deberá separarse de la edificación existente el valor de $s/2$ que le corresponde más el valor $s/2$ de la estructura vecina.”

3.4.7. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

3.4.7.1. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2003

En los siguientes cuadros se muestran los procedimientos a considerar para determinar las irregularidades en planta o en altura según las normas

Tabla 21 Consideraciones para determinar irregularidades en planta según norma E.030 de 2003.

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando
Para calcular esta irregularidad en altura es necesario verificar la suma de las secciones de las placas de los 3 niveles de la edificación.
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando
Para esta irregularidad se empleará la información calculada del metrado de cargas, se compararán las masas de los entresijos consecutivos.
Irregularidad Geométrica Vertical
Para calcular esta irregularidad en altura es necesario verificar la suma de las secciones de las placas de los 3 niveles de la edificación ninguna exceda en 130% del nivel adyacente.
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes
Esta irregularidad se puede detectar revisando los planos en planta y cortes de la estructura e identificando los elementos con discontinuidad estructural.

Tabla 22 Consideraciones para determinar irregularidades en altura según norma E.030 de 2016.

Irregularidad Torsional
Esta tipo de irregularidad se puede determinar luego de haber realizado el análisis sísmico en la edificación.
Esquinas Entrantes
Esta irregularidad se puede constatar revisando las aberturas en el diafragma en los planos en planta de la edificación.
Irregularidad Geométrica Vertical
Para calcular esta irregularidad en altura es necesario verificar la suma de las secciones de las placas de los 3 niveles de la edificación ninguna exceda en 130% a la adyacente.
Discontinuidad Del diafragma
Esta irregularidad se puede constatar revisando las aberturas en el diafragma en los planos en planta de la edificación.

3.4.7.2. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2016

En los siguientes cuadros se muestran los procedimientos a considerar para determinar las irregularidades en planta o en altura según las normas
Tabla 23 Consideraciones para determinar irregularidades en planta según norma E.030 de 2016.

Irregularidad Torsional
Esta tipo de irregularidad se puede determinar luego de haber realizado el análisis sísmico en la edificación.
Irregularidad Torsional Extrema
Esta tipo de irregularidad se puede determinar luego de haber realizado el análisis sísmico en la edificación.
Esquinas Entrantes
Esta irregularidad se puede constatar revisando las aberturas en el diafragma en los planos en planta de la edificación.
Discontinuidad del Diafragma
Esta irregularidad se puede constatar revisando las aberturas en el diafragma en los planos en planta de la edificación.
Sistemas No Paralelos
Esta irregularidad se puede constatar revisando las aberturas en el diafragma en los planos en planta de la edificación.

Tabla 24 Consideraciones para determinar irregularidades en altura según norma E.030 de 2016.

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando
Esta tipo de irregularidad se puede determinar luego de haber realizado el análisis sísmico en la edificación.
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil
Para calcular esta irregularidad en altura es necesario verificar la suma de las secciones de las placas de los 3 niveles de la edificación.
Irregularidad Extrema de Rigidez
Esta tipo de irregularidad se puede determinar luego de haber realizado el análisis sísmico en la edificación

Irregularidad de Resistencia
Para calcular esta irregularidad en altura es necesario verificar la suma de las secciones de las placas de los 3 niveles de la edificación.
Irregularidad de Masa o Peso
Para esta irregularidad se empleará la información calculada del metrado de cargas , se compararán las masas de los entresijos consecutivos
Irregularidad Geométrica Vertical
Para calcular esta irregularidad en altura es necesario verificar las suma de las secciones de las placas de los 3 niveles de la edificación ninguna exceda en 130% del nivel adyacente
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes
Esta irregularidad se puede detectar revisando los planos en planta y cortes de la estructura e identificando los elementos con discontinuidad estructural.
Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes
Esta irregularidad se puede detectar revisando los planos en planta y cortes de la estructura e identificando los elementos con discontinuidad estructural.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para poder diferenciar los procedimientos que son exclusivos de la norma E.030 de 2003 o 2016 o son comunes para ambas se le agregará la notación E.030 2003, E.030 2016 o CAM (Común en Ambas Normas).

4.1. METRADO DE CARGAS (CAN):

Este procedimiento se detalla en el metrado de carga adjunto en los anexos. A continuación se muestran el resumen de los metrados de cargas por piso y peso total por block.

Tabla 25 Cuadro resumen de pesos por piso block 1

	(Tn)
Piso 1	284.67
Piso 2	263.06
Piso 3	259.17
Total	806.91

Tabla 26 Cuadro resumen de pesos por piso block 2

	(Tn)
Piso 1	365.73
Piso 2	361.69
Piso 3	249.54
Total	976.96

Tabla 27 Cuadro resumen de pesos por piso block 3

	(Tn)
Piso 1	304.82
Piso 2	373.57
Piso 3	297.67
Total	976.06

4.2. CÁLCULO DE MASAS ROTACIONALES Y TRASLACIONALES (CAN)

A continuación, se indican las masas traslacionales por block:

Tabla 28 Masas traslacionales block 1

	(Tn.s ² /m)
Mt.(piso1)	29.02
Mt.(piso2)	26.82
Mt.(piso3)	26.42

Tabla 29 Masas traslacionales block 2

	(Tn.s ² /m)
Mt.(piso1)	37.28
Mt.(piso2)	36.87
Mt.(piso3)	25.44

Tabla 30 Masas traslacionales block 3

	(Tn.s ² /m)
Mt.(piso1)	31.07
Mt.(piso2)	38.08
Mt.(piso3)	30.34

A continuación se muestran los momentos de inercia respecto a los ejes X e Y, el área en planta, masa traslacional y masa rotacional por nivel y block.

Tabla 31 Cálculo de masa rotacional block 1

	Ix (m ⁴)	Iy (m ⁴)	Área (m ²)	(Ix+Iy)/A	Mt. (Tn. s ² /m)	Mr. (Tn.m. s ²)
Piso 1	12575.13	1846.88	240.48	59.97	29.02	1740.30
Piso 2	12566.20	1846.58	239.97	60.06	26.82	1610.56
Piso 3	12566.20	1846.57	239.97	60.06	26.42	1586.77

Tabla 32 Cálculo de masa rotacional block 2

	Ix(m ⁴)	Iy(m ⁴)	Área(m ²)	(Ix+Iy)/A	Mt. (Tn. s ² /m)	Mr. (Tn.m. s ²)
Piso 1	3990.13	12898.71	280.75	55.65	37.28	2074.75
Piso 2	5193.75	11326.47	297.15	60.89	36.87	2244.85
Piso 3	3649.50	11326.47	276.72	54.12	25.44	1376.68

Tabla 33 Cálculo de masa rotacional block 3

	$I_x(m^4)$	$I_y(m^4)$	Área(m ²)	$(I_x+I_y)/A$	Mt. (Tn. s ² /m)	Mr. (Tn.m. s ²)
Piso 1	4990.55	4060.06	198.48	45.60	31.07	1416.92
Piso 2	6510.51	7989.04	292.59	49.56	38.08	1887.13
Piso 3	6378.94	8040.48	292.19	49.35	30.34	1497.45

4.3. CÁLCULO DE PERÍODO FUNDAMENTAL (CAN)

En el cuadro siguiente se indican los valores considerados para cada uno de los blocks.

Tabla 34 Cálculo de Período fundamental

	C_T	h_n (m)	T (s)
Block 1	45	12.25	0.272
Block 2	45	12.25	0.272
Block 3	45	12.25	0.272

4.4. CÁLCULO DE FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (CAN)

En el cuadro siguiente se indican los valores considerados para cada uno de los blocks y el valor de T_p de un suelo intermedio como se indica en el estudio de mecánica de suelo.

Tabla 35 Calculo de coeficiente de amplificación sísmica.

	T (s)	T_p (s)	C
Block 1	0.272	0.6	2.5
Block 2	0.272	0.6	2.5
Block 3	0.272	0.6	2.5

4.5. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

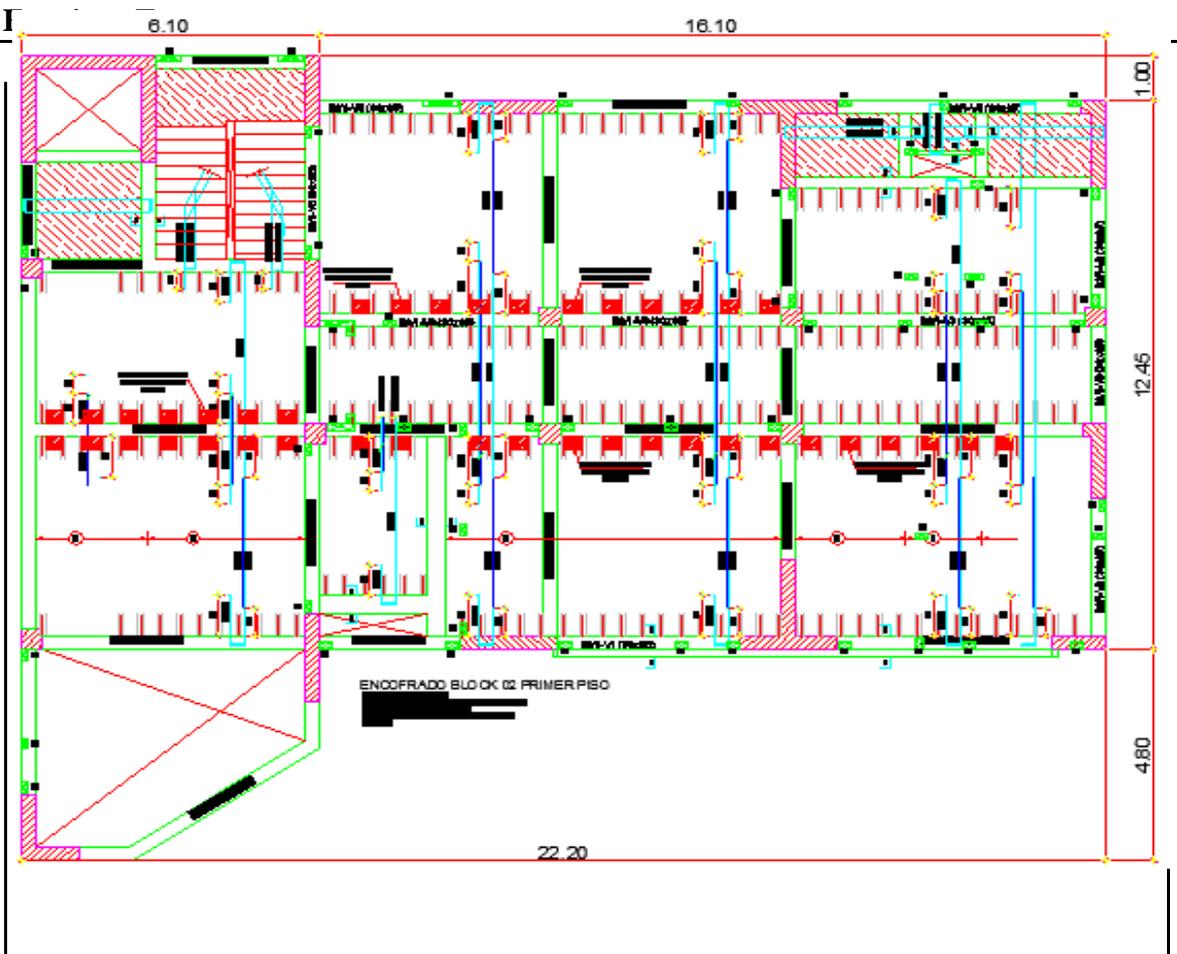
4.5.1. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2003

En el cuadro siguiente se muestran las irregularidades presentes en los blocks de la edificación.

Tabla 36 Irregularidades en altura según norma E.030 de 2003.

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.
Irregularidad Geométrica Vertical
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.

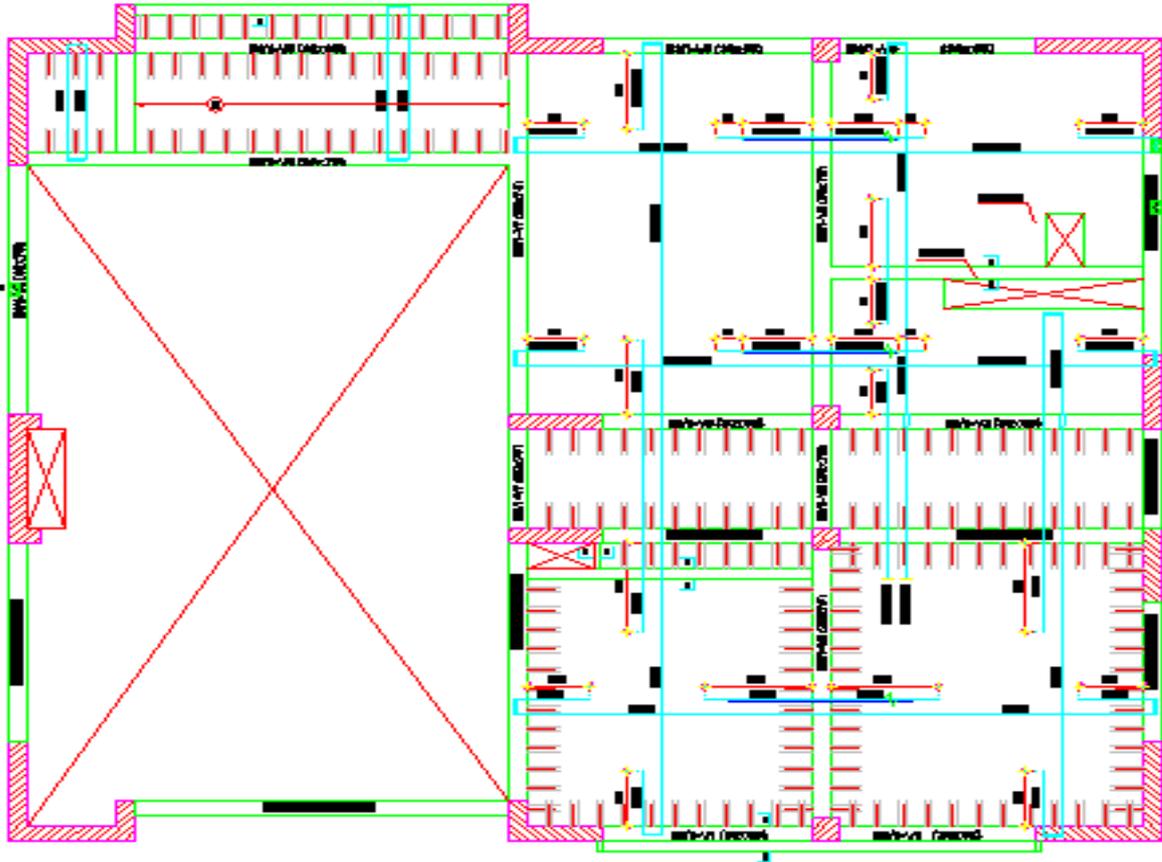
Tabla 37 Irregularidades en planta según norma E.030 de 2003.

Irregularidad Torsional
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.
 <p>The diagram is a detailed architectural floor plan of the first floor of Block 02. It shows a grid of structural columns and beams. Dimensions are provided: a top section of 6.10 and 16.10, a right-side section of 1.00 and 12.45, and a bottom section of 22.20 and 4.80. The plan includes various structural elements like walls, columns, and beams, with some areas highlighted in red and green. A section line 'I-I' is indicated at the top left. The text 'ENCOFRADO BLOCK 02 PRIMER PISO' is visible in the lower central part of the plan.</p>
En el Block 2 se presentan esquinas entrantes, por lo tanto se consideró este block como irregular por esquinas entrantes.

Irregularidad Geométrica Vertical

No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.

Discontinuidad Del diafragma



En el Block 3 se presentan una abertura considerable en el diafragma, por lo tanto se consideró este block como irregular por discontinuidad de diafragma.

En los cuadros anteriores se muestran las irregularidades consideradas en los análisis sísmicos según la norma E.030 de 2003. Cabe señalar que se encontraron irregularidades en altura en los Block 2 y 3. Por lo tanto en los cálculos de las fuerzas horizontales y factor de escala sísmica se castigara el factor R multiplicando por 0.75.

4.5.2. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES SEGÚN NORMA E.030 DE 2016

En el cuadro siguiente se muestran las irregularidades presentes en los blocks de la edificación.

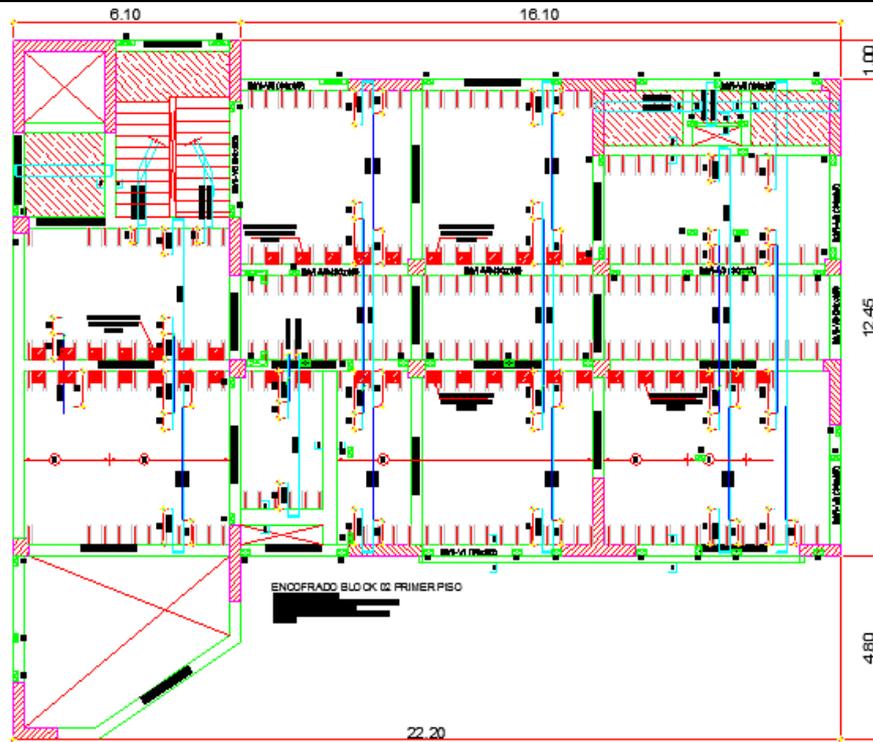
Tabla 38 Irregularidades en altura según norma E.030 de 2016.

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	0,75
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	
Irregularidad Extrema de Rigidez	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	0,50
Irregularidad de Resistencia	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	
Irregularidad de Masa o Peso	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	0,90
Irregularidad Geométrica Vertical	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	0,90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	0,80
Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	0,60

Tabla 39 Irregularidades en planta según norma E.030 de 2016.

Irregularidad Torsional	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block	0,75
Irregularidad Torsional Extrema	
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	0,75

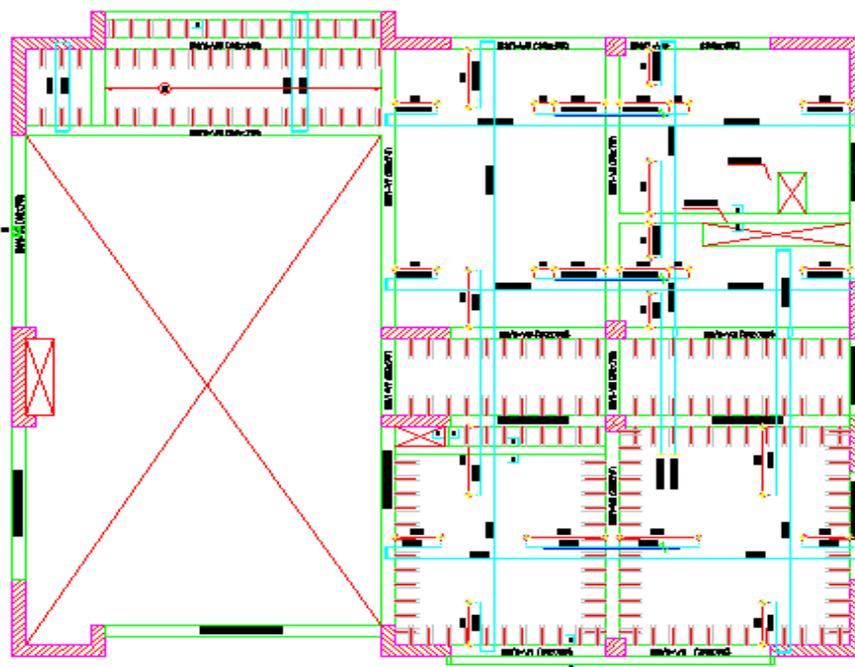
Esquinas Entrantes



0,90

En el Block 2 se presentan esquinas entrantes, por lo tanto se consideró este block como irregular por esquinas entrantes.

Discontinuidad Del diafragma



0,85

En el Block 3 se presentan una abertura considerable en el diafragma, por lo tanto se consideró este block como irregular por discontinuidad de diafragma.

Sistemas No Paralelos	0,90
No se presentó esta irregularidad en ninguno de los 3 Block.	

En los cuadros anteriores se muestran las irregularidades consideradas en los análisis sísmicos según la norma E.030 de 2016. Cabe señalar que se encontraron irregularidades en altura en los Block 2 y 3. Por lo tanto en los cálculos de las fuerzas horizontales y factor de escala sísmica se castigara el factor R multiplicando por 0.90 y 0.85 respectivamente.

4.6. CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE

4.6.1. CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE E.030 2003

Se consideró el valor del factor de reducción sísmica 0.75 en los casos que presentaba alguna irregularidad

En el cuadro siguiente se indican cada uno de los factores considerados para cada block según la norma E030 del 2003.

Tabla 40 Cálculo de fuerza cortante E030 (2003).

	Z	U	C	S	R	Irregularidad	Peso (Tn)	V (Tn)
Block 1	0.4	1.5	2.5	1.2	6	No	806.91	242.07
Block 2	0.4	1.5	2.5	1.2	6	Si	976.96	390.79
Block 3	0.4	1.5	2.5	1.2	6	Si	976.06	390.42

En el cuadro anterior se puede apreciar la cortante en la base de la estructura, esta fuerza horizontal nos sirve para representar la fuerza sísmica estática. Cabe señalar que esta fuerza es un porcentaje del peso total de la edificación.

Así mismo, es necesario calcular las fuerzas horizontales en cada uno de los pisos para los blocks a diseñar.

En los cuadros siguientes se muestran las fuerzas horizontales requeridas para representar el análisis sísmico para cada nivel en cada uno de los blocks.

Tabla 41 Fuerzas cortantes por piso block 1 según norma E030 - 2003

	Peso (Tn)	$\sum \Delta h_{ei}$ (m)	V(Tn)	$\sum P x h_{ei}$	$P x h_{ei}$	Fi (Tn)
Piso 1	284.67	4.75	242.07	6763.03	1352.18	48.40
Piso 2	263.06	8.5	242.07	6763.03	2236.01	80.03
Piso 3	259.17	12.25	242.07	6763.03	3174.83	113.64

Tabla 42 Fuerzas cortantes por piso block 2 según norma E030 - 2003

	Peso (Tn)	$\sum \Delta h_{ei}$ (m)	V(Tn)	$\sum P x h_{ei}$	$P x h_{ei}$	Fi (Tn)
Piso 1	365.73	4.75	390.79	7868.45	1737.22	86.28
Piso 2	361.69	8.50	390.79	7868.45	3074.37	152.69
Piso 3	249.54	12.25	390.79	7868.45	3056.87	151.82

Tabla 43 Fuerzas cortantes por piso block 3 según norma E030 - 2003

	Peso (Tn)	$\sum \Delta h_{ei}$ (m)	V(Tn)	$\sum P x h_{ei}$	$P x h_{ei}$	Fi (Tn)
Piso 1	304.82	4.75	390.42	8269.70	1447.90	68.36
Piso 2	373.57	8.50	390.42	8269.70	3175.35	149.91
Piso 3	297.67	12.25	390.42	8269.70	3646.46	172.15

4.6.2. CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE E.030 2016

Así mismo, a continuación se muestra los factores considerados para el análisis sísmico estático por la norma E030 de 2016 y la fuerza cortante para cada uno de los blocks de la edificación.

Tabla 44 Cálculo de fuerza cortante E030 (2016).

	Z	U	C	S	R	Irregularidad	F. Irregularidad	Peso (Tn)	V (Tn)
Block 1	0.45	1.5	2.5	1.05	6	No	-	806.91	238.29
Block 2	0.45	1.5	2.5	1.05	6	Si	0.9	976.96	320.57
Block 3	0.45	1.5	2.5	1.05	6	Si	0.85	976.06	339.11

Cabe señalar que las fuerzas cortantes mostradas son menores a las calculadas por la norma E030 2003.

A continuación se muestran las fuerzas horizontales requeridas para representar el análisis sísmico para cada nivel en cada uno de los blocks.

Tabla 45 Fuerzas cortantes por piso block 1 según norma E030 – 2016.

	Peso (Tn)	$\sum \Delta h_{ei}$ (m)	V (Tn)	$\sum P x h_{ei}$	$P x h_{ei}$	Fi (Tn)
Piso 1	284.67	4.75	238.29	6763.03	1352.18	47.64
Piso 2	263.06	8.5	238.29	6763.03	2236.01	78.78
Piso 3	259.17	12.25	238.29	6763.03	3174.83	111.86

Tabla 46 Fuerzas cortantes por piso block 2 según norma E030 – 2016.

	Peso (Tn)	$\sum \Delta h_{ei}$ (m)	V (Tn)	$\sum P x h_{ei}$	$P x h_{ei}$	Fi (Tn)
Piso 1	365.73	4.75	320.57	7868.45	1737.22	70.78
Piso 2	361.69	8.5	320.57	7868.45	3074.37	125.25
Piso 3	249.54	12.25	320.57	7868.45	3056.87	124.54

Tabla 47 Fuerzas cortantes por piso block 3 según norma E030 – 2016.

	Peso (Tn)	$\sum \Delta h_{ei}$ (m)	V (Tn)	$\sum P \times h_{ei}$	$P \times h_{ei}$	Fi (Tn)
Piso 1	304.82	4.75	339.11	8269.70	1447.90	59.37
Piso 2	373.57	8.5	339.11	8269.70	3175.35	130.21
Piso 3	297.67	12.25	339.11	8269.70	3646.46	149.53

Las fuerzas distribuidas cortantes en los entrepisos de cada uno de los blocks mostradas en las Tablas 6-21,6-22 y 6-23 son menores a las mostradas para el análisis sísmico según la norma E.030 de 2003.

4.6.3. CUADRO COMPARATIVO DE FUERZAS CORTANTES E.030 2003 Y 2016

En el sentido de poder comparar las cortantes basales de cada uno de los blocks se desarrolló un cuadro comparativo donde se resumen las fuerzas cortantes según la norma E.030 de 2003 y 2016.

Tabla 48 Cuadro comparativo entre fuerzas basales según norma E.030 de 2003 y 2016.

	Cortante Basal E.030 2003 (Tn)	Cortante Basal E.030 2016 (Tn)	Variación porcentual entre E.030 2003 y 2016
Block 1	242.07	238.29	1.56%
Block 2	390.79	320.57	17.97%
Block 3	390.42	339.11	13.14%

En el cuadro anterior se muestran las cortantes basales de cada uno de los blocks, asimismo se muestra la variación porcentual de las cortantes respecto a las cortantes calculadas según la norma E.030 de 2003. En ellas se puede apreciar que en los 3 blocks analizados las cortantes de la norma E.030 de 2003 son mayores, en todos los blocks, a las cortantes calculadas en la norma E.030 de 2016.

4.7. CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA

4.7.1. CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA E.030 2003

Seguido se muestra los parámetros que intervienen en el cálculo del factor de escala sísmica (F.E.) según la norma E.030 de 2003 para cada uno de los block a analizar.

Tabla 49 Cálculo de factor de escala E030 (2003).

	Z	U	S	g	R	Irregularidad	F.E.
Block 1	0.4	1.5	1.2	9.81	6	No	1.1772
Block 2	0.4	1.5	1.2	9.81	6	Si	1.5696
Block 3	0.4	1.5	1.2	9.81	6	Si	1.5696

Este factor es necesario para considerar el espectro de pseudo-aceleraciones en el modelo para el análisis sísmico dinámico. Este factor incorpora las características de zona, uso y suelo en el modelo.

4.7.2. CÁLCULO DE FACTOR DE ESCALA SÍSMICA E.030 2016

Asimismo se muestra los parámetros que intervienen en el cálculo del factor de escala sísmica (F.E.) según la norma E.030 de 2016 para cada uno de los block a analizar.

Tabla 50 Cálculo de factor de escala E.030 (2016).

	Z	U	S	g(m/s ²)	R	Irregularidad	Factor de irregularidad	F.E.
Block 1	0.45	1.5	1.05	9.81	6	No		1.1588
Block 2	0.45	1.5	1.05	9.81	6	Si	0.9	1.2876
Block 3	0.45	1.5	1.05	9.81	6	Si	0.85	1.3633

La tabla anterior muestra cálculos similares a la Tabla 6-25. Cabe señalar que los factores de escala sísmica calculados por la norma E030 de 2016 son menores debido a que el factor S de suelo es 12.5% menor que en la norma E030 de 2003.

4.8. UBICACIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS

En la norma E.030 se indica la ubicación de las fuerzas sísmicas en la losa de cada entrepiso. Esta ubicación se considera como el centroide de la losa más la excentricidad accidentales en los sentidos X e Y de análisis, las cuales se muestran a continuación. Además se muestra el cálculo y ubicación de los centros de masa, de los cuales se muestra la comparación de la ubicación de las fuerzas considerando la excentricidad accidental.

4.8.1. CÁLCULO DE EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL (CAN)

A continuación se muestra un cuadro indicando las excentricidades calculadas por pisos y blocks:

Tabla 51 Excentricidades Accidentales por piso

		Lx (m)	Ly (m)	Ex (m)	Ey (m)
Block 1	Piso 1	9.60	25.03	0.4800	1.2515
	Piso 2	9.60	25.03	0.4800	1.2515
	Piso 3	9.60	25.03	0.4800	1.2515
Block 2	Piso 1	23.18	11.74	1.1592	0.5868
	Piso 2	23.18	11.7354	1.1592	0.5868
	Piso 3	23.18	11.7354	1.1592	0.5868
Block 3	Piso 1	23.53	17.9348	1.1764	0.8967
	Piso 2	18.25	16.7492	0.9124	0.8375
	Piso 3	18.25	16.7492	0.9124	0.8375

Cabe señalar que en el block 3 no muestra las mismas excentricidades en todos sus niveles, esto es debido a tener una abertura en el diafragma del techo del primer piso. Esto ocasiona un desplazamiento en el centroide de la losa.

4.8.2. CÁLCULO DEL CENTRO DE MASA

Para los 3 blocks se calcularon los centros de masas de cada uno de los entrepisos, para esto se utilizó la herramienta ETABS 2016 .Es importante comparar los centros de masa con las excentricidades accidentales, debido a que las losas de los entrepisos están compuestas por diferentes tipos de losas, es decir losas aligeradas en un sentido, en dos sentidos y losas sólidas.

Tabla 52: Ubicación de centro de masa.

		Masa X (Tn)	Masa Y(Tn)	X (m)	Y (m)
Block 1	Piso 1	61,6543	61,6543	4.5634	13.2539
	Piso 2	61,6543	61,6543	4.5634	13.2539
	Piso 3	61,6543	61,6543	4.5634	13.2539
Block 2	Piso 1	85,4288	85,4288	10.1426	5.2011
	Piso 2	84,9470	84,9470	9.9740	5.11035
	Piso 3	70,7844	70,7844	10.5030	5.43455
Block 3	Piso 1	67,0544	67054.4	9.7617	8.2107
	Piso 2	76,8457	76845.7	8.62162	8.0951
	Piso 3	83,4013	83401.3	8.74856	8.1558

En el cuadro anterior se muestran las masa de cada una de las losas de los entrepisos, asimismo se muestra la ubicación de los centros de masas en coordenadas X e Y.

Teniendo en cuenta las ubicaciones de las fuerzas sísmicas en las tablas 6-27 y 6-28 se puede comparar en la tabla siguiente:

Tabla 53 : Comparación de ubicación de fuerzas sísmicas.

		Centro de Masa		Excentricidad Accidental	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
Block 1	Piso 1	4.5634	13.2539	5.28	13.7665
	Piso 2	4.5634	13.2539	5.28	13.7665
	Piso 3	4.5634	13.2539	5.28	13.7665
Block 2	Piso 1	10.1426	5.2011	12.7492	6.4568
	Piso 2	9.9740	5.1104	12.7492	6.4545
	Piso 3	10.503	5.4346	12.7492	6.4545
Block 3	Piso 1	9.7617	8.2107	12.9414	9.8641
	Piso 2	8.62162	8.0951	10.0374	9.2121
	Piso 3	8.74856	8.15581	10.0374	9.2121

En la tabla anterior se puede apreciar que las mayores distancias de excentricidad son las calculadas mediante la excentricidad accidental, debido a esto es adecuado indicar esta distancia como excentricidad en el modelado de las fuerzas sísmicas.

4.9. RESULTADOS DE ANÁLISIS SÍMICO ESTÁTICO SEGÚN NORMA E030 2003

A continuación se mostraran los desplazamientos y derivas de los 3 blocks de la edificación calculadas a través del análisis sísmico estático para los 3 blocks analizado. Considerando un factor de suelos S2.

Cabe señalar la nomenclatura usada en la norma E.030 para los siguientes términos usados en los cuadros mostrados en adelante:

$D_{x,y}$ = Desplazamiento absoluto en sentido X o Y (m)

D_i = Desplazamiento relativo (m)

Tabla 54 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2003 en la dirección X.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_x (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.010306	0.010306	0.0022	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.026558	0.016252	0.0043	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.043381	0.016823	0.0045	0.007	OK

Tabla 55 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2003 en la dirección Y.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_y (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.003887	0.003887	0.0008	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.009031	0.005144	0.0014	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.013290	0.004259	0.0011	0.007	OK

Tabla 56 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2003 en la dirección X.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_x (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01289	0.01289	0.0027	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.03064	0.01776	0.0047	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.04546	0.01482	0.0040	0.007	OK

Tabla 57 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2003 en la dirección Y.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_y (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01240	0.01240	0.0026	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.02943	0.01703	0.0045	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.04574	0.01631	0.0043	0.007	OK

Tabla 58 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2003 en la dirección X.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_x (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.015804	0.015804	0.0033	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.037912	0.022108	0.0059	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.057625	0.019713	0.0053	0.007	OK

Tabla 59 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2003 en la dirección Y.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_y (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01229	0.01229	0.0026	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.027107	0.014817	0.0040	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.039687	0.01258	0.0034	0.007	OK

4.10. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL

A continuación se muestra las tablas de participación modal extraídas del software SAP-2000, estas tablas se indica los periodos de vibración y los desplazamientos máximos obtenido para cada análisis modal.

Tabla 60 Participación de masas block 1

Tabla: Ratios de participación de masa en análisis modal.						
Caso de salida	Tipo de Paso	Num. De Paso	Period	UX	UY	UZ
		Sin unidad.	(s)	Sin unidad.	Sin unidad.	Sin unidad.
MODAL	Mode	1	0.288878	0.783776	0.000028	0
MODAL	Mode	2	0.167526	0.000306	0.513237	0
MODAL	Mode	3	0.154101	0.001038	0.31536	0
MODAL	Mode	4	0.058465	0.177142	9.601E-07	0
MODAL	Mode	5	0.041632	0.000072	0.133827	0
MODAL	Mode	6	0.034598	0.00066	0.005104	0
MODAL	Mode	7	0.022735	0.036552	0.000018	0
MODAL	Mode	8	0.01798	0.000071	0.031364	0
MODAL	Mode	9	0.014796	0.000383	0.001061	0

Fuente: SAP 2000 v14. Versión educativa.

En la tabla de resultados anterior se indica que los periodos calculados para el primer modo de vibración es 0.2887 segundos y tiene un desplazamiento en X de 0.7837. Asimismo el segundo modo de vibración es 0.1675 segundos y tiene un desplazamiento en Y de 0.5132.

Tabla 61 Participación de masas block 2

Tabla: Ratios de participación de masa en análisis modal.						
Caso de salida	Tipo de Paso	Num. De Paso	Período	UX	UY	UZ
		Sin unidad.	(s)	Sin unidad.	Sin unidad.	Sin unidad.
MODAL	Mode	1	0.263018	0.330184	0.422211	0
MODAL	Mode	2	0.250378	0.473631	0.334485	0
MODAL	Mode	3	0.16439	0.014852	0.050621	0
MODAL	Mode	4	0.065913	0.062884	0.064924	0
MODAL	Mode	5	0.06184	0.077601	0.069549	0
MODAL	Mode	6	0.039684	0.004247	0.012195	0
MODAL	Mode	7	0.027242	0.036038	0.000601	0
MODAL	Mode	8	0.02513	0.000535	0.041438	0
MODAL	Mode	9	0.017069	0.00003	0.003975	0

Fuente: SAP 2000 v14. Versión educativa.

En la tabla de resultados anterior se indica que los periodos calculados para el primer modo de vibración es 0.25038 segundos y tiene un desplazamiento en X de 0.473631. Asimismo el segundo modo de vibración es 0.26302 segundos y tiene un desplazamiento en Y de 0.4222.

Tabla 62 Participación de masas block 3

Tabla: Ratios de participación de masa en análisis modal.						
Caso de salida	Tipo de Paso	Num. De Paso	Período	UX	UY	UZ
		Sin unidad	(s)	Sin unidad.	Sin unidad.	Sin unidad.
MODAL	Mode	1	0.293702	0.820165	0.012604	0
MODAL	Mode	2	0.24747	0.012225	0.815493	0
MODAL	Mode	3	0.142788	0.000015	0.018526	0
MODAL	Mode	4	0.066679	0.122153	0.006722	0
MODAL	Mode	5	0.06004	0.007972	0.109743	0
MODAL	Mode	6	0.032231	0.000975	0.000093	0
MODAL	Mode	7	0.026586	0.034728	0.001122	0
MODAL	Mode	8	0.024615	0.00153	0.033008	0
MODAL	Mode	9	0.013325	0.000236	0.00269	0

Fuente: SAP 2000 v14. Versión educativa.

En la tabla de resultados anterior se indica que los periodos calculados para el primer modo de vibración es 0.2937 segundos y tiene un desplazamiento en X de

0.82. Asimismo el segundo modo de vibración es 0.24747 segundos y tiene un desplazamiento en Y de 0.815493.

En la gráfica mostrada a continuación se muestra los diferentes valores de C.

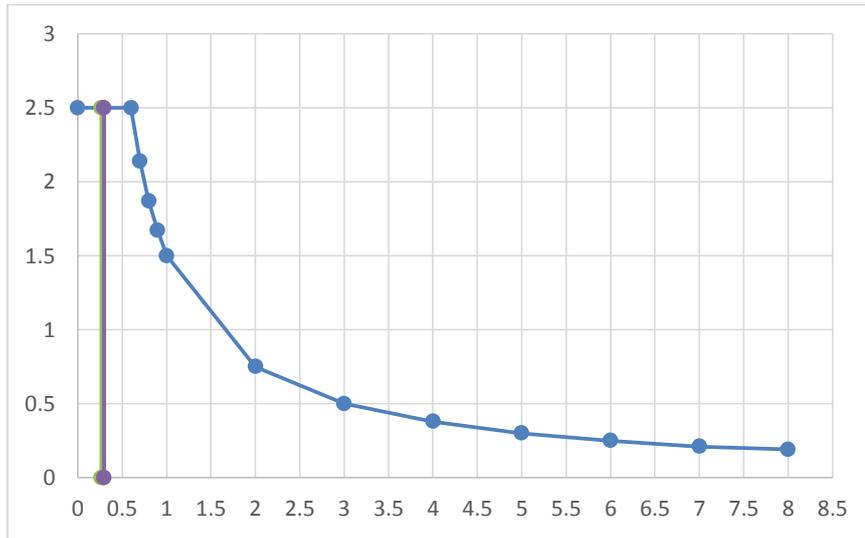


Fig. 18 Espectro de Pseudo aceleraciones con períodos de los blocks en el sentido de análisis X.

Tabla 63 Períodos de los blocks en el sentido de análisis X.

BLOCK	T (s)	T (s) de suelo
1	0.288878	0.6
2	0.263018	0.6
3	0.293702	0.6

La tabla anterior muestra los valores de períodos en el sentido X de los blocks 1,2 y 3 se puede apreciar que el valor de T es menor al periodo del suelo (0.6s), es decir que para los análisis sísmicos en los 3 blocks se debe considerar para una

mejor interpretación de fenómeno sísmico la fuerza sísmica estática completa.

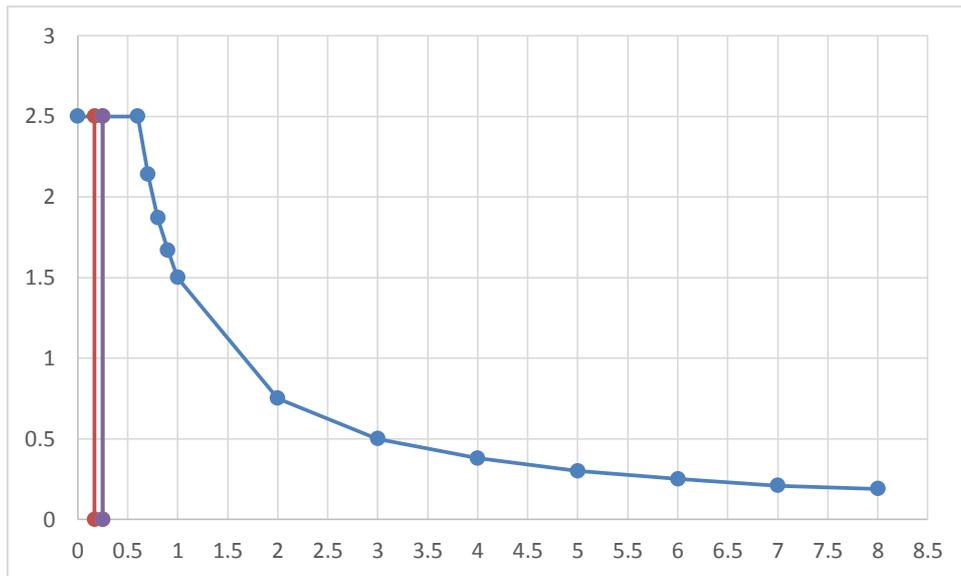


Fig. 19 Espectro de Pseudo aceleraciones con períodos de los blocks en el sentido de análisis Y.

Tabla 64 Períodos de los blocks en el sentido de análisis Y.

BLOCK	T
1	0.167526
2	0.250378
3	0.24747

La tabla anterior muestra los valores de periodos en el sentido Y de los blocks 1,2 y 3 se puede apreciar que el valor de T es menor al periodo del suelo (0.6s), es decir que para los análisis sísmicos en los 3 blocks se debe considerar para una mejor interpretación de fenómeno sísmico la fuerza sísmica estática completa. Es decir con un valor de C de 2.5.

Debido a lo mencionado, los desplazamientos considerados para los análisis dinámicos serán menores a los calculados por los análisis estáticos.

4.11. RESULTADOS DE ANÁLISIS SÍMICO ESTÁTICO SEGÚN NORMA E030 2016

Seguido se mostraran los resultados del análisis sísmico estático según la norma E030 de 2016 para un suelo S2 en los 3 blocks de la edificación.

Tabla 65 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2016 en la dirección X.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_x (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01015	0.01015	0.0021	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.02614	0.01600	0.0043	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.04270	0.01656	0.0044	0.007	OK

Tabla 66 Derivas de block 1 según la norma E030 de 2016 en la dirección Y.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_y (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.00383	0.00383	0.0008	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.00889	0.00506	0.0014	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.01308	0.00419	0.0011	0.007	OK

Tabla 67 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2016 en la dirección X.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_x (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01057	0.01057	0.0022	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.02514	0.01457	0.0039	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.03730	0.01216	0.0032	0.007	OK

Tabla 68 Derivas de block 2 según la norma E030 de 2016 en la dirección Y.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_y (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01017	0.01017	0.0021	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.02414	0.01397	0.0037	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.03752	0.01338	0.0036	0.007	OK

Tabla 69 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2016 en la dirección X.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_x (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01373	0.01373	0.0029	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.03293	0.01920	0.0051	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.05005	0.01712	0.0046	0.007	OK

Tabla 70 Derivas de block 3 según la norma E030 de 2016 en la dirección Y.

Nivel	Δh_{ei} (m)	D_y (m)	D_i (m)	Deriva	Deriva máx	Cumple
1er Piso	4.75	0.01068	0.01068	0.0022	0.007	OK
2do Piso	3.75	0.02355	0.01287	0.0034	0.007	OK
3er Piso	3.75	0.03447	0.01093	0.0029	0.007	OK

En los cuadros anteriores podemos apreciar que las derivas calculadas para los blocks 1, 2 y 3 en los sentidos X e Y cumplen satisfactoriamente con la deriva máxima indicada en la norma E030 – 2016.

4.12. CUADRO COMPARATIVO DE DERIVAS SEGÚN NORMA E.030 DE 2003 Y 2016

En el cuadro 6-47 se muestra las derivas resultantes de los análisis sísmicos estáticos según las normas E.030 de 2003 y 2016. Cabe señalar se le dio mayor relevancia a análisis sísmico en esta investigación ya que se verifico que los períodos de las estructuras son menores al período del suelo (0.6 s)

Tabla 71 Cuadro resumen de derivas calculadas según norma E.030 de 2003 y 2016.

		E.030 de 2003		E.030 de 2016		Variación porcentual entre 2003 y 2016	
		Deriva X	Deriva Y	Deriva X	Deriva Y	X	Y
BLOCK 1	PISO 1	0.0022	0.0008	0.0021	0.0008	-2.92%	0.00%
	PISO 2	0.0043	0.0014	0.0043	0.0014	-0.79%	-3.54%
	PISO 3	0.0045	0.0011	0.0044	0.0011	-1.87%	0.00%
BLOCK 2	PISO 1	0.0027	0.0026	0.0022	0.0021	-17.57%	-17.63%
	PISO 2	0.0047	0.0045	0.0039	0.0037	-17.36%	-17.23%
	PISO 3	0.0040	0.0043	0.0032	0.0036	-18.95%	-17.04%
BLOCK 3	PISO 1	0.0033	0.0026	0.0029	0.0022	-12.43%	-13.56%
	PISO 2	0.0059	0.0040	0.0051	0.0034	-13.21%	-14.20%
	PISO 3	0.0053	0.0034	0.0046	0.0029	-13.85%	-14.30%
		PROMEDIO				-10.99%	-10.83%

En la Tabla anterior se aprecia que las derivas calculadas por la norma E.030 de 2016 son en promedio menores en 10.99% (sentido X) y 10.83%(sentido Y) a los calculados por la norma E.030 de 2003. Además se puede apreciar que las derivas calculadas por la norma E.030 de 2016 en el block 1 son porcentualmente las mismas a las calculadas por la norma E.030 de 2003. Asimismo, en los blocks 2 y 3 se aprecia una mayor variación entre las derivas calculadas según las 2 versiones de la norma, siendo menores las calculadas por la versión más reciente de la norma en ambos sentidos de análisis.

A continuación, se muestran las derivas de los 3 niveles en todos los blocks calculadas según la norma E.030 de 2003. Además, la diferencia porcentual que tienen estas derivas respecto a la deriva máxima estipulada en dicha norma.

Tabla 72 Comparación porcentual de derivas calculadas con deriva máxima según análisis de norma E.030 2003.

		E.030 de 2003		% Menor a la deriva máx 2003 (0.007)	
		Deriva X	Deriva Y	X	Y
BLOCK 1	PISO 1	0.0022	0.0008	68.57%	88.57%
	PISO 2	0.0043	0.0014	38.57%	80.00%
	PISO 3	0.0045	0.0011	35.71%	84.29%
BLOCK 2	PISO 1	0.0027	0.0026	61.43%	62.86%
	PISO 2	0.0047	0.0045	32.86%	35.71%
	PISO 3	0.004	0.0043	42.86%	38.57%
BLOCK 3	PISO 1	0.0033	0.0026	52.86%	62.86%
	PISO 2	0.0059	0.004	15.71%	42.86%
	PISO 3	0.0053	0.0034	24.29%	51.43%
PROMERDIO				41.43%	60.79%

En la tabla anterior se muestran las derivas calculadas según la norma E.030 de 2003 y la diferencia porcentual que tienen respecto a la deriva máxima estipulada en dicho reglamento (0.007). Podemos apreciar que la deriva mínima calculada es la que tiene mayor porcentaje de diferencia, es decir en el sentido X e Y de análisis la deriva del Block 1 piso 1 tiene la mayor diferencia porcentual. Además como medida referencial de todos Blocks se ha calculado el promedio de las derivas de los 3 blocks en ambos sentidos de análisis, de estas 2 podemos ver que las derivas en el sentido Y de análisis tienen una mayor diferencia (60.79%) con la deriva máxima señalada para esta norma que el promedio de derivas en el sentido X (41.43%) de análisis.

En la Tabla siguiente se muestran los valores de las derivas calculadas según la norma E.030 de 2016. Cabe señalar que se muestran ambos sentidos analizados, se indica el nivel y block.

Tabla 73 Comparación porcentual de derivas calculadas con deriva máxima según análisis de norma E.030 2016.

		E.030 de 2016		% Menor a la deriva máx 2016 (0.007)	
		Deriva X	Deriva Y	X	Y
BLOCK 1	PISO 1	0.0021	0.0008	69.49%	88.49%
	PISO 2	0.0043	0.0014	39.06%	80.71%
	PISO 3	0.0044	0.0011	36.91%	84.03%
BLOCK 2	PISO 1	0.0022	0.0021	68.20%	69.40%
	PISO 2	0.0039	0.0037	44.51%	46.79%
	PISO 3	0.0032	0.0036	53.68%	49.04%
BLOCK 3	PISO 1	0.0029	0.0022	58.72%	67.89%
	PISO 2	0.0051	0.0034	26.85%	50.97%
	PISO 3	0.0046	0.0029	34.77%	58.37%
PROMERDIO				48.02%	66.19%

De igual forma que en la Tabla 6-48 en la Tabla 6-49 se muestran las derivas calculadas según la norma E.030 de 2016 y las diferencias porcentuales que tienen estas con la deriva máxima estipulada en dicha norma. En esta Tabla podemos apreciar que todas las derivas cumplen con ser menores de la deriva máxima (0.007). Por lo tanto las diferencias porcentuales de estos blocks son positivas. Asimismo si comparamos los promedio porcentuales de las derivas de los sentidos análisis X e Y en la tabla anterior con los de la Tabla 6-46 respectivamente, podemos apreciar que los promedios en el sentido X de análisis según la norma E.030 de 2016 (48.02%) son mayores a los calculados por la norma E.030 de 2003 (41.43%) , asimismo los valores para el sentido Y de análisis tiene una condición similar , para el análisis según la norma E.030 de 2016 (66.19%) es mayor a la calculada por la norma E.030 de 2003 (60.79%) : Por lo tanto los valores de las derivas calculadas por la norma E.030 de 2016 son menores a las calculadas por la E.030 de 2003.

4.13. CUADRO COMPARATIVO JUNTAS SÍSMICAS SEGÚN NORMA E.030 DE 2003 Y 2016

Otra de las consideraciones que debemos tener en cuenta según la norma E.030 son las juntas sísmicas. Debido a que en el proyecto se considera 3 edificaciones o blocks independientes y contiguas, es importante que calculemos las juntas sísmicas entre los blocks 1-2 y los blocks 2-3.

A continuación, en las tablas 6-30, 6-32 y 6-34 se muestran los desplazamientos máximos del último nivel según el análisis sísmico según la norma E.030 de 2003. A partir de los desplazamientos máximos por nivel en el sentido X de análisis, la altura de la edificación y lo indicado en la norma E.030 se muestran los cálculos para las juntas sísmicas en el cuadro siguiente:

Tabla 74: Junta sísmica según la norma E.030 de 2003.

	Nivel	Δh_{si} (m)	D_x (m)	$S = (Dx1 + Dx2) \times 2/3$ (m)	$S = 3 + 0.004 \times (h-500)$ (m)	Junta considerada por el proyectista (m)
BLOCK 1	3er Piso	11.25	0.043381	0.059	0.055	0.05
BLOCK 2	3er Piso	11.25	0.04546			

BLOCK 2	3er Piso	11.25	0.0455	0.069	0.055	0.05
BLOCK 3	3er Piso	11.25	0.0576			

En la quinta columna de la tabla anterior se observa el cálculo de la junta sísmica considerando los dos tercios de la suma de los desplazamientos máximos según el análisis sísmico. En la sexta columna se puede apreciar una relación empírica tomando en cuenta la altura de la edificación. De estas dos columnas, según lo indicado en la norma, se debe de considerar el mayor resultado como junta sísmica. Además en la tabla anterior se muestra la junta sísmica señalada por el proyectista en los planos de estructuras.

Asimismo, en las tablas 6-41, 6-43 y 6-45 se muestran los desplazamientos máximos del último nivel según el análisis sísmico según la norma E.030 de 2016. A partir de los desplazamientos máximos por nivel en el sentido X de análisis, la altura de la edificación y lo indicado en la norma E.030 se muestran los cálculos para las juntas sísmicas en el cuadro siguiente:

Tabla 75: Junta sísmica según la norma E.030 de 2016.

	Nivel	Δh_{gi} (m)	D_x (m)	$S = (Dx1 + Dx2) \times 2/3$ (m)	$S = 0.006 \times h$ (m)	Junta considerada por el proyectista (m)
BLOCK 1	3er Piso	11.25	0.0427	0.053	0.0675	0.05
BLOCK 2	3er Piso	11.25	0.0373			

BLOCK 2	3er Piso	11.25	0.0373	0.058	0.0675	0.05
BLOCK 3	3er Piso	11.25	0.0501			

En la quinta columna de la tabla anterior se observa el cálculo de la junta sísmica considerando los dos tercios de la suma de los desplazamientos máximos según el análisis sísmico. En la sexta columna se puede apreciar una relación empírica tomando en cuenta la altura de la edificación. De estas dos columnas, según lo indicado en la norma, se debe de considerar el mayor resultado como junta sísmica. Además en la tabla anterior se muestra la junta sísmica señalada por el proyectista en los planos de estructuras.

V. CONCLUSIONES

- En la Tabla comparativa 6-47 se indica la diferencia porcentual entre el promedio de derivas calculadas según la norma E.030 de 2003 y 2016 , las cuales son -10.99% en el sentido X de análisis y -10.83% en el sentido Y de análisis. Por lo tanto se puede concluir que para este caso específico, las solicitaciones sísmicas calculadas por la norma E.030 de 2003 son mayores que las de la norma de 2016.
- En la Tabla 6-48 se indica la diferencia porcentual entre el promedio de derivas calculadas según la norma E.030 de 2003 y la deriva máxima indicada en dicha norma (0.007) , las cuales son 41.43% en el sentido X y 60.79% en el sentido Y. Cabe señalar que la menor diferencia porcentual por piso es 15.71%. Considerando lo antes señalado, se puede concluir que los 3 blocks analizados cumple con el control de derivas indicado en la norma E.030 de 2003, es decir cumple con la norma E.030 de 2003.
- En la Tabla 6-49 se indica la diferencia porcentual entre el promedio de derivas calculadas según la norma E.030 de 2016 y la deriva máxima indicada en dicha norma (0.007) , las cuales son 48.02% en el sentido X y 66.19% en el sentido Y. Cabe señalar que la menor diferencia porcentual por piso es 26.85%. Considerando lo antes señalado, se puede concluir que los 3 blocks analizados cumple con el control de derivas indicado en la norma E.030 de 2016, es decir cumple con la norma E.030 de 2016.
- Debido a los resultados obtenidos descritos en las Tablas 6-48 y 6-49, en los cuales se muestran que las derivas calculadas, para los 3 blocks analizados, cumplen satisfactoriamente con ser menores a la deriva máxima, es decir cumplen con el control de derivas de la norma E.030 de 2016. Por lo tanto, no es necesario realizar modificaciones estructurales para rigidizar la estructura.
- En las tablas 6-50 y 6-51 se muestra la separación entre edificios calculadas con ambas normas y comparadas con las propuestas en los planos estructurales del proyecto original, de las cuales se puede afirmar que las juntas calculadas por las normas son mayores a las indicadas en los planos.
- Comparando las juntas sísmicas propuestas por las normas E.030 de 2003 y 2016 se puede apreciar que las juntas sísmicas propuestas por la norma E.030 de 2016 tienen mayores dimensión, es decir que a pesar de que los desplazamientos calculados según la norma E.030 de 2003 son mayores, en las consideraciones de juntas sísmicas la norma E.030 de 2016 tiene una mayor rigurosidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Según lo mostrado en las tablas 6-50 y 6-51, se recomienda reconsiderar la distancia mínima de separación sísmica en los planos estructurales.
- Se sugiere realizar una evaluación de las edificaciones de la UNALM para determinar el cumplimiento de control de derivas según la norma E.030 de 2016.
- Debido a la variación de las fuerzas sísmicas de análisis se recomienda la revisión del diseño estructural con la fines de optimización.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE, L (2004), Control de la deriva en las normas de diseño Sismoresistente, Pontificia Universidad Católica del Perú, Sección Ingeniería Civil.

BAZAN, E; MELI, R (2002), Diseño Sísmico de Edificios, Editorial LIMUSA S.A., D.F. MÉXICO

CSI COMPUTERS & STRUCTURES INC. (2013).CSI CARIBE. Obtenido del CSI (<http://csicaribe.com/software/>)(Consulta 11 de noviembre del 2016)

HARMSSEN, T (2005), Diseño de Estructura de Concreto Armado, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú.

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (2014) *Conceptos Básicos*. Obtenido de Conceptos Básicos: (Consulta 11 de noviembre del 2016) (http://www.igp.gob./portal/index.php?option=com_content&view=article&id=337&lang=es)

MUÑOZ, A.; OTTAZZI, G.; QUIJUN, D. (2016) Seminario de Actualización de la Norma Técnica Peruana E.030 2016 (En Línea), Lima, PUCP, (Consulta 11 de enero del 2017) (<https://www.youtube.com/watch?v=IIDVV2CWsrQ>)

PIQUE.D. & SCALETTI H. (1991) Análisis Sísmico de Edificios Lima, Colegio de Ingenieros del Perú, Perú.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2003) .NORMA E.020 Cargas. Lima –Perú: El Peruano.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2003) .NORMA E.030 Diseño Sismoresistente. Lima –Perú: El Peruano.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2016) .NORMA E.030 Diseño Sismoresistente. Lima –Perú: El Peruano.

SARRIA, A (1995). Ingeniería Sísmica. Ediciones Uniandes. Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia.

SEAOC (1995), “Vision 2000 Report on performance based seismic engineering of buildings”, Structural Engineers Association of California, Volume I , Sacramento.

VILLAREAL, G (2013), Ingeniería Sismo-Resistente Prácticas y Exámenes UPC, Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L. , Trujillo – Perú.

WAKABAYASHI, M. (1988). Diseño de Estructuras Sismoresistentes. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MÉXICO. D.F. México.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. NORMA E.030 DE 2003

NORMA E.030

DISEÑO SISMORESISTENTE

CAPÍTULO I GENERALIDADES

Artículo 1.- NOMENCLATURA

Para efectos de la presente norma, se consideran las siguientes nomenclaturas:

C	Coefficiente de amplificación sísmica
C_T	Coefficiente para estimar el periodo predominante de un edificio
D_i	Desplazamiento elástico lateral del nivel "i" relativo al suelo
e	Excentricidad accidental
F_u	Fuerza horizontal en la azotea
F_i	Fuerza horizontal en el nivel "i"
g	Aceleración de la gravedad
hi	Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno
h_u	Altura del entrepiso "i"
h_t	Altura total de la edificación en metros
M_u	Momento torsor accidental en el nivel "i"
m	Número de modos usados en la combinación modal
n	Número de pisos del edificio
Ni	Sumatoria de los pesos sobre el nivel "i"
P	Peso total de la edificación
P_i	Peso del nivel "i"
R	Coefficiente de reducción de solicitaciones sísmicas
r	Respuesta estructural máxima elástica esperada
r_i	Respuestas elásticas correspondientes al modo "i"
S	Factor de suelo
S_u	Aceleración espectral
T	Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico
T_p	Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.
U	Factor de uso e Importancia
V	Fuerza cortante en la base de la estructura
V_i	Fuerza cortante en el entrepiso "i"
Z	Factor de zona
Q	Coefficiente de estabilidad para efecto P-delta global
Δ_i	Desplazamiento relativo del entrepiso "i"

Artículo 2.- ALCANCES

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en el Artículo 3.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.

Para el caso de estructuras especiales tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas, plantas nucleares y todas aquellas cuyo comportamiento difiera del de las edificaciones, se requieren

consideraciones adicionales que complementen las exigencias aplicables de la presente Norma.

Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros.

Artículo 3.- Filosofía y Principios del diseño sismorresistente

La filosofía del diseño sismorresistente consiste en:

- a) Evitar pérdidas de vidas
- b) Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- c) Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta Norma los siguientes principios para el diseño:

- a) La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.
- b) La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

Artículo 4.- PRESENTACIÓN DEL PROYECTO (DISPOSICIÓN TRANSITORIA)

Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberán llevar la firma de un Ingeniero civil colegiado, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

Los planos del proyecto estructural deberán contener como mínimo la siguiente información:

- a) Sistema estructural sismorresistente
- b) Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- c) Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Para su revisión y aprobación por la autoridad competente, los proyectos de edificaciones con más de 70 m de altura deberán estar respaldados con una memoria de datos y cálculos justificativos.

El empleo de materiales, sistemas estructurales y métodos constructivos diferentes a los indicados en esta Norma, deberán ser aprobados por la autoridad competente nombrada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y debe cumplir con lo establecido en este artículo y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y durabilidad.

CAPÍTULO II PARÁMETROS DE SITIO

Artículo 5.- ZONIFICACIÓN

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica. En el Anexo N° 1 se indican las provincias que corresponden a cada zona.



FIGURA N° 1

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N°1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
3	0,4
2	0,3
1	0,15

Artículo 6.- CONDICIONES LOCALES

6.1.- MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y ESTUDIOS DE SITIO

a) Microzonificación Sísmica

Son estudios multidisciplinarios, que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuefacción de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Será requisito la realización de los estudios de microzonificación en los siguientes casos:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Complejos industriales o similares.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

Los resultados de estudios de microzonificación serán aprobados por la autoridad competente, que puede solicitar informaciones o justificaciones complementarias en caso lo considere necesario.

b) Estudios de Sitio

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

6.2.- CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el período fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los tipos de perfiles de suelos son cuatro:

a) Perfil tipo S₁: Roca o suelos muy rígidos.

A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte similar al de una roca, en los que el período fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0,25 s, incluyéndose los casos en los que se cumpla sobre:

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20 m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100 kPa (1 kg/cm²), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con N > 30, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

b) Perfil tipo S₂: Suelos Intermedios.

Se clasifican como de este tipo los sitios con características Intermedias entre las indicadas para los perfiles S₁ y S₃.

c) Perfil tipo S₃: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el periodo fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es mayor que 0,6 s, Incluyéndose los casos en los que el espesor del estrato de suelo excede los valores siguientes:

Suelos Cohesivos	Resistencia al Corte típica en condición no drenada (kPa)	Espesor del estrato (m) (*)
Blandos	< 25	20
Medianamente compactos	25 - 50	25
Compactos	50 - 100	40
Muy compactos	100 - 200	60
Suelos Granulares	Valores N típicos en ensayos De penetración estándar (SPT)	Espesor del estrato (m) (*)
Sueltos	4 - 10	40
Medianamente densos	10 - 30	45
Densos	Mayor que 30	100

(*) Suelo con velocidad de onda de corte menor que el de una roca.

d) Perfil Tipo S₄: Condiciones excepcionales.

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables.

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de T_p y del factor de amplificación del suelo S, dados en la Tabla N°2.

En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrán usar los valores correspondientes al perfil tipo S₃. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S₄ cuando los estudios geotécnicos así lo determinen.

Tabla N°2 Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	T _p (s)	S
S ₁	Roca o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S ₂	Suelos intermedios	0,6	1,2
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

Artículo 7.- FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2,5$$

T es el periodo según se define en el Artículo 17 (17.2) ó en el Artículo 18 (18.2 a)

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo.

CAPÍTULO III REQUISITOS GENERALES

Artículo 8.- ASPECTOS GENERALES.

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las sollicitaciones sísmicas determinadas en la forma pre-escrita en esta Norma.

Deberá considerarse el posible efecto de los elementos no estructurales en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño de cada elemento o componente en estudio.

Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

Cuando sobre un sólo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30 % o más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entrepiso, dicho elemento deberá diseñarse para el 125 % de dicha fuerza.

Artículo 9.- CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE

El comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- a) Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- b) Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- c) Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- d) Resistencia adecuada.
- e) Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- f) Ductilidad.
- g) Deformación limitada.
- h) Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- i) Consideración de las condiciones locales.
- j) Buena práctica constructiva e Inspección estructural rigurosa.

Artículo 10.- CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 3. El coeficiente de uso e importancia (U), definido en la Tabla N° 3 se usará según la clasificación que se haga.

Tabla N° 3 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales.	1,3

	También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

(*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

Artículo 11.- CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados del factor de reducción de fuerza sísmica (Tabla N° 6).

a. **Estructuras Regulares.** Son las que no tienen discontinuidades significativas horizontales o verticales en su configuración resistente a cargas laterales.

b. **Estructuras Irregulares.** Se definen como estructuras irregulares aquellas que presentan una o más de las características indicadas en la Tabla N°4 o Tabla N° 5.

Tabla N° 4	
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	
Irregularidades de Rigidez – Piso blando	En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85 % de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90 % del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos. Para pisos de altura diferente multiplicar los valores anteriores por (h_i/h_a) donde h_i es altura diferente de piso y h_a es la altura típica de piso.
Irregularidad de Masa	Se considera que existe irregularidad de masa, cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas
Irregularidad Geométrica Vertical	La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas

laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.

Discontinuidad en los Sistemas Resistentes.
Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.

Tabla N° 5 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	
Irregularidad Torsional	Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible indicado en la Tabla N°8 del Artículo 15 (15.1). En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1,3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.
Esquinas Entrantes	La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.
Discontinuidad del Diafragma	Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.

Artículo 12.- SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección tal como se indica en la Tabla N°6.

Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R). Para el diseño por resistencia última las fuerzas sísmicas internas deben combinarse con factores de carga unitarios. En caso contrario podrá usarse como (R) los valores establecidos en Tabla N°6 previa multiplicación por el factor de carga de sismo correspondiente.

Tabla N° 6 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción, R Para estructuras regulares (*) (**)

Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	9,5
Otras estructuras de acero:	
Arrostres Excéntricos.	6,5
Arrostres en Cruz.	6,0
Concreto Armado	
Pórticos ⁽¹⁾ .	8
Dual ⁽²⁾ .	7
De muros estructurales ⁽³⁾ .	6
Muros de ductilidad limitada ⁽⁴⁾ .	4
Albafilería Armada o Confinada ⁽⁵⁾ .	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

1. Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de la NTE E.060 Concreto Armado. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
 2. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas obtenidas del análisis según Artículo 16 (16.2)
 3. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base.
 4. Edificación de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.
 5. Para diseño por esfuerzos admisibles el valor de R será 6
- (*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo Invertido.
- (**) Para estructuras Irregulares, los valores de R deben ser tomados como ¾ de los anotados en la Tabla.
Para construcciones de tierra referirse a la NTE E.080 Adobe.
Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S₃, ni se permite en suelos S₄.

Artículo 13.- CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse observando las características de regularidad y empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7 CATEGORÍA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES			
Categoría de la Edificación.	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A (**)	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual
		2 y 1	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
B	Regular o Irregular	3 y 2	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
		1	Cualquier sistema.
C	Regular o Irregular	3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(*) Para lograr los objetivos indicados en la Tabla N°3, la edificación será especialmente estructurada para resistir sismos severos.

(**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

Artículo 14.- PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

- Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos referidos en el Artículo 18.
- Las estructuras clasificadas como regulares según el artículo 10 de no más de 45 m de altura y las estructuras de muros portantes de no más de 15 m de altura, aún cuando sean irregulares, podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalentes del Artículo 17.

Artículo 15.- DESPLAZAMIENTOS LATERALES

a) Desplazamientos Laterales Permisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 16 (16.4), no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla N° 8.

Tabla N° 8 LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material Predominante	(Δ_i / h_{e_i})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

b) Junta de Separación sísmica (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s = 3 + 0,004 \cdot (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s > 3 \text{ cm}$$

donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .

El Edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según Artículo 16 (16.4) ni menores que $s/2$.

c) Estabilidad del Edificio

Deberá considerarse el efecto de la excentricidad de la carga vertical producida por los desplazamientos laterales de la edificación, (efecto P-delta) según se establece en el Artículo 16 (16.5).

La estabilidad al volteo del conjunto se verificará según se indica en el Artículo 21.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE EDIFICIOS

Artículo 16.- GENERALIDADES

a) Solicitaciones Sísmicas y Análisis

En concordancia con los principios de diseño sísmorresistente del Artículo 3, se acepta que las edificaciones tendrán incursiones inelásticas frente a sollicitaciones sísmicas severas. Por tanto las sollicitaciones sísmicas de diseño se consideran como una fracción de la sollicitación sísmica máxima elástica.

El análisis podrá desarrollarse usando las sollicitaciones sísmicas reducidas con un modelo de comportamiento elástico para la estructura.

b) Modelos para Análisis de Edificios

El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigidez que sean adecuadas para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución

en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes.

Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

c) **Peso de la Edificación**

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la Edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

d) **Desplazamientos Laterales**

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,75R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el Artículo 17 (17.3) ni el cortante mínimo en la base especificado en el Artículo 18 (18.2 d).

e) **Efectos de Segundo Orden (P-Delta)**

Los efectos de segundo orden deberán ser considerados cuando produzcan un incremento de más del 10 % en las fuerzas internas.

Para estimar la importancia de los efectos de segundo orden, podrá usarse para cada nivel el siguiente cociente como índice de estabilidad:

$$Q = \frac{N_i \cdot \Delta_i}{V_i \cdot h_{e_i} \cdot R}$$

Los efectos de segundo orden deberán ser tomados en cuenta cuando $Q > 0,1$

f) **Solicitaciones Sísmicas Verticales**

Estas solicitaciones se considerarán en el diseño de elementos verticales, en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio.

Artículo 17.- ANÁLISIS ESTÁTICO

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

Debe emplearse sólo para edificios sin Irregularidades y de baja altura según se establece en el Artículo 14 (14.2).

a) Período Fundamental

a.1) El período fundamental para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

$C_T = 45$ para edificios de concreto armado cuyos elementos sísmorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

$C_T = 60$ para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sísmorresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

a.2) También podrá usarse un procedimiento de análisis dinámico que considere las características de rigidez y distribución de masas en la estructura. Como una forma sencilla de este procedimiento puede usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n F_i \cdot D_i^2\right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n F_i \cdot D_i\right)}}$$

Cuando el procedimiento dinámico no considere el efecto de los elementos no estructurales, el período fundamental deberá tomarse como el 0,85 del valor obtenido por este método.

b) Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

c) Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Si el periodo fundamental T , es mayor que 0,7 s, una parte de la fuerza cortante V , denominada F_a , deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza F_a se determinará mediante la expresión:

$$F_a = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V$$

donde el periodo T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

El resto de la fuerza cortante, es decir $(V - F_a)$ se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

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

d) Efectos de Torsión

Se supondrá que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además el efecto de excentricidades accidentales como se indica a continuación.

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la de la acción de las fuerzas.

En cada nivel además de la fuerza actuante, se aplicará el momento accidental denominado M_t que se calcula como:

$$M_t = \pm F_i \cdot e_i$$

Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

e) Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso. Para las zonas 3 y 2 esta fracción será de 2/3 Z . Para la zona 1 no será necesario considerar este efecto.

Artículo 18.- ANÁLISIS DINÁMICO

a) Alcances

El análisis dinámico de las edificaciones podrá realizarse mediante procedimientos de combinación espectral o por medio de análisis tiempo-historia.

Para edificaciones convencionales podrá usarse el procedimiento de combinación espectral; y para edificaciones especiales deberá usarse un análisis tiempo-historia.

b) Análisis por combinación modal espectral

a.1) 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 las masas de la estructura.

a.2) Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

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.

a.3) 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 siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^n |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

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.

a.4) Fuerza Cortante Mínima 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 según el Artículo 17 (17.3) para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

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

a.5) Efectos de Torsión

La incertidumbre en la localización de los centros de masa 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.

c) Análisis Tiempo-Historia

El análisis tiempo historia se podrá realizar suponiendo comportamiento lineal y elástico y deberán utilizarse no menos de cinco registros de aceleraciones horizontales, correspondientes a sismos reales o artificiales. Estos registros deberán normalizarse de manera que la aceleración máxima corresponda al valor máximo esperado en el sitio.

Para edificaciones especialmente importantes el análisis dinámico tiempo-historia se efectuará considerando el comportamiento inelástico de los elementos de la estructura.

CAPÍTULO V CIMENTACIONES

Artículo 19.- GENERALIDADES

Las suposiciones que se hagan para los apoyos de la estructura deberán ser concordantes con las características propias del suelo de cimentación.

El diseño de las cimentaciones deberá hacerse de manera compatible con la distribución de fuerzas obtenida del análisis de la estructura.

Artículo 20.- CAPACIDAD PORTANTE

En todo estudio de mecánica de suelos deberán considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación. En los sitios en que pueda producirse licuefacción del suelo, debe efectuarse una investigación geotécnica que evalúe esta posibilidad y determine la solución más adecuada.

Para el cálculo de las presiones admisibles sobre el suelo de cimentación bajo acciones sísmicas, se emplearán los factores de seguridad mínimos indicados en la Norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" del presente Reglamento.

Artículo 21.- MOMENTO DE VOLTEO

Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo. El factor de seguridad deberá ser mayor o igual que 1,5.

Artículo 22.- ZAPATAS AISLADAS Y CAJONES

Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo S_3 y S_4 y para las zonas 3 y 2 se proveerá elementos de conexión, los que deben soportar en tracción o compresión,

una fuerza horizontal mínima equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.

Para el caso de pilotes y cajones deberá proveerse de vigas de conexión o deberá tenerse en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas solicitaciones. Los pilotes tendrán una armadura en tracción equivalente por lo menos al 15% de la carga vertical que soportan.

CAPÍTULO VI ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPO

Artículo 23.- Generalidades

Se consideran como elementos no-estructurales, aquellos que estando o no conectados al sistema resistente a fuerzas horizontales, su aporte a la rigidez del sistema es despreciable.

En el caso que los elementos no estructurales estén aislados del sistema estructural principal, estos deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica (V) asociada a su peso (P) tal como se indica a continuación.

$$V = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P$$

Los valores de U corresponden a los indicados en el Capítulo 3 y los valores de C_1 se tomarán de la Tabla N°9.

Tabla N° 9 VALORES DE C_1	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación en la cual la dirección de la fuerza es perpendicular a su plano. - Elementos cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	1,3
- Muros dentro de una edificación (dirección de la fuerza perpendicular a su plano).	0,9
- Cercos.	0,6
- Tanques, torres, letreros y chimeneas conectados a una parte del edificio considerando la fuerza en cualquier dirección.	0,9
- Pisos y techos que actúan como diafragmas con la dirección de la fuerza en su plano.	0,6

Para elementos no estructurales que estén unidos al sistema estructural principal y deban acompañar la deformación de la misma, deberá asegurarse que en caso de falla, no causen daños personales.

La conexión de equipos e instalaciones dentro de una edificación debe ser responsabilidad del especialista correspondiente. Cada especialista deberá garantizar que estos equipos e instalaciones no constituyan un riesgo durante un sismo y, de tratarse de instalaciones esenciales, deberá garantizar la continuación de su operatividad.

**CAPÍTULO VII
EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS**

Artículo 24.- GENERALIDADES

- a) Las estructuras dañadas por efectos del sismo deben ser evaluadas y reparadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron la falla y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico, acorde con los objetivos del diseño sísmorresistente anotada en el Capítulo 1.
- b) Ocurrido el evento sísmico la estructura deberá ser evaluada por un Ingeniero civil, quien deberá determinar si el estado de la edificación hace necesario el reforzamiento, reparación o demolición de la misma. El estudio deberá necesariamente considerar las características geotécnicas del sitio.
- c) La reparación deberá ser capaz de dotar a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos futuros.
- d) El proyecto de reparación o reforzamiento incluirá los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse.
- e) Para la reparación y el reforzamiento sísmico de edificaciones existentes se podrá emplear otros criterios y procedimientos diferentes a los indicados en esta Norma, con la debida justificación y aprobación de la autoridad competente.

**CAPÍTULO VIII
INSTRUMENTACIÓN**

Artículo 25.- REGISTRADORES ACELEROGRÁFICOS

En todas las zonas sísmicas los proyectos de edificaciones con un área igual o mayor de 10,000 m², deberán instrumentarse con un registrador acelerográfico triaxial.

Los registradores acelerográficos triaxiales deberán ser provistos por el propietario, con especificaciones técnicas aprobadas por el Instituto Geofísico del Perú.

Artículo 26.- UBICACIÓN

Los instrumentos deberán colocarse en una habitación de por lo menos 4 m² ubicado en el nivel inferior del edificio teniendo en cuenta un acceso fácil para su mantenimiento; y una apropiada iluminación, ventilación, suministro de energía eléctrica, y seguridad física y deberá identificarse claramente en el plano de arquitectura.

Artículo 27.- MANTENIMIENTO

El mantenimiento operativo, partes y componentes, material fungible y servicio de los instrumentos deberán ser provistos por los propietarios del edificio bajo control del Instituto Geofísico del Perú. La responsabilidad se mantendrá por 10 años.

Artículo 28.- DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los acelerogramas registrados por los Instrumentos, serán procesados por el Instituto Geofísico del Perú e integrados al Banco Nacional de Datos Geofísicos. Esta información es de dominio público y estará disponible a los usuarios a pedido.

Artículo 29.- REQUISITOS PARA LA FINALIZACIÓN DE OBRA

Para obtener el certificado de finalización de obra, y bajo responsabilidad del funcionario competente, el propietario deberá presentar un certificado de instalación, expedido por el Instituto Geofísico del Perú y además un contrato de servicio de mantenimiento operativo de los Instrumentos.

ANEXO N° 1 ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1 del Artículo 5.

A continuación se especifican las provincias de cada zona.

Zona 1

1. Departamento de Loreto. Provincias de Mariscal Ramón Castilla, Maynas y Requena.
2. Departamento de Ucayali. Provincia de Purús.
3. Departamento de Madre de Dios. Provincia de Tahuamanú.

Zona 2

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto, Alto Amazonas y Ucayali .
2. Departamento de Amazonas. Todas las provincias.
3. Departamento de San Martín. Todas las provincias.
4. Departamento de Huánuco. Todas las provincias.
5. Departamento de Ucayali. Provincias de Coronel Portillo, Atalaya y Padre Abad.
6. Departamento de Pasco. Todas las provincias.
7. Departamento de Junín. Todas las provincias.
8. Departamento de Huancavelica. Provincias de Acobamba, Angaraes, Churcampa, Tayacaja y Huancavelica.
9. Departamento de Ayacucho. Provincias de Sucre, Huamanga, Huanca y Vicoshuaman.
10. Departamento de Apurímac. Todas las provincias.
11. Departamento de Cusco. Todas las provincias.
12. Departamento de Madre de Dios. Provincias de Tambopata y Manú.
13. Departamento de Puno. Todas las provincias.

Zona 3

1. Departamento de Tumbes. Todas las provincias.
2. Departamento de Piura. Todas las provincias.
3. Departamento de Cajamarca. Todas las provincias.
4. Departamento de Lambayeque. Todas las provincias.
5. Departamento de La Libertad. Todas las provincias.
6. Departamento de Ancash. Todas las provincias.

7. Departamento de Lima. Todas las provincias.
8. Provincia Constitucional del Callao.
9. Departamento de Ica. Todas las provincias.
10. Departamento de Huancavelica. Provincias de Castrovirreyna y Huaytará.
11. Departamento de Ayacucho. Provincias de Cangallo, Huanca Sancos, Lucanas, Víctor Fajardo, Paríacochas y Paucar del Sara Sara.
12. Departamento de Arequipa. Todas las provincias.
13. Departamento de Moquegua. Todas las provincias.
14. Departamento de Tacna. Todas las provincias.

ANEXO N° 2

ESPECIFICACIONES NORMATIVAS PARA DISEÑO SISMORRESISTENTE EN EL CASO DE EDIFICACIONES DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA (EMDL)

1. DEFINICIONES Y LIMITACIONES

- 1.1 Los EMDL se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad en las dos direcciones está dada por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes. En este sistema los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola hilera. Los sistemas de piso son losas macizas o aligeradas que cumplen la función de diafragma rígido.
El máximo número de pisos que se puede construir con este sistema es de 7.
- 1.2 Cuando se emplee este sistema es edificios de mayor altura, los pisos inferiores por debajo de los 6 últimos niveles, deberán estar necesariamente estructurados en base a muros de concreto armado con espesores mayores o iguales a 0,15m, que permitan confinar sus extremos con estribos. Para el análisis y diseño sísmico del edificio se deberá usar $R = 4$ o $R = 4 \times 3/4$ si el edificio fuera irregular.

2. MODELO PARA ANÁLISIS DE LOS EMDL

- 2.1 Para lograr una aceptable representación de la rigidez del edificio y de la distribución de las solicitaciones internas, se deberá desarrollar un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros de direcciones perpendiculares. Para tal efecto, será necesario compatibilizar las deformaciones verticales en las zonas comunes de los muros en ambas direcciones, tanto para solicitaciones sísmicas como para cargas de gravedad.
Como alternativa de análisis se puede emplear modelos pseudo tridimensionales de pórticos planos, considerando la contribución de los muros perpendiculares. La longitud de la aleta contribuyente a cada lado del alma deberá ser el menor valor entre el 10% de la altura total del muro y la mitad de la distancia al muro adyacente paralelo.

3. DESPLAZAMIENTOS LATERALES PERMISIBLES

- 3.1 El máximo desplazamiento relativo de entrepiso (calculado según el artículo 16.4 de la NTE E.030 Diseño Sismorresistente), dividido entre la altura de entrepiso, no deberá exceder de 0,005.
- 3.2 Cuando para controlar los desplazamientos laterales se recurra a vigas de acoplamiento entre muros, éstas deben diseñarse para desarrollar comportamiento dúctil y deben tener un espesor mínimo de 0,15m.

4. IRREGULARIDADES EN ALTURA Y REQUISITOS DE DISEÑO

4.1 Cuando el edificio tenga muros discontinuos, se deberá cumplir con las siguientes exigencias:

- a. Para evitar la existencia de un piso blando, en cualquier entrepiso, el área transversal de los muros en cada dirección no podrá ser menos que el 90% del área correspondiente.
- b. El 50% de los muros deberá ser continuo con un área mayor o igual al 50% del área total de los muros en la dirección considerada.
- c. La resistencia y rigidez del entrepiso donde se produce la discontinuidad, así como los entrepisos Inmediato superior e Inmediato Inferior deberán estar proporcionada exclusivamente por los muros que son continuos en todos los niveles.
- d. El sistema de transferencia (parrilla, losa y elementos verticales de soporte) se deberá diseñar empleando un factor de reducción de fuerzas sísmicas (RST) igual al empleado en el edificio, R dividido entre 1,5, es decir, $RST = R/1,5$.
- e. Excepcionalmente se permitirá densidades de muros continuos inferiores a la indicada en (b), sólo para los entrepisos de sótanos. En este caso se podrá recurrir a sistemas de transferencia en el nivel correspondiente al techo del sótano debiéndose desarrollar un diseño por capacidad, de acuerdo a lo indicado en el acápite 4.2 de la especificaciones normativas para concreto armado en el caso de EMDL, y satisfaciendo adicionalmente lo indicado en (d).

El proyectista deberá presentar una memoria y notas de cálculo incluyendo los detalles del diseño para el sistema de transferencia y de los principales muros con responsabilidad sísmica.

ANEXO N° 3

"SISTEMAS DE PROTECCIÓN SÍSMICA", ESPECÍFICA PARA EL CASO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.

1.- Los establecimientos de salud, como hospitales, institutos o similares según clasificación del Ministerio de Salud, ubicados en las zonas sísmicas 3 y 2 del mapa sísmico del Perú, deben ser diseñados con sistemas de protección sísmica: aislación de base o dispositivos de disipación de energía. Las edificaciones que alojen los servicios indicados en la Tabla N° 1, deberán necesariamente ser dotadas de sistemas de aislación sísmica. En tanto no haya una norma técnica peruana, el diseño se hará de acuerdo al estándar ASCE/SEI 7 última edición.

2.- El proyecto, construcción y supervisión deben ser responsabilidad de Ingenieros civiles colegiados, de acuerdo a lo estipulado en el R.N.E.

TABLA N° 1
UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS DE SALUD

- 1 Consulta Externa
- 2 Emergencia
- 3 Hospitalización y UCI

- 4 Centro Quirúrgico y Obstétrico
- 5 Medicina de Rehabilitación
- 6 Farmacia
- 7 Patología Clínica
- 8 Diagnóstico por imágenes
- 9 Centro de hemoterapia o Banco de Sangre
- 10 Hemodiálisis
- 11 Nutrición y Dietética
- 12 Central de Esterilización
- 13 Radioterapia
- 14 Medicina Nuclear



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2016-VIVIENDA**

**DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA
LA NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO
SISMORRESISTENTE” DEL REGLAMENTO
NACIONAL DE EDIFICACIONES,
APROBADA POR DECRETO SUPREMO
N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON
DECRETO SUPREMO
N° 002-2014-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA LA NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, APROBADA POR DECRETO SUPREMO Nº 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON DECRETO SUPREMO Nº 002-2014-VIVIENDA

DECRETO SUPREMO
Nº 002-2016-VIVIENDA

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Ley Nº 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, es competencia del Ministerio formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar las políticas nacionales y sectoriales en materia de vivienda, construcción, saneamiento, urbanismo y desarrollo urbano, bienes estatales y propiedad urbana, para lo cual dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento;

Que, el Decreto Supremo Nº 015-2004-VIVIENDA, aprobó el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones, en adelante RNE, aplicable a las Habilitaciones Urbanas y a las Edificaciones, como instrumento técnico normativo que rige a nivel nacional, el cual contempla sesenta y nueve (69) Normas Técnicas;

Que, mediante Decreto Supremo Nº 011-2006-VIVIENDA, se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del RNE, comprendidas en el referido índice, y se constituyó la Comisión Permanente de Actualización del RNE, encargada de analizar y formular las propuestas para la actualización de las Normas Técnicas; precisándose que a la fecha las referidas normas han sido modificadas por sendos Decretos Supremos;

Que, es preciso señalar que con los Decretos Supremos Nº 001-2010-VIVIENDA y Nº 017-2012-VIVIENDA, se aprobaron dos normas técnicas adicionales, de acuerdo al Índice y a la Estructura del RNE aprobado mediante Decreto Supremo Nº 015-2004-VIVIENDA; y con los Decretos Supremos Nº 011-2012-VIVIENDA, Nº 005-2014-VIVIENDA y Nº 006-2014-VIVIENDA, se incorporaron tres nuevas normas al citado cuerpo legal;

Que, con Informe Nº 001-2015-CPARNE de fecha 17 de Junio de 2015, el Presidente de la Comisión Permanente de Actualización del RNE, eleva la propuesta de modificación de la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del RNE, aprobada con Decreto Supremo Nº 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo Nº 002-2014-VIVIENDA; la misma que ha sido materia de evaluación y aprobación por la mencionada Comisión conforme al Acta de aprobación de la Quincuagésima Segunda Sesión de fecha 10 de junio de 2015, que forma parte del expediente correspondiente;

Que, la propuesta normativa tiene por objeto actualizar la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" de acuerdo con las nuevas tecnologías en sismorresistencia y los avances científicos en el campo de la sismología, a fin de disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones nuevas, evitar las pérdidas de vidas humanas en caso de sismos y asegurar la continuidad de los servicios básicos;

Que, conforme a lo señalado por la Comisión Permanente de Actualización del RNE, corresponde disponer la modificación de la Norma Técnica a que se refiere el considerando anterior, a fin de actualizar y complementar su contenido; y,

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; el numeral 3) del artículo 11 de la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley Nº 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; y el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo Nº 010-2014-VIVIENDA, modificado por el Decreto Supremo Nº 006-2015-VIVIENDA;

DECRETA:

Artículo 1.- Modificación de la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE

Modifícase la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" contenida en el Numeral III.2 Estructuras,

del Título III Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, aprobada por Decreto Supremo Nº 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo Nº 002-2014-VIVIENDA, la cual forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Publicación y Difusión

Publícase el presente Decreto Supremo y la Norma Técnica a que se refiere el artículo 1 de la presente norma, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación en el Diario Oficial "El Peruano", de conformidad con lo dispuesto por el Decreto Supremo Nº 001-2009-JUS.

Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- Normativa aplicable a proyectos de inversión pública y procedimientos administrativos en trámite

Los proyectos de inversión pública que a la fecha de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, cuentan con la declaratoria de viabilidad en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP, y los procedimientos administrativos en los que se haya solicitado a las Municipalidades la licencia de edificación correspondiente, se rigen por la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo Nº 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo Nº 002-2014-VIVIENDA, hasta su conclusión.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de enero del año dos mil dieciséis.

OLLANTA HUMALATASSO
Presidente de la República

FRANCISCO ADOLFO DUMLER GUYA
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

NORMA TÉCNICA E.030

"DISEÑO SISMORRESISTENTE"

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

- 1.1 Nomenclatura
- 1.2 Alcances
- 1.3 Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente
- 1.4 Concepción Estructural Sismorresistente
- 1.5 Consideraciones Generales
- 1.6 Presentación del Proyecto

CAPÍTULO 2. PELIGRO SÍSMICO

- 2.1 Zonificación
- 2.2 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio
- 2.3 Condiciones Geotécnicas
- 2.4 Parámetros de Sitio (S , T_s y T_f)
- 2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

CAPÍTULO 3. CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

- 3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)
- 3.2 Sistemas Estructurales
- 3.3 Categoría y Sistemas Estructurales
- 3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_b)
- 3.5 Regularidad Estructural
- 3.6 Factores de Irregularidad (I_x , I_y)
- 3.7 Restricciones a la Irregularidad
- 3.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas,

R

3.9 Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

4.1 Consideraciones Generales para el Análisis
4.2 Modelos para el Análisis
4.3 Estimación del Peso (P)
4.4 Procedimientos de Análisis Sísmico
4.5 Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes
4.6 Análisis Dinámico Modal Espectral
4.7 Análisis Dinámico Tiempo - Historia

CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales
5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles
5.3 Separación entre Edificios (s)
5.4 Redundancia
5.5 Verificación de Resistencia Última

CAPÍTULO 6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPOS

6.1 Generalidades
6.2 Responsabilidad Profesional
6.3 Fuerzas de Diseño
6.4 Fuerza Horizontal Mínima
6.5 Fuerzas Sísmicas Verticales
6.6 Elementos no Estructurales Localizados en la Base de la Estructura, por Debajo de la Base y Cercos
6.7 Otras Estructuras
6.8 Diseño Utilizando el Método de los Esfuerzos Admisibles

CAPÍTULO 7 CIMENTACIONES

7.1 Generalidades
7.2 Capacidad Portante
7.3 Momento de Volteo
7.4 Cimentaciones sobre suelos flexibles o de baja capacidad portante

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS

8.1 Evaluación de estructuras después de un sismo
8.2 Reparación y reforzamiento

CAPÍTULO 9 INSTRUMENTACIÓN

9.1 Estaciones Acelerométricas
9.2 Requisitos para su Ubicación
9.3 Mantenimiento
9.4 Disponibilidad de Datos

ANEXOS

ANEXO Nº 1 ZONIFICACIÓN SÍSMICA

ANEXO Nº 2 PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Nomenclatura

Para efectos de la presente Norma Técnica, se consideran las siguientes nomenclaturas:

C Factor de amplificación sísmica.

C_s Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

d Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel l en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas F_l .

e_l Excentricidad accidental en el nivel l .

F_l Fuerza sísmica horizontal en el nivel l .

g Aceleración de la gravedad.

h_l Altura del nivel l con relación al nivel del terreno.

h_p Altura del entrepiso l .

h_t Altura total de la edificación en metros.

M_l Momento torsor accidental en el nivel l .

m Número de modos usados en la combinación modal.

n Número de pisos del edificio.

P Peso total de la edificación.

P_l Peso del nivel l .

R Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

r Respuesta estructural máxima elástica esperada.

r_l Respuestas elásticas máximas correspondientes al modo l .

S Factor de amplificación del suelo.

S_p Espectro de pseudo aceleraciones.

T Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico.

T_c Periodo que define la plataforma del factor C .

T_d Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

U Factor de uso o importancia.

V Fuerza cortante en la base de la estructura.

Z Factor de zona.

R_b Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

I_a Factor de Irregularidad en altura.

I_p Factor de Irregularidad en planta.

f_l Fuerza lateral en el nivel l .

\bar{v}_c Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.

\bar{N}_{60} Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.

\bar{R}_u Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada.

1.2 Alcance

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en numeral 1.3.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, al reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaran dañadas por la acción de los sismos.

El empleo de sistemas estructurales diferentes a los indicados en el numeral 3.2, deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

Para estructuras tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones, se podrá usar esta Norma en lo que sea aplicable.

Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: tsunamis, fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros.

1.3 Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente

La filosofía del Diseño Sismorresistente consiste en:

- a. Evitar pérdida de vidas humanas.
- b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la presente Norma los siguientes principios:

- a. La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- b. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
- c. Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla N° 5, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

1.4 Concepción Estructural Sísmoresistente

Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

1.5 Consideraciones Generales

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las sollicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados.

No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

Deberá considerarse el posible efecto de los tabiques, parapetos y otros elementos adosados en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

En concordancia con los principios de diseño sísmoresistente del numeral 1.3, se acepta que las edificaciones tengan incursiones inelásticas frente a sollicitaciones sísmicas severas. Por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño son una fracción de la sollicitación sísmica máxima elástica.

1.6 Presentación del Proyecto

Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberán estar firmados por el ingeniero civil colegiado responsable del diseño, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

Los planos del proyecto estructural deberán incluir la siguiente información:

- a. Sistema estructural sísmoresistente.
- b. Periodo fundamental de vibración en ambas direcciones principales.
- c. Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- d. Fuerza cortante en la base empleada para el diseño, en ambas direcciones.

- e. Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.
- f. La ubicación de las estaciones acelerométricas, si éstas se requieren conforme al Capítulo 9.

CAPÍTULO 2. PELIGRO SÍSMICO

2.1 Zonificación

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo N° 1 contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.

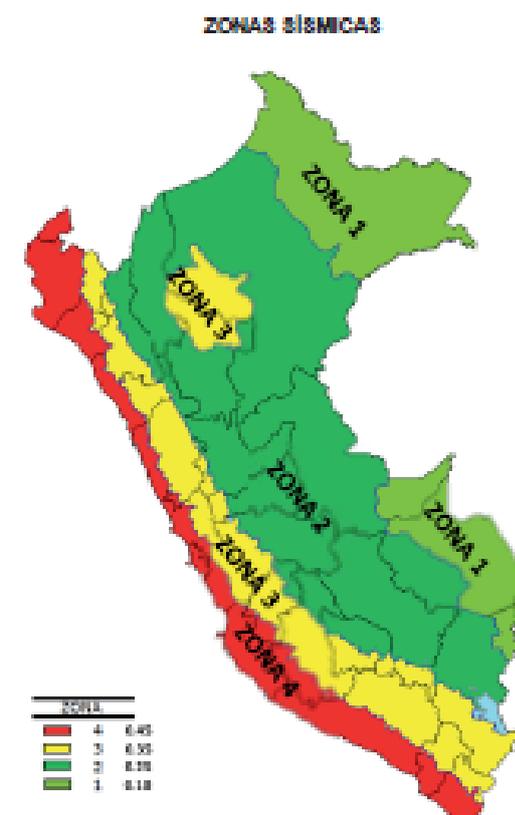


FIGURA N° 1

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

2.2 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

2.2.1 Microzonificación Sísmica

Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación

de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Para los siguientes casos podrán ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

2.2.2 Estudios de Sítio

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

Los estudios de sítio deberán realizarse, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.

No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

2.3 Condiciones Geotécnicas

2.3.1 Perfiles de Suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los N_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (S_u) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 2.3.2.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula N_{60} considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada S_u se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de N_{60} para los estratos con suelos granulares y de S_u para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sítio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

a. Perfil Tipo S_1 : Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte \bar{V}_s mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de \bar{V}_s .

b. Perfil Tipo S_2 : Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con N_{60} mayor que 50.

- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c. Perfil Tipo S_3 : Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a mediana, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT N_{60} entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada S_u entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d. Perfil Tipo S_4 : Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena mediana a fina, o grava arenosa, con valores del SPT N_{60} menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada S_u entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S_3 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: Índice de plasticidad P_i mayor que 20, contenido de humedad w mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada S_u menor que 25 kPa.

e. Perfil Tipo S_5 : Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S_5 cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La Tabla N° 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

Perfil	\bar{V}_s	N_{60}	S_u
S_1	> 1500 m/s	-	-
S_2	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S_3	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_4	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_5	Clasificación basada en el EMS		

2.3.2 Definición de los Perfiles de Suelo

Las expresiones de este numeral se aplicarán a los 30 m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación. El subíndice i se refiere a uno cualquiera de los n estratos con distintas características, m se refiere al número de estratos con suelos granulares y k al número de estratos con suelos cohesivos.

a. Velocidad Promedio de las Ondas de Corte, \bar{V}_s

La velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se determinará con la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{s_i}} \right)}$$

donde d_i es el espesor de cada uno de los n estratos y V_{si} es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s).

b. Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración, \bar{N}_{60}

El valor \bar{N}_{60} se calculará considerando solamente los estratos con suelos granulares en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

Donde d_i es el espesor de cada uno de los m estratos con suelo granular y N_{60i} es el correspondiente valor corregido del SPT.

a. Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada, \bar{s}_u

El valor \bar{s}_u se calculará considerando solamente los estratos con suelos cohesivos en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{s}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{d_i}{s_{ui}} \right)}$$

Donde d_i es el espesor de cada uno de los k estratos con suelo cohesivo y s_{ui} es la correspondiente resistencia al corte en condición no drenada (kPa).

Consideraciones Adicionales:

En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

En el caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el perfil de suelo será el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

2.4 Parámetros de Sítio (S , T_p y T_l)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T_p y T_l dados en las Tablas Nº 3 y Nº 4.

ZONA \ SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
	Z_0	0,80	1,00	1,05
Z_1	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_3	0,80	1,00	1,50	2,00

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_l (s)	3,0	2,5	2,0	1,5

2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sítio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p - T_l}{T} \right)$$

Tes el periodo de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

CAPÍTULO 3 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla Nº 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla Nº 5 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar $U = 1$.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurre un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centros de comunicaciones, Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guarden patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

3.2 Sistemas Estructurales

3.2.1 Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sísmoresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

3.2.2 Estructuras de Acero

Los Sistemas que se indican a continuación forman parte del Sistema Estructural Resistente a Sísmos.

Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)
Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas deberán ser diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incurrieran en la zona de endurecimiento por deformación.

Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)
Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)
Estos pórticos deberán proveer una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Especiales Conoéntricamente Armostrados (SCBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los armostrés en compresión y fluencia en los armostrés en tracción.

Pórticos Ordinarios Conoéntricamente Armostrados (OCBF)

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Exoéntricamente Armostrados (EBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica principalmente por fluencia en flexión o corte en la zona entre armostrés.

3.2.3 Estructuras de Albañilería

Edificaciones cuyos elementos sísmoresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto. Para efectos de esta Norma no se hace diferencia entre estructuras de albañilería confinada o armada.

3.2.4 Estructuras de Madera

Se consideran en este grupo las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera. Se incluyen sistemas entramados y estructuras armostradas tipo poste y viga.

3.2.6 Estructuras de Tierra

Son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

3.3 Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 6 y respetando las restricciones a la Irregularidad de la Tabla N° 10.

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
		1
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_s)

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sísmoresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.

Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_s que corresponda.

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R _s (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Articulados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Articulados (OCBF)	8
Pórticos Excéntricamente Articulados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

Para construcciones de tierra debe remitirse a la Norma E.080 "Adobe" del RNE. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S₁, ni se permite en suelos S₂.

3.5 Regularidad Estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de la Tabla N° 10.
- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

Estructuras Regulares son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

En estos casos, el factor I_x o I_y será igual a 1,0.

Estructuras Irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

3.8 Factores de Irregularidad (I_x, I_y)

El factor I_x se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor I_y se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieran valores distintos de los factores I_x o I_y para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I _x
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	0,75
Irregularidades de Resistencia - Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Se considere que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,8 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	0,50
Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 85 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en sótanos.	0,90
Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en sótanos.	0,90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.	0,80

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA		Factor de Irregularidad I_f
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.		0,00
Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA		Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (P_{acc}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (P_{sw}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.		0,75
Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (P_{acc}), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (P_{sw}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.		0,60
Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.		0,60
Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.		0,65
Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.		0,60

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

3.7.2 Sistemas de Transferencia

Los sistemas de transferencia son estructuras de losas y vigas que transmiten las fuerzas y momentos desde elementos verticales discontinuos hacia otros del piso inferior.

En las zonas sísmicas 4, 3 y 2 no se permiten estructuras con sistema de transferencia en los que más del 25 % de las cargas de gravedad o de las cargas sísmicas en cualquier nivel sean soportadas por elementos verticales que no son continuos hasta la cimentación. Esta disposición no se aplica para el último entrepiso de las edificaciones.

3.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_b determinado a partir de la Tabla N° 7 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9.

$$R = R_b \cdot I_a \cdot I_p$$

3.8 Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

Se permite la utilización de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía en la edificación, siempre y cuando se cumplan las disposiciones de esta Norma (mínima fuerza cortante en la base, distorsión de entrepiso máxima permisible), y en la medida que sean aplicables los requisitos del documento siguiente:

"Minimum Design Loads for Building and Other Structures", ASCE/SEI 7-10, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA, 2010.

La instalación de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía deberá someterse a una supervisión técnica especializada a cargo de un Ingeniero civil.

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

4.1 Consideraciones Generales para el Análisis

Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

Las solicitaciones sísmicas verticales se considerarán en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

4.2 Modelos para el Análisis

El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

3.7 Restricciones a la Irregularidad

3.7.1 Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Para propósito de esta Norma las estructuras de concreto armado y albañilería podrán ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes.

Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia, suficientes para asegurar la distribución antes mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

El modelo estructural deberá incluir la tabiquería que no esté debidamente alzada.

Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

En los edificios cuyos elementos estructurales predominantes sean muros, se deberá considerar un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros en direcciones perpendiculares (muros en H, muros en T y muros en L).

4.3 Estimación del Peso (P)

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

4.4 Procedimientos de Análisis Sísmico

Deberá utilizarse uno de los procedimientos siguientes:

- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (numeral 4.5).
- Análisis dinámico modal espectral (numeral 4.6).

El análisis se hará considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

El procedimiento de análisis dinámico tiempo - historia, descrito en el numeral 4.7, podrá usarse con fines de verificación, pero en ningún caso será exigido como sustituto de los procedimientos indicados en los numerales 4.5 y 4.6.

4.5 Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

4.5.1 Generalidades

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

4.5.2 Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{P \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

4.5.3 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

4.5.4 Periodo Fundamental de Vibración

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \cdot \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2 \right)}{\left(R \cdot \sum_{i=1}^n I_i \cdot d_i \right)}$$

Donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el periodo fundamental T deberá tomarse como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

4.6.6 Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel (F) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental (M_t) que se calcula como:

$$M_t = \pm F_i \cdot e_i$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

4.6.8 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a $2/3 Z \cdot U \cdot S$.

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2.

4.8 Análisis Dinámico Modal Espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

4.8.1 Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

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

4.8.2 Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

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.

4.8.3 Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica 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 combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8 \beta^2 (1 + \lambda) \lambda^{3/2}}{(1 - \lambda^2)^2 + 4 \beta^2 \lambda (1 + \lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

β , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos (igual a 0,05)
 ω_i, ω_j son las frecuencias angulares de los modos i, j

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

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^n |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

4.8.4 Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

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

4.8.6 Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa 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.

4.7 Análisis Dinámico Tiempo - Historia

El análisis dinámico tiempo - historia podrá emplearse como un procedimiento complementario a los especificados en los numerales 4.5 y 4.6.

En este tipo de análisis deberá utilizarse un modelo matemático de la estructura que considere directamente el comportamiento histórico de los elementos, determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante integración directa de las ecuaciones de equilibrio.

4.7.1 Registros de Aceleración

Para el análisis se usarán como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluirá dos componentes en direcciones ortogonales.

Cada conjunto de registros de aceleraciones del terreno consistirá en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Las historias de aceleración serán obtenidas de eventos cuyas magnitudes, distancia a las fallas, y mecanismos de fuente sean consistentes con el máximo sismo considerado. Cuando no se cuente con el número requerido de registros apropiados, se podrán usar registros simulados para alcanzar el número total requerido.

Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construirá un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5 % de amortiguamiento. Ambas componentes se escalarán por un mismo factor, de modo que en el rango de periodos entre 0,2 T y 1,5 T (siendo T el periodo fundamental),

el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 4.6.2 con $R=1$.

Para la generación de registros simulados deberán considerarse los valores de C , definidos en el numeral 2.5, excepto para la zona de periodos muy cortos ($T < 0,2 T_p$) en la que se considerará:

$$T < 0,2 T_p \quad C = 1 + 7,3 \cdot \left(\frac{T}{T_p}\right)$$

4.7.2 Modelo para el Análisis

El modelo matemático deberá representar correctamente la distribución espacial de masas en la estructura.

El comportamiento de los elementos será modelado de modo consistente con resultados de ensayos de laboratorio y tomará en cuenta la fluencia, la degradación de resistencia, la degradación de rigidez, el estrechamiento de los lazos histérisicos, y todos los aspectos relevantes del comportamiento estructural indicado por los ensayos.

La resistencia de los elementos será obtenida en base a los valores esperados sobre resistencia del material, endurecimiento por deformación y degradación de resistencia por la carga cíclica.

Se permite suponer propiedades lineales para aquellos elementos en los que el análisis demuestre que permanecen en el rango elástico de respuesta.

Se admite considerar un amortiguamiento viscoso equivalente con un valor máximo del 5 % del amortiguamiento crítico, además de la disipación resultante del comportamiento histérisico de los elementos.

Se puede suponer que la estructura está empotrada en la base, o alternativamente considerar la flexibilidad del sistema de cimentación si fuera pertinente.

4.7.3 Tratamiento de Resultados

En caso se utilicen por lo menos siete juegos de registros del movimiento del suelo, las fuerzas de diseño, las deformaciones en los elementos y las distorsiones de entrepiso se evaluarán a partir de los promedios de los correspondientes resultados máximos obtenidos en los distintos análisis. Si se utilizaran menos de siete juegos de registros, las fuerzas de diseño, las deformaciones y las distorsiones de entrepiso serán evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.

Las distorsiones máximas de entrepiso no deberán exceder de 1,25 veces de los valores indicados en la Tabla N° 11.

Las deformaciones en los elementos no excederán de 2/3 de aquellas para las que perderían la capacidad portante para cargas verticales o para las que se tendría una pérdida de resistencia en exceso a 30 %.

Para verificar la resistencia de los elementos se dividirán los resultados del análisis entre $R=2$, empleándose las normas aplicables a cada material.

CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 4.6.4.

5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la

fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_x / h_x)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

5.3 Separación entre Edificios (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .

El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores de 2/3 del desplazamiento máximo calculado según el numeral 5.1 ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio deberá separarse de la edificación existente el valor de $s/2$ que le corresponde más el valor $s/2$ de la estructura vecina.

5.4 Redundancia

Cuando sobre un solo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30 % o más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entrepiso, dicho elemento deberá diseñarse para el 125 % de dicha fuerza.

5.5 Verificación de Resistencia Última

En caso se realice un análisis de la resistencia última se podrá utilizar las especificaciones del ASCE/SEI 41 SEISMIC REHABILITATION OF EXISTING BUILDINGS. Esta disposición no constituye una exigencia de la presente Norma.

CAPÍTULO 6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPOS

6.1 Generalidades

Se consideran como elementos no estructurales aquellos que, estando conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales, aportan masa al sistema pero su aporte a la rigidez no es significativo.

Para los elementos no estructurales que están unidos al sistema estructural sísmoresistente y deban acompañar la deformación de la estructura deberá asegurarse que en caso de falla no causen daños.

Dentro de los elementos no estructurales que deben tener adecuada resistencia y rigidez para acciones sísmicas se incluyen:

- Cercos, tabiques, parapetos, paneles prefabricados.
- Elementos arquitectónicos y decorativos entre ellos cielos rasos, enchapes.

- Vidrios y muro cortina.
- Instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de gas.
- Equipos mecánicos.
- Mobiliario cuya inestabilidad signifique un riesgo.

6.2 Responsabilidad Profesional

Los profesionales que elaboran los diferentes proyectos serán responsables de proveer a los elementos no estructurales la adecuada resistencia y rigidez para acciones sísmicas.

6.3 Fuerzas de Diseño

Los elementos no estructurales, sus anclajes, y sus conexiones deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica horizontal en cualquier dirección (F) asociada a su peso (P_u), cuya resultante podrá suponerse aplicada en el centro de masas del elemento, tal como se indica a continuación:

$$F = \frac{a_i}{g} \cdot C_1 \cdot P_u$$

Donde a_i es la aceleración horizontal en el nivel donde el elemento no estructural está soportado, o anclado, al sistema estructural de la edificación. Esta aceleración depende de las características dinámicas del sistema estructural de la edificación y debe evaluarse mediante un análisis dinámico de la estructura.

Alternativamente podrá utilizarse la siguiente ecuación:

$$F = \frac{F_1}{P_1} \cdot C_1 \cdot P_u$$

Donde F_1 es la fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural calculada de acuerdo al numeral 4.5 y P_1 el peso de dicho nivel.

Los valores de C_1 se tomarán de la Tabla N° 12.

Para calcular las sollicitaciones de diseño en muros, tabiques, parapetos y en general elementos no estructurales con masa distribuida, la fuerza F se convertirá en una carga uniformemente distribuida por unidad de área. Para muros y tabiques soportados horizontalmente en dos niveles consecutivos, se tomará el promedio de las aceleraciones de los dos niveles.

Tabla N° 12 VALORES DE C_1	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
- Equipos rígidos conectados rigidamente al piso.	1,5

6.4 Fuerza Horizontal Mínima

En ningún nivel del edificio la fuerza F calculada con el numeral 6.3 será menor que $0,5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_u$.

6.5 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como 2/3 de la fuerza horizontal.

Para equipos soportados por elementos de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2.

6.6 Elementos no Estructurales Localizados en la Base de la Estructura, por Debajo de la Base y Cercos

Los elementos no estructurales localizados a nivel de la base de la estructura o por debajo de ella (sótanos) y los cercos deberán diseñarse con una fuerza horizontal calculada con:

$$F = 0,5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_u$$

6.7 Otras Estructuras

Para letreros, chimeneas, torres y antenas de comunicación instaladas en cualquier nivel del edificio, la fuerza de diseño se establecerá considerando las propiedades dinámicas del edificio y de la estructura a instalar. La fuerza de diseño no deberá ser menor que la correspondiente a la calculada con la metodología propuesta en este capítulo con un valor de C_1 mínimo de 3,0.

6.8 Diseño Utilizando el Método de los Esfuerzos Admisibles

Cuando el elemento no estructural o sus anclajes se diseñen utilizando el Método de los Esfuerzos Admisibles, las fuerzas sísmicas definidas en este Capítulo se multiplicarán por 0,8.

CAPÍTULO 7 CIMENTACIONES

7.1 Generalidades

Las suposiciones que se hagan para los apoyos de la estructura deberán ser concordantes con las características propias del suelo de cimentación.

La determinación de las presiones actuantes en el suelo para la verificación por esfuerzos admisibles, se hará con las fuerzas obtenidas del análisis sísmico multiplicadas por 0,8.

7.2 Capacidad Portante

En todo estudio de mecánica de suelos deberán considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación. En los sitios en que pueda producirse licuación del suelo, debe efectuarse una investigación geotécnica que evalúe esta posibilidad y determine la solución más adecuada.

7.3 Momento de Volteo

Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo, según los numerales 4.5 o 4.6. El factor de seguridad calculado con las fuerzas que se obtienen en aplicación de esta Norma deberá ser mayor o igual que 1,2.

7.4 Cimentaciones sobre suelos flexibles o de baja capacidad portante

Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo S_1 y S_2 y para las Zonas 4 y 3 se proveerá elementos de conexión, los que deben soportar en tracción o compresión, una fuerza horizontal mínima equivalente al 10 % de la carga vertical que soporta la zapata.

Para suelos de capacidad portante menor que 0,15 MPa se proveerá vigas de conexión en ambas direcciones.

Para el caso de pilotes y cajones deberá proveerse de vigas de conexión o deberá tenerse en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas sollicitaciones. Los pilotes tendrán una armadura en tracción equivalente por lo menos al 15 % de la carga vertical que soportan.

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS

Las estructuras dañadas por sismos deben ser evaluadas, reparadas y/o reforzadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron los daños y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico, acorde con la filosofía del diseño sismorresistente señalada en el Capítulo 1.

8.1 Evaluación de estructuras después de un sismo

Ocurrido el evento sísmico la estructura deberá ser evaluada por un Ingeniero civil, quien deberá determinar si la edificación se encuentra en buen estado o requiere de reforzamiento, reparación o demolición. El estudio deberá necesariamente considerar las características geotécnicas del sitio.

8.2 Reparación y reforzamiento

La reparación o reforzamiento deberá dotar a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos futuros.

El proyecto de reparación o reforzamiento incluirá los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse.

Para la reparación y el reforzamiento sísmico de edificaciones se seguirán los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Solo en casos excepcionales se podrá emplear otros criterios y procedimientos diferentes a los indicados en el RNE, con la debida justificación técnica y con aprobación del propietario y de la autoridad competente.

Las edificaciones esenciales se podrán intervenir empleando los criterios de reforzamiento sísmico progresivo y en la medida que sea aplicable, usando los criterios establecidos en el documento "Engineering Guideline for Incremental Seismic Rehabilitation", FEMA P-420, Risk Management Series, USA, 2009.

CAPÍTULO 9 INSTRUMENTACIÓN

8.1 Estaciones Acelerométricas

Las edificaciones que individualmente o en forma conjunta, tengan un área techada (igual o mayor que 10 000 m², deberán contar con una estación acelerométrica, instalada a nivel del terreno natural o en la base del edificio. Dicha estación acelerométrica deberá ser provista por el propietario, siendo las especificaciones técnicas, sistemas de conexión y transmisión de datos debidamente aprobados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

En edificaciones con más de 20 pisos o en aquellas con dispositivos de disipación sísmica o de aislamiento en la base, de cualquier altura, se requerirá además de una estación acelerométrica en la base, otra adicional, en la azotea o en el nivel inferior al techo.

8.2 Requisitos para su Ubicación

La estación acelerométrica deberá instalarse en un área adecuada, con acceso fácil para su mantenimiento y apropiada iluminación, ventilación, suministro de energía eléctrica estabilizada. El área deberá estar alejada de fuentes generadoras de cualquier tipo de ruido antrópico. El plan de instrumentación será preparado por los proyectistas de cada especialidad, debiendo indicarse claramente en los planos de arquitectura, estructuras e instalaciones del edificio.

8.3 Mantenimiento

El mantenimiento operativo de las partes, de los componentes, del material fungible, así como el servicio de los instrumentos, deberán ser provistos por los propietarios del edificio y/o departamentos, bajo control de la municipalidad y debe ser supervisado por el Instituto Geofísico del Perú. La responsabilidad del propietario se mantendrá por 10 años.

8.4 Disponibilidad de Datos

La información registrada por los instrumentos será integrada al Centro Nacional de Datos Geofísicos y se encontrará a disposición del público en general.

**ANEXO N° 01
ZONIFICACIÓN SÍSMICA**

Las zonas sísmicas en las que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1.

A continuación se especifican las provincias y distritos de cada zona.

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO	
LORETO	MARISCAL RAMÓN CASTILLA	RAMÓN CASTILLA	1	TODOS LOS DISTRITOS	
		PIEDRAS			
		SAN RAFAEL			
		YARIS			
	MAYNAS		ALTO HAWRY	1	TODOS LOS DISTRITOS
			SELÉN		
			FERNANDO LÓPEZ		
			ROMANA		
			IGUITOS		
			LASANZONAS		
			HACÁN		
			HAPO		
			PUNOHUANA		
			PUTUMAYO		
SAN JUAN BAUTISTA					
TNTE. MANUEL CLAUDETO					
TORRES CAUSAGA					
LORETO	SEQUEANA	SEQUEANA	1	UN DISTRITO	
		REGUENA	2	DIEZ DISTRITOS	
		CARLO			
		SORLÍN			
		TAPICHE			
		JONAS HERRERA			
		TRUJERANA			
		ALTO TAPICHE			
		EMILIO SAN MARTÍN			
		BAQUÍA			
PUNAHUA					
LORETO		VALTA	2	TODOS LOS DISTRITOS	
		RODRIGUEZ			
		TIGRE			
		TROMPETEROS			
ALTO AMAZONAS		LAGUNAS	2	UN DISTRITO	
		FURMAGUAS	3	OCHO DISTRITOS	
		BALSAPUERTO			
		JEBEROS			
		SANTA CRUZ			
TNTE. CESAR LÓPEZ ROJAS					

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
LORETO	UCAYALI	CONTAMANA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		BAHUYA		
		PADRE MÁRQUEZ		
		PAPA HERMOZA		
		SARAYACU		

		ALFREDO VARGAS GUERRA		
		YANAYACU		
	DISTRITO DEL INACANÓN	MANSCORCHE	2	CUATRO DISTRITOS
		MORONA		
		PAGAZA		
		ANDOGAS		
		SARRANCA		
		CAHUARANA	3	DOS

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBICA	ÁMBITO
UCAYALI	PURUS	PURUS	1	UNICO DISTRITO
		ATAUZA	2	TOCOS LOS DISTRITOS
	RAMONDI			
	SERPILUA			
	PADRE ABAD	BAHUANA	2	TOCOS LOS DISTRITOS
		YURUA		
		CURIMARE		
	CORONEL PORTILLO	PAZOLA	2	TOCOS LOS DISTRITOS
		PADREABAD		
		GALLERA	2	TOCOS LOS DISTRITOS
		CAMPOTRUC		
		PAIRA		
		MANANDRY		
MAGGSA				
PIEVA REQUENA				
YARINACCOCHA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBICA	ÁMBITO
MADRE DE DIOS	TAMBOPACA	RAMBARI	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		LAMPINTO		
		LAS PIEDRAS		
		TAMBOPEA		
	TARUJAMANI	ISERA	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		SIJARI		
	MARI	TAHUAMANI	2	TOCOS LOS DISTRITOS
		RITZCARRALD		
		HUEPITUHE		
		MADRE DE DIOS		
MARI				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBICA	ÁMBITO	
PUNO	SARACA	ALTO INABARI	1	TRES DISTRITOS	
		SAN JUAN DEL ORO			
		YANALUYA			
		SARACA	OLHOCUYO	2	SIETE DISTRITOS
			LIMBANI		
			BATAMBICO		
			PURACA		
			QUIACA		
			SAN PEDRO DE PUTINA PUNO		
	SAN ANTONIO DE PUTINA	SARACA	2	TOCOS LOS DISTRITOS	
		ANANCA			
		QUILCARUNCU			
		SINA			
		PEDROVICLA ANCA			
	PUTINA				
	CARABANA	ANANCA	2	TOCOS LOS DISTRITOS	
		COASA			

		CRUCERO		
		TURTA		
		SAN GRAN		
		ESCORIVOS		
		AUCYANI		
		COYANI		
		MOLISANI		
		OLLACHEA		
		COYCA		
	HUANCANE	HUANCANE	2	TOCOS LOS DISTRITOS
		ELHOTAGANI		
		INCHUPALLA		
		PUSI		
		POCASPITA		
	TARACO			
		VILQUE CHICO		
	MORO	ELUYRACOTA	2	TOCOS LOS DISTRITOS
		MORO		
		CONNA		
		TILALI		
	PUNO	COADA	2	TRES DISTRITOS
		CARACHICA		
		AMANTANI	3	DOCE DISTRITOS
		ACORA		
		ATINCILLA		
		CHUCUITO		
		ELUDA		
		BARAZO		
		PRUDARICOLLA		
		PICHICANI		
	PLATERA			
	PUNO			
		SANANTONIO		
		TIOULLACA		
		VILQUE		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBICA	ÁMBITO
PUNO	AZANGARO	AZANGARO	2	TOCOS LOS DISTRITOS
		ACORCA		
		ARISA		
		ASELLO		
		CAMERCA		
		CHUPA		
		JOSE DOMINGO CHOCUEHUANCA		
		MURANI		
		POTOSI		
		SAMANI		
		SANANTON		
		SAN JOSE		
		SAN JUAN DE GALINGA		
		SANTIAGO DE PURLUA		
		TERRATA		
	CHUCUITO	DESAGUADERO	3	TOCOS LOS DISTRITOS
		ELACILLANI		
		ELU		
		KOLLUYO		
		PERICOMA		
	EL COLLAO	POMATA	3	TOCOS LOS DISTRITOS
		CEPITA		
		CARAZO		
		CONDURIRI		
		ELAVE		
		PILOUYO		

PUNO	LAMPA	SANTA ROSA	2	TRES DISTRITOS	
		CHALUPA			
		NICAMO			
		PUCARA	3		SIETE DISTRITOS
		CASABELLA			
		LAMPA			
		SOLMIR			
	PALCA				
	PARTIA				
	MELGAR	SANTALUCIA	2	TODOS LOS DISTRITOS	
		BLAVILA			
		ENTRUTA			
		FORURI			
		ELRI			
		LALU			
		MACARI			
	SAN ROMÁN	ELRICA	3	TODOS LOS DISTRITOS	
		GRUBELLO			
		SANTA ROSA			
		IMACHES			
YUNGAYO	ALLACA	3	TODOS LOS DISTRITOS		
	CAGANA				
	CASABELLAS				
	CARACOTO				
	FUNGUYO				
	NAPIA				
	ORFANI				
	SUTUPARI				
YUNGLAYO	CHILARAYA	3	TODOS LOS DISTRITOS		
	TRICACHI				
	UNICACHI				
	UNICACHI				

CONDORCANQUI	FLORIDA	2	TODOS LOS DISTRITOS
	JAZAN		
	JUMBILLA		
	SICHA		
	SAN CARLOS		
	SHEPESAMBA		
	VALERA		
	YAMPASAMBA		
	EL CONDOR		
	NEÑA		
RIO SANTIAGO			

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
ANATUNAS	CANACHAPORAS	ESUNCIÓN	2	TODOS LOS DISTRITOS
		BALAS		
		CHACHAPORAS		
		SHETO		
		CHILQUIN		
		CHILQUEBAMBA		
		SPINADA		
		HURVOCAS		
		J. JULIA		
		LEWANTO		
		LENTESBAMBA		
		MAGDALENA		
		MARISCAL		
		CASTILLA		
		MOLINOPAMPA		
		MONTEVIDEO		
		OLLEROS		
		QUINUALCA		
		SAN FRANCISCO DE DAGUAS		
		SAN GREGO DE MARI		
	SOLOCO			
	SONDHE			
	BAGUA	RAMANCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		BAGUA		
		SOPALLIN		
		EL PARCO		
	BONGARÁ	MAZA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		J. POMA		
		CHIBOLELLA		
		CHURUPA		
		GORDOCHA		
	CHUPES			

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
ANATUNAS	LUYA	CHIMBORREDONCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COCHABAMBA		
		COLCABAR		
		CONILA		
		INGURUNDA		
		LAMUD		
		LONGUITA		
		LOVRA GRANDE		
		LUYA		
		LUYA VIEJO		
		MARSA		
		OCALLI		
		OCUBAL		
		PERUCURA		
		PROVIDENCIA		
		SAN CRISTOBAL		
		SAN FRANCISCO DEL YESO		
		SAN JERONIMO		
		SAN JUAN DE LOPDCANCHA		
		SANTA CATALINA		
	SANTO TOMAS			
	TINGO			
	TRITA			
	UTUBAMBA	BAGUA GRANDE	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CAURURO		
		OLMESA		
		EL MILAGRO		
JAMALCA				
RODRIGUEZ DE MENDOZA	LOVRA GRANDE	2	ONCE DISTRITOS	
	YAMON			
	CHERINOTO			
	COCHAMAL			
	HUARDO			
	LINGUAMBA			
	LONGAR			
	MARISCAL BONAVIDES			
	MILPUC			
	OMEA			
	SAN NICOLAS			
	SANTA ROSA			
TOTORA				
VISTA ALDRE	3	UN DISTRITO		

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
BELLAVISTA		SOLLAVISTA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		ALTO BAYO		
		BAJO BAYO		
		BUJALLAGA		
		SAN PABLO		
SAN RAFAEL				

PACHITEA	PANDE	2	TODOS LOS DISTRITOS
	CHACILLA		
	MOLINO		
	UMARI		
AMBO	AMBO	2	TODOS LOS DISTRITOS
	CAYTA		
	COLPAG		
	CONCHAMARCA		
	HUACAR		
	SAN FRANCISCO		
	SAN RAFAEL		
	TOMBY KICHWA		

DANIEL A. CARRIÓN	SIMÓN BOLÍVAR	3	TODOS LOS DISTRITOS
	TINAHUARCO		
	VICO		
	YANAHURCA		
	CHICAMAN		
	GOYLLARISQUELGA		
	PAUCAR		
	SAN PEDRO DE PILLAO		
	SANTANA DE TUSI		
	TAPIC		
VELCABAMBA			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÉMICA	ÁMBITO
HUÁNUCO	HUAMALÉS	BRANCOY	2	OCHO DISTRITOS
		CHUVIN DE PARIARCA		
		JONS GRANDE		
		JIRÓN		
		MICHÓN		
		PUNCHO		
		SINGA		
		TANTAYAYO		
		LLATA		
		MIRAFLORES		
	PURCO			
	DOS DE MAYO	CHUCUIS	2	TRES DISTRITOS
		MARSA		
		QUIVELLA		
		LA UNIÓN		
		PACHA		
		SPAIN		
	LAURICOCHA	SHUNQUI	3	SEIS DISTRITOS
		SILLAPATA		
		TARAS		
		BAROS		
		JESUS		
		JIVA		
QUEROPALCA				
LAURICOCHA	ROMDOS	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	SAN FRANCISCO DE AGUÍ			
	SAN MIGUEL DE CAURI			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÉMICA	ÁMBITO
JUNÍN	CHANCHAMAYO	CHIVICHAMAYO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		PERENE		
		POCHANQUI		
		SAN LUIS DE SHILAO		
		SAN RAMÓN		
		VICO		
	SAYO	CONVALI	2	TODOS LOS DISTRITOS
		LLAYLA		
		MACAMAR		
		PAMPA HERMOZA		
		PANDE		
		PIO NEGRO		
	TARMA	PIO TAMBO	2	SEIS DISTRITOS
		SAYO		
		ACOBAMBA		
		HUASAHUASI		
TARMA	PAUCA	3	TRES DISTRITOS	
	PALCAMAYO			
	SAN PEDRO DE CAUSE			
	TAPO			
	HUEROCOCHA			
	LA UNIÓN			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÉMICA	ÁMBITO
PISECO	CHAPARAPA	COCHAPAPA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHONTABAMBA		
		HUANACABAMBA		
		PAUCAZI		
		POLOO		
		PUERTO BERNALDEZ		
		YLLA RICA		
		HUACHÓN		
	HUASACA			
	MINOCA			
	PALLANQUERA			
	PAUCARTAMBO			
	SAN FRANCISCO DE AGUÍ DE PASCO			
	TILACAYÁN			
	TARICAYAN			
	PISECO	CHUPIMARCA (de Pasco)	3	OCHO DISTRITOS
		HURULLAY		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÉMICA	ÁMBITO
JUNÍN	CONCEPCIÓN	ANDABAMBA	2	CUATRO DISTRITOS
		COCHAS		
		COMAS		
		MARISCAL CASTILLA		
		ACO		
		CHIMBARRA		
		CONCEPCIÓN		
		HERNÁNDEZ DE TOLEDO		
		MARCANARES		
		NATAHUASI		
		WTC		
		NOVIEMBRE DE JULIO		
	OROCOTUNA			
	CHUPACA	SAN JOSÉ DE QUERO	3	ONCE DISTRITOS
		SANTA ROSA DE OROSA		
		ANLAC		
		CHORGOS BAJO		
		CHUPACA		
		HUACHAC		
		HUAMANCACA		
		CHICO		

JUNÍN	HUANCAYO	SAN JUAN DE JARRA	2	DOS DISTRITOS
		SAN JUAN DE YSCOS		
		TRES DE DICIEMBRE		
		YANACANCHI		
		PARAHUANCA		
		SANTO DOMINGO DE ACOSAMBA		
		ORHUACALINZA	3	VEINTIDOS DISTRITOS
		CHICAMPRA		
		CHICOHE		
		CHILCA		
		CHONGOSALTO		
		CHUPURO		
		COLCA		
		CULLHUAS		
		EL TAMBO		
		HUACAPULLICO		
		HUACHUAS		
		HUANCAN		
		HUANCAYO		
		HUASICHANCA		
		HUYUCHO		
		INCAICO		
		PILCOMAYO		
		PUCARA		
		QUICHUY		
		QUILCAS		
		SAN AGUSTÍN		
		SAN JERÓNIMO DE TUNÁN		
		SAYO		
		SAYLLAMA		
		SICUA		
		YULLES		
		SAN PEDRO DE CHURUN	2	DOS DISTRITOS
		SALEA		
		SINCO		
		TLANAMARCA		
		YLLI		
		TRUYOS		
JUNÍN		CARHUAMPY	2	DOS DISTRITOS
		LUCUMAYO		
		JUNÍN	1	DOS DISTRITOS
		ONDOROS		
YLLI		CHACAPALLA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		HUACHUAY		
		LA GRITA		
		MARGAFOMACONA		
		MOROCOCCHA		
		PACCHA		
		SANTA BARBARA DE ORHUACUYAN		
		SANTA ROSA DE SACCO		
		SUTICAYAN		
		YLLI		
REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SEMICA	AMBITO
CUSCO	CALCA	CALCA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COYA		
		LAMBAY		
		LARES		
		PICAC		
		SAN SALVADOR		
	TARIY			
	YANATILE			
	URUBAMBA	CHINCHERO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		HUYLLABAMBA		
		MACHU PICHU		
		MARAS		
	PAUCARTAMBO	OLLANTAYTAMBO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		URUBAMBA		
		YULRY		
		CAICRY		
		CHALLABAMBA		
	ANTA	COQUEPATA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		HUANCARAN		
		KOSQPATA		
PAUCARTAMBO				
ANDAVILAS				
ANTA				
OACHABAYO				
CHINCHAYPUJO				
QUISPICAMACHO	HUACOCANDE	2	TODOS LOS DISTRITOS	
	LIMATAMBO			
	MOLLEPATA			
	PUCHURA			
	URTE			
	ANDAVILAYLLAS			
DAMANTI	2	TODOS LOS DISTRITOS		
OCARULLAYO				
OCAYTA				
OSIPATA				
HUARO				
LUCSE				
MARCAPATA				
OCOSNGATE				
OROPESA				
QUILLUANA				
URCOS				
REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SEMICA	AMBITO
JUNÍN	JULLIA	ANTA	2	CUATRO DISTRITOS
		MOLINOS		
		MOYOCAMBA		
		RICPÁN		
		ACALLA	3	TREINTA DISTRITOS
		ATILIA		
		CHAYAYILLO		
		CHUCACA		
		EL MANTARO		
		HURMALI		
		HUACAPAMPA		
		HUEVEDAS		
		JANAYILLO		
		JALLI		
		JULLIAN		
		LEONOR ORDÓÑEZ		
		LLOCLLAMPAL		
		MARCO		
		MASMA		
		MASMA CHICOHE		
MUSKI				
MUCURUYO				
PACA				
PACCHA				
PANCAN				
PARCO				
POMACANCHI				
SAN LORENZO				

	PARURO	ACCHA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		OGARÍ		
		COLOÑA		
		HUANOQUITE		
		OMACHE		
		PACARIYAMBO		
		PILLPINTO		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
CUSCO	CANCHIS	ALTO PICHIGUA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COMASAPATA		
		MARANGANI		
		PITUMARCA		
		SAN PABLO		
		SAN PEDRO		
		SUYCOTAMBO		
	TINTA	2	TODOS LOS DISTRITOS	
	CHICAL			
	HUNTURBANI			
	LANGU			
	LITO			
	PAMPAPARCA			
	QUEHU			
	TURCAMPARI	2	TODOS LOS DISTRITOS	
	PANCOA			
	ACOMAYO			
	ACORA			
	ACOS			
	ACOMAYO	MOSOC LLACTA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		POMACAYCHI		
		PONDOCAN		
		SANGAYARA		
		COORCA		
	CUSCO			
	FOROY			
	SAN JERÓNIMO			
SAN SEBASTIÁN				
SANTAGO				
SAYLLA				
WARCHO	2	TODOS LOS DISTRITOS		
COCHRANI				
HURYOPATA				
MARANURA				
OCORRIMA				
PICHARI				
QUELLOANO				
QUIMBI				
SANTANA				
SANTA TERESA				
WILLAGAMBA	2	CUATRO DISTRITOS		
CAÑONARCAS				
CHIVARCA				
COLQUEMARCA				
CHUMBIVILCAS	LINTACA	3	CUATRO DISTRITOS	
	LLUSCO			
	QUIROTA			
	SANTO TOMÁS			
ESPINAR	WILILE	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	CONDOROMA			
	COPORAQUE			
	ESPINAR			
	OCORURO			
	PALLPATA			
PICHIGUA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
HUANCAYLICO	CHURCAMPRA	AMCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHINCHILIAS		
		CHURCAMPRA		
		COYANI		
		EL ORAMEN		
		LA MERCED		
		LOSCAJA		
		PACHAMARCA		
		PAUCARIBAMBA		
		SAN MIGUEL DE MAYOC		
		SAN PEDRO DE CAYAS		
		ACOBAMBA		
	ANDABAMBA			
	NATA			
	CAUR			
	WARCAS			
	ACOBAMBA	PAUCARA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		POMACUYA		
		ROSARIO		
		COLCABAMBA		
		DANIEL HERNANDEZ		
	HERCOCOLPA			
	HERIBAMBA			
	QUESHUA			
	SALCABAMBA			
	SAN MARCOS DE POCOHAC			
	SARCABAMBA			
	SURCUBAMBA			
	TINAY PUNCO			
	ACOSTAMBO	3	SETE DISTRITOS	
	ACRAVIA			
	AJAYCHA			
	HUANO			
NAHUMPUNCO				
PUMBU				
POTOS				
ANGARAES	CHINCHO	2	UN DISTRITO	
	ANDONGA	3	ONCE DISTRITOS	
	DALLAMARCA			
	COCHIBOGASA			
	CONGALLA			
	HURON HURON			
	HUYLLAY GRANDE			
	WILCABAMBA			
	URCAY			
	SAN ANTONIO DE ANDARCOO			
	SECOLA			
STO TOMAS DE PATA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
HUANCABELICA		ACOBAMBILLA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ACORA		
		ASCENSIÓN		
		CONAYCA		
		CUENCA		
		HERCOCOLPA		
		HUYCABELICA		
HUYLLAYASA				
COLOMAY				

		HURVARI	3	DOS DISTRITOS
		HURVARRILLA		
		HURIA		
		SARJUA		
		WILKONKOS		
	PARINACOCAS	CHUMPI		
		CORACORA		
		CORONEL CASTANEDA		
		PACAPALSA		
		SAN FRANCISCO DE RANACRYOLI		
		URAUUCHO		
		PULLO		
		PUYUSCA		

REGION (DFTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIMICA	AMBITO
AYACUCHO	LUCANAS	BUCARA	3	DIEZ DISTRITOS
		CASANA		
		CARMEN SALCEDO		
		CHAYSA		
		CHERO		
		LUCANAS		
		PUCLIO		
		SAN JUAN		
		SAN PEDRO DE PALCO		
		SANTANA DE HURVACHUCHO		
		HUAC HURAS		
		JARABTE		
		LEONCIO PRADO		
		LLALTA		
	COCHA			
	OTOCA			
	SASA			
	SAN CRISTOBAL			
	SAN PEDRO			
	SANCOS			
	SANTALLUCIA			
		4	ONCE DISTRITOS	

REGION (DFTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIMICA	AMBITO
AYURIMAC	COTABAMBA	CALLIHUACHO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COTABAMBA		
		DHYLLURQUI		
		WOLIRA		
		MAHA		
	GRANI	TAMBOURAMA		
		CHUQUISAMBILLA		
		CURAKO		
		CURPALLASI		
		SAMARCA		
		HURYLLATI		
		MAMARA		
		MICACA		
		BASTIDAS		
		PATRYPAMPA		
		PROGRESO		
		SAN ANTONIO		
		SANTA ROSA		
		TURDAY		
		WILCABAMBA		
		WILINDO		
		ABANCAY	WIMORY	2
	CHACOCHE			
	ORCA			
	CURPALLASI			

		HURVACA		
		LAMBIRAMA		
		PICHIRLA		
		SAN PEDRO DE CACHORA		
		TAMBURCO		

REGION (DFTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIMICA	AMBITO			
AYURIMAC	CHINCHIPEDES	ANCO-HUELLO	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		CHINCHEROS					
		COCHARCAS					
		HUCOSANA					
		OCCOBAMBA					
		ONGAY					
		RANRACANDOR					
		URUBURCA					
		ANDAHUYLAS			ANDAHUYLAS	2	TRECE DISTRITOS
					ANDARAPA		
	HURVACARAMA						
	HURVACARIY						
	CAQUILABAMBA						
	ESHUARA						
	PACOSAMBA						
	PACUJISA						
	SAN ANTONIO DE CACHI						
	SAN JERONIMO						
	SANTA MARIA DE CHIRIMO						
	TALAVERA						
	TURPO						
CHASCA							
HURVANA							
PAMPACHIRI							
POMACOCRA							
SAN MIGUEL DE CHICOCAMER							
TUMBY HURACA							
AYMARAS	CHAMPARACA	2	CINCO DISTRITOS				
	COLCABAMBA						
	LUCRE						
	SAN JUAN DE CACHORA						
	TIMDEY						
	CARPA						
	CARAYAMBA						
	CHILIBURCA						
	COTARUSE						
	HURYLLO						
ANTAGAMBA	JUSTO APU	3	DOCE DISTRITOS				
	SAN JUAN DE CACHORA						
	POCOHUANCA						
	SANAYCA						
	SICOMA						
	TARAPISUA						
	TORANA						
	YANACA						
	ANTAGAMBA			ANTAGAMBA	3	TODOS LOS DISTRITOS	
				EL ORO			
HUACURCA							
JUAN ESPINOZA MEDRANO							
DROFESA							
PACHACORAS							
SABANDI							

REGIÓN (DPTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO		
CALIMARCA	HUALGAYOC	SAMBAMARCA	2	TODOS LOS DISTRITOS		
		CHUGUR				
		HUALGAYOC				
SAN IGNACIO		CHIRINOS	2	OCHO DISTRITOS		
		HURRANGO				
		LA OCHA				
		YUMBALLE				
		SAN IGNACIO	2	DOS DISTRITOS		
		SAN JOSE DE LOURDES				
		TABACONAS				
CELENDÍN		CELENDÍN	2	TODOS LOS DISTRITOS		
		CHUMUCH				
		CORTESANA				
		HURAMIN				
		JORGE CHAVEZ				
		JOSE GALVEZ				
		LA LIBERTAD DE PALLAN				
		MIGUEL IGLESIAS				
		OXAPAMPA				
		SOROCILCO				
		SUORE				
		UTCO				
		CUTervo				CALLAYUC
CHOROS						
CHULLO						
CUTERVO						
LA RAMBLA						
PIMPIGOS						
SAN ANDRES DE CUTERVO						
SAN JUAN DE CUTERVO						
SAN LUIS DE LUCMA						
SANTA CRUZ						
SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA						
SANTO TOMAS						
SOCOTA						
TORIBO						
ZAGABARCA						
QUIROCOYILLO	3		UN DISTRITO			
JAÉN			BELLAVISTA	2		OCHO DISTRITOS
		CHONTALI				
		COLASAY				
		HURBAL				
		JACÁ				
		LAS PRAS				
		SAN JOSE DEL ALTO	3	CUATRO DISTRITOS		
		SANTA ROSA				
		POMAHUACA				
		PUCARA				
		SALLQUE				
		SAN FELIPE				

REGIÓN (DPTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
	SAN MARCOS	GREGORIO PITA	2	CUATRO DISTRITOS
		CHOCORN		
		JOSE MANUEL		
		SURCO		
		JOSE SABOGAL		

CALIMARCA		CHINCAT	3	TRES DISTRITOS
		EDUARDO VILLANUEVA		
		PEDRO GALVEZ		
CHOTA		ANGUA	2	DOCE DISTRITOS
		CHIRÓN		
		CHILAMARCA		
		CHIGUIP		
		CHIMBÁN		
		CHOROPAMPA		
		CHOTA	3	SETE DISTRITOS
		CONCHÁN		
		LAJAS		
		PACCHA		
		PÓN		
		TACASAMBA		
		TOCASHAMBA		
HUMBOS				
CALINAMBA		LLAMA	3	SETE DISTRITOS
		MIRACOSTA		
		QUIROCOYO		
CALINAMBA		SAN JUAN DE LUCAPIS	2	UN DISTRITO
		TOCHOCHE		
		SITACOCCHA		
CALINAMBA		CAÑACHE	3	TRES DISTRITOS
		CAUSAMBA		
		CONDOSAMBA		
CALIMARCA		ENCARADA	3	ONCE DISTRITOS
		ASUNCIÓN		
		CAURAMARCA		
		CHETILLA		
		YOSPAN		
		JESÚS		
		ELACAMARCA		
		LOS BARRIOS DEL INCA		
		MAGDALENA		
		NATANA		
		HAMORA		
SAN JUAN				

REGIÓN (DPTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO	
CALIMARCA	CONTUMAZÁ	CHILTE	3	TODOS LOS DISTRITOS	
		CONTUMARCA			
		EL PISHAQUE			
		EL EMBAÑO			
		SAN BENITO			
		SANTA CRUZ DE TOLEDO			
		TANTARICA			
	YONÁN				
	SAN MIGUEL		BOLIVAR	3	TODOS LOS DISTRITOS
			CAJUIS		
			CATILLUC		
			EL PRADO		
			LA FLORIDA		
LLAPA					
NANCHO	3	TODOS LOS DISTRITOS			
NECOS					
SAN GREGORIO					
SAN MIGUEL					
SAN SILVESTRE DE COCHAN					
TONGOD					
UNIÓN AGUA BLANCA					

SAN PABLO	SAN BERNARDO	2	TODOS LOS DISTRITOS
	SAN LUIS		
	SAN PABLO		
	TUMBADO		
SANTA CRUZ	ANDESAMBA	2	TODOS LOS DISTRITOS
	OTACHE		
	CHINCHASBANCOS		
	LA ESPERANZA		
	PIÑANAMBA		
	PULAN		
	SANTA CRUZ		
	SALCOMARCA		
	SICI		
	UTICUYCU		
VALLEYCAN			

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
LA LIBERTAD	BOLIVAR	BAMBAMARCA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		BOLIVAR		
		CONDORMARCA		
		LONGOTA		
		UCUMARCA		
		ULUMOR		
	PIURA	BULIBUYO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHILLA		
		HUAYCABRITA		
		HUAYLILLAS		
		HUAYO		
		ONGÓN		
		PACCOY		
		PETAJ		
		PIS		
		SANTIAGO DE CHILLAS		
		TALARA		
	TRAYAMBA			
	URPAY			
	SÁNCHEZ CARSON	COCHORCO	2	DOS DISTRITOS
		SANTIMARINA		
		CHUGAY		
		CURCOC		
		HUAMACHUO	3	DOS DISTRITOS
		MARCAVAL		
		SANAGOSAN		
		SACÁN		
	SANTIAGO DE CHILCO	ANCONMARCA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CACHICADÁN		
		HOLLERAMBA		
		HOLLERON		
		QUIRVILCA		
		SANTA CRUZ DE CHILCA		
SANTIAGO DE CHILCO				
SITAMAMBA				
GRAN CHIMU	CASCAS	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	LICHAN			
	MARSET			
JULCÁN	SAYAPULLO	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	CALAMARCA			
	CARABAMBA			
	HUAGO			
JULCÁN				

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
LA LIBERTAD	OTISCO	AGALLPOMPA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CHARAT		
		HUARANONAL		
		LA CUESTA		
		MACHE		
		OTLOCO		
		PAGANNEY		
		SALPO		
		SANCAP		
		USQUIL		
	CHUPÍN	CHUPÓN	4	TODOS LOS DISTRITOS
		PICANCHA		
		PUEBLO NUEVO		
	ASCOPE	ASCOPE	4	TODOS LOS DISTRITOS
		CASA GRANDE		
		CHICAMA		
		CHOCOP		
		MAGDALENA DE ORO		
		PULAN		
	RIZURI			
	SANTIAGO DE ORO			
	PACASMAYO	GUADALUPE	4	TODOS LOS DISTRITOS
		JERQUETIPQUE		
PROSAMAYO				
SAN JOSE				
SAN PEDRO DE LICO				
TRUJILLO	EL PORONOR	4	TODOS LOS DISTRITOS	
	FLORENCIA DE MORA			
	HUANCHACO			
	LA ESPERANZA			
	LAREDO			
	MOCHE			
	POROTO			
	SALAVERRY			
	SIMBAL			
	TRUJILLO			
VICTOR LARCO HERRERA				
VIRI	CHAO	4	TODOS LOS DISTRITOS	
	GUADALUPE			
VIRI				

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
ÁNCASH	ANTONIO RAYMOND	CHACHO	2	TRES DISTRITOS
		CHINGA		
		LUMALLIN		
		ACCO	3	TRES DISTRITOS
		MIRGAS		
		SAN JUAN DE RINCON		
	HUARI	ANCA	2	DOS DISTRITOS
		HUACACH		
		HUACCHIS		
		PAUCAS		
		SAPAHÁN		
	UCCO			
		CAJAY	3	OCHO DISTRITOS
CHAVIN DE HUANTAS				
HUACHIS				
HUANTAS				



		ELARA		
		MAZIN		
		POKTO		
		PUYUJAMPARA		
		SAN MARCOS		
		SAN PEDRO DE CHANA		
	ACUNCIÓN	ACUNCIÓN	1	TOCOS LOS DISTRITOS
	CARHUAS	ACOMANA	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		AMPASCA		
		ANTA		
		ATAQUELLO		
		CARHUAS		
		MARCARÁ		
		PADILLA		
		SAN MIGUEL DE ACO		
		SILLA		
		TINCO		
	CARLOS F. STUARDELL	TUNGAR	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		SAN LUIS		
		SAN NICOLÁS		
	CORONCO	TALPA	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		ACO		
		BAMBAS		
		CORONCO		
		OLUSA		
		LA PRIMA		
		SANAC		
		SURAN		
	MARSCAL LLUSUYA	CHACA	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		ELIZABETH GUZMÁN		
		BARRÓN		
		FOEL OLIVERA		
		ESQUILERO		
		LLAMA		
		LLUMPA		
		LUCMA		
	MUSGA			
		PISCOBAMBA		

		CHILAS		
	HUAYLAS	CARAZ	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		HUALLANDA		
		HURTA		
		HURUYAS		
		WATO		
		YANACOMAS		
		PUEBLO LIBRE		
		SANTA CRUZ		
	TUNGAY	SANTO TORIBIO	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		YURACOMARCA		
		CACAPARA		
		MANCOS		
		WATAQOTO		
		QUELLO		
		SANABERICA		
		SHERLIT		
	HUARAZ	TRAMBA	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		TUNGAY		
		COCHABAMBA		
		COLCABAMBA		
		HURICHAY		
		HURAZ		
		INDEPENDENCIA		
		JANCO		
		LA ESCALERA		
		OLLEROS		
	PAMPAS			
	PASACOTO			
	PIRA			
	TACORA			

REGIÓN (DPTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
Áncash	PALLASCA	BOLOGNESI	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		CRAMAR		
		CONCHILLOS		
		HUACASCHUCU		
		HUANUCO		
		LACRAMBA		
		LLARO		
		PALLASCA		
		PAMPAS		
		SANTA ROSA		
	TALCA			
	POMABAMBA	HUYLLAN	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		POMABAMBA		
		POMABAMBA		
	SHILAS	OLINABAMBA	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		ROSBAMBA		
		ALFONSO LIGARTE		
		CRISOLAMPARA		
		CHINBALPO		
		HUYLLABAMBA		
QUICHES				
SACASH				
SAN JUAN				
SUCABAMBA				

REGIÓN (DPTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
Áncash	BOLOGNESI	ABELARDO PARDÓ	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		LEONAMITA		
		ANTONIO RAMÓN		
		ACUR		
		CAURCAY		
		CANS		
		CHICLAN		
		COLOQUO		
		HUALLANDA		
		HURTA		
	SECURAY	HUYLLACAYAS	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		LA PRIMAVERA		
		MANGAS		
		PACULLON		
		SAN MIGUEL DE		
		CORDANQUE		
		TROLLOS		
		OTAC		
	ALBA	COTAPARACO	1	TOCOS LOS DISTRITOS
		HUYLLABAMBA		
LLACLLIN				
MARCA				
PAMPAS CHICO				
OCRES	PAPASIN	1	DOS DISTRITOS	
	SECURAY			
	TAPACCHU			
	TUCABAMBA			
ALBA	ALB	1	DOS DISTRITOS	
	OCRES			
	LA MERCED			
OCRES	HUYLLAN	4	TRES DISTRITOS	
	SUCCHA			
OCRES	ACAS	1	CINCO DISTRITOS	

ÁNCASH		CAJAMARQUELLA	4	CINCO DISTRITOS
		CARHUAPOMA		
		COCHAS		
		LUPA		
		OCROS		
		S. CRISTÓBAL DE BAJAN		
		SANTIAGO DE CHILCAS		
	HUACAMEY	COCHAPETI	3	TRES DISTRITOS
		HILAYAN		
		NAJAS		
		QUEBRAS		
	SANTA	HUACAMEY	4	DOS DISTRITOS
		CAJONES DEL PERU		
WAGATE				
WICO				
CHIMBOTE				
COCHICO				
NEPENA				
CASMA	ELVIO CHIMBOTE	4	DOS DISTRITOS	
	SHAMARCO			
	SANTA			
	SANTA VISTA ALTA			
	CASMA	4	TODOS LOS DISTRITOS	
	COMANDANTE NOEL			
	TALTAN			

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SECMICA	AMBITO
LIMA	HUAROCHE	CALLAHUYCA	3	VEINTIDOS DISTRITOS
		CARAPOMA		
		CHOLA		
		HUACHUPAMA		
		HUANZA		
		HUAROCHE		
		LAHUAYTAMBO		
		LARGA		
		LARIAS		
		MATUCANA		
		SAN ANDRES DE TUPOCCHA		
		SAN BARTOLOME		
		SAN DAMIAN		
		S. JERONIMO DE SURCO		
		SAN JUAN DE PES		
		SAN JUAN DE TANTARAY		
		SAN LORENZO DE QUINTI		
		SAN MATEO		
		SAN MATEO DE OYAS		
	SAN PEDRO DE CASTA			
	CANTA	SAN PEDRO DE HUANCAYRE	4	SETE DISTRITOS
		SANGALLAYA		
		SANTA CRUZ DE COCHACHINDA		
SANTIAGO DE ANCHICAYA				
HUARAL	SANTIAGO DE TUNA	3	CUATRO DISTRITOS	
	ANTICQUIL			
	QUENCA			
	MARATONA	4	SETE DISTRITOS	
	SICARDO PALER			
	SAN ANTONIO DE CHACLLA			
	SANTA ELIZABETH			
	SANTO DOMINGO DE OLLEROS			
	CAJTA	3	CUATRO DISTRITOS	
	HUAROS			
	LACHACU			
	SAN BUENAVENTURA			
	ARVILAY			
	HUAMANTENCA	4	TRES DISTRITOS	
	SANTA ROSA DE QUIVES			
	ADRVILLOSALTO			
	ADRVILLOSBAJO	3	SEIS DISTRITOS	

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SECMICA	AMBITO
LIMA	CAJUMAYO	CAJUMAYO	3	CUATRO DISTRITOS
		COCA		
		SOCCOS		
		HUACAPÓN		
	OYÓN	ANCAJES	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CAJALLI		
		COCHAMARCA		
		SAVANA		
	OLIVOS	OYÓN	3	VEINTINUEVE DISTRITOS
		PROCHANGARA		
		ALIS		
		ARICA		
		AYUVI		
		AZANGARO		
		CAORA		
		CARAYNA		
		CATAHUASI		
		CHOCOS		
		COCHAS		
COLONA				
FORGOS				
HUAMPARA				
HUAYCAYAN				
HUAYCASCAR				
HUANTÁN				
HUAYCO				
LARIAS				
LINCHA				
MADERN				
MIRAFLORES				
QUICHES				
SAN JACUÍN				

		ELURÍ		
		LAMPYAN		
		PAQRACOS		
		SAN MIGUEL DE ROSOS		
		SANTA CRUZ DE YNDAMARCA		
		SUMILLOA		
		VEINTISIETE DE NOVIEMBRE		
		YUCALLAMA		
		YURUYAY	4	TRES DISTRITOS
		YUJRAL		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBOLO	ÁMBITO	
LIMA	HUALISA	CHECRAS	3	CUATRO DISTRITOS	
		LEONCIO PRADO			
		PACCHO			
		SANTA LEONOR			
		AMBLAR	4	OCHO DISTRITOS	
		CAJITA DE CAROLIN			
		ELRINCHO			
		HUALIMAY			
		HUALISA			
		SANTA MARÍA			
		SAYÓN			
		VEGUETA	3	UN DISTRITO	
		TURBICA			
		YMA			
	CALLANGU	4	QUINCE DISTRITOS		
	DEYRO AZUL				
	CHILCA				
	COYLLU				
	IMPERSAL				
	LUNAFUANA				
	MALA				
	NUÉVO IMPERSAL				
	PAUCARAN				
	QUELHUA				
	SAN ANTONIO				
	SAN LUIS				
	SAN VICENTE DE CAYSTE				
	SANTA CRUZ DE FLORES				
	SARRANCA	SARRANCA	4	TODOS LOS DISTRITOS	
		SARRANCA			
		PATIVLCA			
			SUPE		
			SUPE PUEBLO		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBOLO	ÁMBITO
LIMA	LIMA	AYCÓN	4	TODOS LOS DISTRITOS
		AYTE		
		BARRANCO		
		BOSMA		
		CHOSAYBILLO		
		CHUCLABAYO		
		CHORRILLOS		
		CINCOGUELLA		
		COMAS		
		EL AGUSTINO		
		INDEPENDENCIA		
		JESÚS MARÍA		
		LA MOLINA		
		LA VICTORIA		

LIMA	LIMA	LIMA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		LINCE		
		LOS OLIVOS		
		LURIGANCHO-CHOSICA		
		LURÍN		
		MAGDALENA DEL MAR		
		MIRAFLORES		
		PROVINCIA		
		PUCALLA		
		PUEBLO LIBRE		
		PUNTE PEDRA		
		PUNTA HERMOZA		
		PUNTA NEGRA		
		REMAC		
		SAN BARTOLO		
		SAN BORJA		
		SAN ISIDRO		
		SAN JUAN DE LURIGANCHO		
		SAN JUAN DE MIRAFLORES		
		SAN LUIS		
		SAN MARTÍN DE PORRES		
		SAN MIGUEL		
		SANTA ANITA		
SANTA MARÍA DEL MAR				
SANTA ROSA				
SANTIAGO DE SURCO				
SURQUILLO				
VILLA EL SALVADOR				
VILLA MARÍA DEL TRIUNFO				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBOLO	ÁMBITO
CALLAO	CALLAO	DELLAVISTA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		CALLAO		
		CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO		
		LA POBLA		
		LA PUNTA		
		VENTANILLA		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍMBOLO	ÁMBITO
ICA	CHINCHA	SAN PEDRO DE HUACABAYANA	3	UN DISTRITO
		ALTO LARAN	4	DIEZ DISTRITOS
		CHIVÍN		
		CHINCHA ALTA		
		CHINCHA BAJA		
		EL CARMÓN		
		GRUPO PRADO		
		PUEBLO NUEVO		
		SAN JUAN DE VASCO		
		SURAMP		
	TAMBO DE MORA			
	TALPA	LUMBA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		SALPA		
		RÍO GRANDE		
		SANTA CRUZ		
TIBLLO				

ICA	ICA	ICA	4	TODOS LOS DISTRITOS	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIEMBRADA	AMBITO													
		LA TINGUIRA																				
		LOS AGUILERES																				
		POUCAJE																				
		PACHACUTEC																				
		PARCORA																				
		PUEBLO NUEVO																				
		SALAS																				
		SAN JOSE DE LOS MOLINOS																				
		SAN JUAN BAUTISTA																				
		SANTIAGO																				
	SUSTANILLA																					
	TATE																					
	VALCA DEL ROSARIO																					
	NAUCA	CHIRIQUILLO	4	TODOS LOS DISTRITOS																		
		EL INGENIO																				
		MARCONA																				
		VALCA																				
	PISCO	VISTA ALEGRE	4	TODOS LOS DISTRITOS																		
		HURICANO																				
		HUMAY																				
INDEPENDENCIA																						
PARACAS																						
PISCO																						
SAN ANDRES																						
SAN CLEMENTE																						
TURCO AMARILLO																						
INCA																						
REGION	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIEMBRADA	AMBITO	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIEMBRADA	AMBITO													
										ANDAGUA	3	ONCE DISTRITOS										
										AYO												
										CHACABAMBA												
										CHILCA												
										CHILCAHUASI												
										CHICO												
										CHICLAYO												
										CHOCOMA												
										CHUMPEVIRACUN												
										TIKUN												
										URUBAMBA												
										4	TRES DISTRITOS											
												APURAC										
												EL CAJON										
												URUBAMBA										
										REGION	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIEMBRADA	AMBITO	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIEMBRADA	AMBITO			
																				AUTOCORONA	3	VEINTUN DISTRITOS
																				ALFARO		
																				ARICAMA		
																				CAYMA		
CEBSO																						
COLORADO																						
CHACABAMBA																						
CHIGUATA																						
JACOSO HUNTER																						
JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO																						
MARANO MELGAR																						
MIRAFLORES																						
MOLLESA																						
PAUCARIN																						
PISCO																						
SUCOLIMA																						
SABANEDA																						
SACHA																						
SAN JUAN DE TABLONES																						
SOCABAMBA																						
TABARA																						
TRINIDAD																						
YURA																						
4	OCHO DISTRITOS																					
		LA JOYA																				
		POLOSAYA																				
		SAN JUAN DE SIGLAS																				
4	OCHO DISTRITOS																					
		SANTA ISABEL DE SIGLAS																				
		SANTA RITA DE SIGLAS																				
		SIGLAS																				
UCHUMAYO																						
YTCO																						
YAGUAYAMBA																						
3	TRES DISTRITOS																					
		CAYARANI																				
		CHICHAS																				
		SALABAMBA																				
4	CINCO DISTRITOS																					
		ANDARAY																				
		CHUQUISAMBA																				
		IRAY																				
4	TODOS LOS DISTRITOS																					
		RIO GRANDE																				
		TRINIDAD																				
		COACHACORA																				
4	TODOS LOS DISTRITOS																					
		DIANA VALDIVIA																				
		SLAY																				
		RECA																				
4	UN DISTRITO																					
		MOLLEDO																				
PUNTA DE ROMON																						

REGION (DFTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
ASQUIMA	CAMARA	CAMARA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		JOSE MARIA OLIMPER		
		MARIANO NICOLAS BALCARCEL		
		MARISCAL CAJONES		
		NICOLAS DE PEROLA		
		COYBA		
		QUELCA		
		SAMUEL PASTOR		
		ACARI		
	ATICO			
	ATQUEBA			
	BELLA UNION			
	CAHUACHO			
	CARAMELI			
	CHUCA			
	CHAPARRA			
	HURONHURON			
	JACUI			
	LOMAS			
QUICACHA				
VALCA				

REGION (DFTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUARA	3	DIEZ DISTRITOS
		COLLAQUE		
		CHUSA		
		LLOQUE		
		MATALAQUE		
		OMATE		
		PUCUNA		
		QUINISTACUILLAS		
		URBAS		
		PUNCA		
	LA CAPILLA	4	UN DISTRITO	
	MARISCAL NIETO	CARUNPA	3	OCHO DISTRITOS
		CUCHUMBAYA		
		SABERUA		
		SAN CRISTOBAL DE GALAZOR		
		TORATA		
	MOQUEGUA	4	UN DISTRITO	
	ILO	EL AGARRORAL	4	TODOS LOS DISTRITOS
		PACOSHA		
ILO				

REGION (DFTD.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
TACNA	UNASA	CHUCATAMANI	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ESTIQUE		
		ESTIQUE-PANZA		
		SITUAJA		
		SUSAPAYA		
		TARAJA		
		TARUACHI		
		TICACO		
	CANDARIVE	CARANI	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CAMILACA		
		CANDARIVE		
		CURBANA		
		ILANUJA		
		QUELAHURU		

JORGE BASADRE	LADRA	4	TODOS LOS DISTRITOS
	ITE		
	LOCUMBA		
TACNA	PALCA	4	OCHO DISTRITOS
	ALTO DE LA ALIACA		
	CHALANA		
	CIUDAD NUEVA		
	INGLÁN		
	PACHA		
	PODOLAY		
	SABA		
TACNA			

ANEXO N° 02

PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SISMICAS

Las acciones sismicas para el diseño estructural dependen de la zona sismica (Z), del perfil de suelo (S, T_p , T_L), del uso de la edificación (U), del sistema sismoresistente (R) y las características dinámicas de la edificación (T , C) y de su peso (P).

ETAPA 1: PELIGRO SISMICO (Capítulo 2)

Los pasos de esta etapa dependen solamente del lugar y las características del terreno de fundación del proyecto. No dependen de las características del edificio.

Paso 1 Factor de Zona Z (Numeral 2.1)

Determinar la zona sismica donde se encuentra el proyecto en base al mapa de zonificación sismica (Figura N° 1) o a la Tabla de provincias y distritos del Anexo N° 1.

Determinar el factor de zona (Z) de acuerdo a la Tabla N° 1.

Paso 2 Perfil de Suelo (Numeral 2.3)

De acuerdo a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se determina el tipo de perfil de suelo según el numeral 2.3.1 donde se definen 5 perfiles de suelo. La clasificación se debe hacer en base a los parámetros indicados en la Tabla N° 2 considerando promedios para los estratos de los primeros 30 m bajo el nivel de cimentación.

Cuando no se conozcan las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, el profesional responsable del EMS determinará el tipo de perfil de suelo sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

Paso 3 Parámetros de Sitio S, T_p y T_L (Numeral 2.4)

El factor de amplificación del suelo se obtiene de la Tabla N° 3 y depende de la zona sismica y el tipo de perfil de suelo. Los periodos T_p y T_L se obtienen de la Tabla N° 4 y solo dependen del tipo de perfil de suelo.

Paso 4 Construir la función Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

Depende de los parámetros de sitio T_p y T_L . Se definen tres tramos, periodos cortos, intermedios y largos, y se aplica para cada tramo las expresiones de este numeral.

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO (Capítulo 3)

Los pasos de esta etapa dependen de las características de la edificación, como son su categoría, sistema estructural y configuración regular o irregular.

Paso 5 Categoría de la Edificación y el Factor de Uso U (Numeral 3.1)

La categoría de la edificación y el factor de uso (U) se obtienen de la Tabla N° 5.

Paso 6 Sistema Estructural (Numeral 3.2 y 3.3)

Se determina el sistema estructural de acuerdo a las definiciones que aparecen en el numeral 3.2.

En la Tabla N° 6 (numeral 3.3) se definen los sistemas estructurales permitidos de acuerdo a la categoría de la edificación y a la zona sísmica en la que se encuentra.

Paso 7 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, R_0 (Numeral 3.4)

De la Tabla N° 7 se obtiene el valor del coeficiente R_0 , que depende únicamente del sistema estructural.

Paso 8 Factores de Irregularidad I_x, I_y (Numeral 3.8)

El factor I_x se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades existentes en altura. El factor I_y se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades existentes en planta.

En la mayoría de los casos se puede determinar si una estructura es regular o irregular a partir de su configuración estructural, pero en los casos de Irregularidad de Rigidez e Irregularidad Torsional se debe comprobar con los resultados del análisis sísmico según se indica en la descripción de dichas irregularidades.

Paso 9 Restricciones a la Irregularidad (Numeral 3.7)

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la categoría y zona de la edificación en la Tabla N° 10. Modificar la estructuración en caso que no se cumplan las restricciones de esta Tabla.

Paso 10 Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica R (Numeral 3.8)

$$\text{Se determina } R = R_0 \cdot I_x \cdot I_y$$

ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL (Capítulo 4)

En esta etapa se desarrolla el análisis estructural. Se sugieren criterios para la elaboración del modelo matemático de la estructura, se indica cómo se debe calcular el peso de la edificación y se definen los procedimientos de análisis.

Paso 11 Modelos de Análisis (Numeral 4.2)

Desarrollar el modelo matemático de la estructura. Para estructuras de concreto armado y albañilería considerar las propiedades de las secciones brutas ignorando la fluación y el refuerzo.

Paso 12 Estimación del Peso P (Numeral 4.3)

Se determina el peso (P) para el cálculo de la fuerza sísmica adicionando a la carga permanente total un porcentaje de la carga viva que depende del uso y la categoría de la edificación, definido de acuerdo a lo indicado en este numeral.

Paso 13 Procedimientos de Análisis Sísmico (Números 4.4 a 4.7)

Se definen los procedimientos de análisis considerados en esta Norma, que son análisis estático (numeral 4.5) y análisis dinámico modal espectral (numeral 4.6).

Paso 13.A Análisis Estático (Numeral 4.6)

Este procedimiento solo es aplicable a las estructuras que cumplen lo indicado en el numeral 4.5.1.

El análisis estático tiene los siguientes pasos:

- Calcular la fuerza cortante en la base $V = \frac{P \cdot C \cdot I}{\alpha}$ para cada dirección de análisis (numeral 4.5.2).
- Para determinar el valor de C (Paso 4 o numeral 2.5) se debe estimar el periodo fundamental de vibración de la estructura (T) en cada dirección (numeral 4.5.4).
- Determinar la distribución en la altura de la fuerza sísmica de cada dirección (numeral 4.5.3).
- Aplicar las fuerzas obtenidas en el centro de masas

de cada piso. Además se deberá considerar el momento torsor accidental (numeral 4.5.5).

- Considerar fuerzas sísmicas verticales (numeral 4.5.6) para los elementos en los que sea necesario.

Paso 13.B Análisis Dinámico (Numeral 4.6)

Si se elige o es un requerimiento desarrollar un análisis dinámico modal espectral se debe:

- Determinar los modos de vibración y sus correspondientes periodos naturales y masas participantes mediante análisis dinámico del modelo matemático (numeral 4.6.1).

- Calcular el espectro inelástico de pseudo aceleraciones $S_d = \frac{2 \cdot M \cdot C \cdot I}{\alpha} \cdot g$ para cada dirección de análisis (numeral 4.6.2).

- Considerar excentricidad accidental (numeral 4.6.5).

- Determinar todos los resultados de fuerzas y desplazamientos para cada modo de vibración.

- Determinar la respuesta máxima esperada correspondiente al efecto conjunto de los modos considerados (numeral 4.6.3).

- Se deben escalar todos los resultados obtenidos para fuerzas (numeral 4.6.4) considerando un cortante mínimo en el primer entrepiso que será un porcentaje del cortante calculado para el método estático (numeral 4.5.3). No se escalan los resultados para desplazamientos.

- Considerar fuerzas sísmicas verticales (numeral 4.6.2) usando un espectro con valores iguales a 2/3 del espectro más crítico para las direcciones horizontales, para los elementos que sea necesario.

ETAPA 4: VALIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo a los resultados del análisis se determinará si la estructura planteada es válida, para lo cual debe cumplir con los requisitos de regularidad y rigidez indicados en este capítulo.

Paso 14 Revisión de las Hipótesis del Análisis

Con los resultados de los análisis se revisarán los factores de Irregularidad aplicados en el paso 8. En base a éstos se verificará si los valores de R se mantienen o deben ser modificados. En caso de haberse empleado el procedimiento de análisis estático deberá verificarse lo señalado en el numeral 4.5.1.

Paso 15 Restricciones a la Irregularidad (Numeral 3.7)

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la categoría y zona de la edificación en la Tabla N° 10. De existir irregularidades o irregularidades extremas en edificaciones en las que no están permitidas según esa Tabla, se debe modificar la estructuración y repetir el análisis hasta lograr un resultado satisfactorio.

Paso 16 Determinación de Desplazamientos Laterales (Numeral 5.1)

Se calculan los desplazamientos laterales de acuerdo a las indicaciones de este numeral.

Paso 17 Distorsión Admisible (Numeral 5.2)

Verificar que la distorsión máxima de entrepiso que se obtiene en la estructura con los desplazamientos calculados en el paso anterior sea menor que lo indicado en la Tabla N° 11. De no cumplirse se debe revisar la estructuración y repetir el análisis hasta cumplir con el requerimiento.

Paso 18 Separación entre Edificios (Numeral 5.3)

Determinar la separación mínima a otras edificaciones o al límite de propiedad de acuerdo a las indicaciones de este numeral.

1387631-1

ANEXO 3. METRADO DE CARGAS

Block 1 PISO 1

Columnas y Placas

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 8 PL 1	2	0.35	4.75	3.325	7980
	0.3	1.65	4.75	2.35125	5643
PL 4	1.7	0.35	4.75	2.82625	6783
	0.3	0.55	4.75	0.78375	1881
PL 4	1.7	0.35	4.75	2.82625	6783
	0.3	0.55	4.75	0.78375	1881
PL 2	1.7	0.35	4.75	2.82625	6783
	0.3	0.55	4.75	0.78375	1881
PL 1	2	0.35	4.75	3.325	7980
	0.3	1.65	4.75	2.35125	5643

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 10 PL 1	2	0.35	4.75	3.325	7980
	0.3	1.65	4.75	2.35125	5643
PL 4	1.7	0.35	4.75	2.82625	6783
	0.3	0.55	4.75	0.78375	1881
PL 4	1.7	0.35	4.75	2.82625	6783
	0.3	0.55	4.75	0.78375	1881
PL 2	1.7	0.35	4.75	2.82625	6783
	0.3	0.55	4.75	0.78375	1881
PL 1	2	0.35	4.75	3.325	7980
	0.3	1.65	4.75	2.35125	5643

TOTAL (kg)	106476
---------------	--------

Vigas

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
V 11	6.3	0.35	0.9	1.9845	4762.8
V 11	2.2	0.35	0.9	0.693	1663.2
V 11	2.5	0.35	0.9	0.7875	1890
V 11	5.05	0.35	0.9	1.59075	3817.8

Eje 9 (Y-Y)	C 3-3	4.5	0.25	0.2	0.225	540
-------------	-------	-----	------	-----	-------	-----

Eje 10 (Y-Y)	V 11	6.3	0.35	0.7	1.5435	3704.4
	V 11	2.2	0.35	0.7	0.539	1293.6
	V 11	2.5	0.35	0.7	0.6125	1470
	V 11	5.05	0.35	0.7	1.23725	2969.4

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
V 10	5.6	0.3	0.65	1.092	2620.8
C 6-6	5.6	0.15	0.13	0.1092	262.08
	5.6	0.2	0.1	0.112	268.8
V 9	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 8	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 7	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 6	6.3	0.3	0.75	1.4175	3402
V 5	6.7	0.3	0.75	1.5075	3618
V 4	7.8	0.3	0.75	1.755	4212
V 3	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 2	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 1	5.6	0.3	0.65	1.092	2620.8

TOTAL (kg)	59140.68
---------------	----------

Losa

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes A-B	H =20cm	8.9	2.23	300	5954.1
	H =20cm	8.9	2.23	300	5954.1
Ejes B-C	H =20cm	8.9	2.1	300	5607
Ejes C-D	H =20cm	8.9	2.2	300	5874
Ejes D-E	H =20cm	8.9	2.2	300	5874
Ejes E-G	H =20cm	3.15	4.5	300	4252.5
	H =20cm	4.8	3.1	300	4464
	SOLIDA	14.1	0.7	0.2	4737.6
Ejes G-H	H =20cm	8.15	1.66	300	4058.7
	SOLIDA	10.51	0.7	0.2	1.4714
	H =20cm	8.2	2.23	300	5485.8
	SOLIDA	2.23	0.7	0.2	0.3122
Ejes H-I	H =20cm	8.2	1.16	300	2853.6
	SOLIDA	8.9	0.7	0.2	1.246
		1.66	0.7	0.2	0.2324
TOTAL(kg)					55118.62

Tabiquería, tarrajeos, acabados y piso

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes A-B	H =20cm	8.9	2.23	250	4961.75
	H =20cm	8.9	2.23	250	4961.75
Ejes B-C	H =20cm	8.9	2.1	250	4672.5
Ejes C-D	H =20cm	8.9	2.2	250	4895
Ejes D-E	H =20cm	8.9	2.2	250	4895
Ejes E-G	H =20cm	3.15	4.5	250	3543.75
	H =20cm	4.8	3.1	250	3720
	SOLIDA	14.1	0.7	250	2467.5
Ejes G-H	H =20cm	8.15	1.66	250	3382.25
	SOLIDA	10.51	0.7	250	1839.25
	H =20cm	8.2	2.23	250	4571.5
	SOLIDA	2.23	0.7	250	390.25
Ejes H-I	H =20cm	8.2	1.16	250	2378
	SOLIDA	8.9	0.7	250	1557.5
		1.66	0.7	250	290.5
TOTAL (kg)					24386

**Carga
viva**

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes A-D		9.7	9.3	300	27063
Ejes D-E		2.2	9.3	400	8184
Ejes E-G		4.75	5.8	300	8265
		4.75	3.5	400	6650
Ejes G-I		7.78	9.3	400	28941.6

TOTAL (kg)	79103.6
-----------------------	----------------

Peso P1 (Tn)	284.67
Mt(piso1) (Tn.s ² /m)	29.02
Mr(1) (Tn. s ² *m)	1740.30

Block 1 PISO 2

Columnas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 8	PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
		0.3	1.65	3.75	1.85625	4455
	PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
		0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
	PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
		0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
	PL 2	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
		0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
	PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
		0.3	1.65	3.75	1.85625	4455

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 10 PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
	0.3	1.65	3.75	1.85625	4455
PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 2	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
	0.3	1.65	3.75	1.85625	4455

TOTAL (kg)	84060
---------------	-------

Vigas

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)	
Eje 8 (Y-Y)	V 11	6.3	0.35	0.9	1.9845	4762.8
	V 11	2.2	0.35	0.9	0.693	1663.2
	V 11	2.5	0.35	0.9	0.7875	1890
	V 11	5.05	0.35	0.9	1.59075	3817.8

Eje 9 (Y-Y)	C 3-3	4.5	0.25	0.2	0.225	540
	C 3-3	4.5	0.25	0.2	0.225	540
	C 3-3	0.85	0.25	0.2	0.0425	102

Eje 10 (Y-Y)	V 11	6.3	0.35	0.7	1.5435	3704.4
	V 11	2.2	0.35	0.7	0.539	1293.6
	V 11	2.5	0.35	0.7	0.6125	1470
	V 11	5.05	0.35	0.7	1.23725	2969.4

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)	
Eje A (X-X)	V 10	5.6	0.3	0.65	1.092	2620.8

C 6-6	5.6	0.15	0.13	0.1092	262.08
	5.6	0.2	0.1	0.112	268.8
V 9	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 8	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 7	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 6	6.3	0.3	0.75	1.4175	3402
V 5	6.7	0.3	0.75	1.5075	3618
V 4	7.8	0.3	0.75	1.755	4212
V 3	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 2	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 1	5.6	0.3	0.65	1.092	2620.8
C 6-6	5.6	0.15	0.13	0.1092	262.08
	5.6	0.2	0.1	0.112	268.8

TOTAL (kg)	60,313.56
---------------	-----------

Losa

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes A-B	H =20cm	8.9	2.23	300	5954.1
	H =20cm	8.9	2.23	300	5954.1
Ejes B-C	H =20cm	8.9	2.1	300	5607
Ejes C-D	H =20cm	8.9	2.2	300	5874
Ejes D-E	H =20cm	8.9	2.2	300	5874
Ejes E-G	H =20cm	3.15	4.5	300	4252.5
	H =20cm	4.8	3.1	300	4464
	SOLIDA	13	0.7	0.2	4368
Ejes G-H	H =20cm	8.15	1.66	300	4058.7
	SOLIDA	10.51	0.7	0.2	1.4714
	H =20cm	8.2	2.23	300	5485.8
	SOLIDA	2.23	0.7	0.2	0.3122
Ejes H-I	H =20cm	8.2	1.16	300	2853.6
	SOLIDA	8.9	0.7	0.2	1.246
		1.66	0.7	0.2	0.2324
				TOTAL (kg)	54,749.06

Tabiquería, tarrajeos, acabados y
piso

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes A-B	H =20cm	8.9	2.23	250	4961.75
	H =20cm	8.9	2.23	250	4961.75
Ejes B-C	H =20cm	8.9	2.1	250	4672.5

Ejes C-D	H =20cm	8.9	2.2	250	4895
Ejes D-E	H =20cm	8.9	2.2	250	4895
Ejes E-G	H =20cm	3.15	4.5	250	3543.75
	H =20cm	4.8	3.1	250	3720
	SOLIDA	14.1	0.7	250	2467.5
Ejes G-H	H =20cm	8.15	1.66	250	3382.25
	SOLIDA	10.51	0.7	250	1839.25
	H =20cm	8.2	2.23	250	4571.5
	SOLIDA	2.23	0.7	250	390.25
Ejes H-I	H =20cm	8.2	1.16	250	2378
	SOLIDA	8.9	0.7	250	1557.5
		1.66	0.7	250	290.5

TOTAL (kg)	24,386.00
---------------	-----------

**Carga
viva**

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m ²	Peso (kg)
Ejes A-D		9.7	9.3	300	27063
Ejes D-E		2.2	9.3	400	8184
Ejes E-G		4.75	5.8	300	8265
		4.75	3.5	400	6650
Ejes G-I		7.78	9.3	400	28941.6

TOTAL (kg)	79,103.60
---------------	-----------

Peso P2 (Tn)	263.06
Mt(2) (Tn. s ² /m)	26.82
Mr(2) (Tn. s ² *m)	1610.56

Bloque 1 PISO 3

Columnas y Placas

	ITEM	L	A	H	m ³	Peso (kg)
Eje 8	PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
		0.3	1.65	3.75	1.85625	4455

PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 2	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
	0.3	1.65	3.75	1.85625	4455

Eje 10

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
	0.3	1.65	3.75	1.85625	4455
PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 4	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 2	1.7	0.35	3.75	2.23125	5355
	0.3	0.55	3.75	0.61875	1485
PL 1	2	0.35	3.75	2.625	6300
	0.3	1.65	3.75	1.85625	4455

TOTAL (kg)	84,060.00
---------------	-----------

Vigas

Eje 8 (Y-Y)

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
V 11	6.3	0.35	0.9	1.9845	4762.8
V 11	2.2	0.35	0.9	0.693	1663.2
V 11	2.5	0.35	0.9	0.7875	1890
V 11	5.05	0.35	0.9	1.59075	3817.8

Eje 9 (Y-Y)

C 3-3	4.5	0.25	0.2	0.225	540
C 3-3	4.5	0.25	0.2	0.225	540
C 3-3	0.85	0.25	0.2	0.0425	102

Eje 10 (Y-Y)

V 11	6.3	0.35	0.7	1.5435	3704.4
V 11	2.2	0.35	0.7	0.539	1293.6

V 11	2.5	0.35	0.7	0.6125	1470
V 11	5.05	0.35	0.7	1.23725	2969.4

Eje A (X-X)

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
V 10	5.6	0.3	0.65	1.092	2620.8
C 6-6	5.6	0.15	0.13	0.1092	262.08
	5.6	0.2	0.1	0.112	268.8
V 9	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 8	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 7	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 6	6.3	0.3	0.75	1.4175	3402
V 5	6.7	0.3	0.75	1.5075	3618
V 4	7.8	0.3	0.75	1.755	4212
V 3	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 2	8.9	0.25	0.75	1.66875	4005
V 1	5.6	0.3	0.65	1.092	2620.8
C 6-6	5.6	0.15	0.13	0.1092	262.08
	5.6	0.2	0.1	0.112	268.8

TOTAL (kg)	60,313.56
----------------------	-----------

Losa

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes A-B	H =20cm	8.9	2.23	300	5954.1
	H =20cm	8.9	2.23	300	5954.1
Ejes B-C	H =20cm	8.9	2.1	300	5607
Ejes C-D	H =20cm	8.9	2.2	300	5874
Ejes D-E	H =20cm	8.9	2.2	300	5874
Ejes E-G	H =20cm	3.5	4.5	300	4725
	H =20cm	3.65	0.85	300	930.75
	H =20cm	4.5	4.5	300	6075
Ejes G-H	H =20cm	8.8	2.36	300	6230.4
	H =20cm	8.8	2.23	300	5887.2
Ejes H-I	H =20cm	8.8	2.36	300	6230.4
	TOTAL (kg)				59,341.95

Tabiquería, tarrajes, acabados y
piso

Entre ejes A-B

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
------	---	---	-------	-----------

Ejes A-B	H =20cm	8.9	2.23	250	4961.75
	H =20cm	8.9	2.23	250	4961.75
Ejes B-C	H =20cm	8.9	2.1	250	4672.5
Ejes C-D	H =20cm	8.9	2.2	250	4895
Ejes D-E	H =20cm	8.9	2.2	250	4895
Ejes E-G	H =20cm	3.5	4.5	250	3937.5
	H =20cm	3.65	0.85	250	775.625
	H =20cm	4.5	4.5	250	5062.5
Ejes G-H	H =20cm	8.8	2.36	250	5192
	H =20cm	8.8	2.23	250	4906
Ejes H-I	H =20cm	8.8	2.36	250	5192

TOTAL (kg)	49,451.63
----------------------	-----------

**Carga
viva**

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes 1-6		25.03	9.6	100	24,028.80

Peso P3 (Tn)	259.17
Mt(3) (Tn. s ² /m)	26.42
Mr(3) (Tn. s ² *m)	1586.77

Block 2 PISO 1

Columnas y Placas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
EJE 4	PL-7	2.42	0.3	4.75	3.4485	8276.4
		2.15	0.3	4.75	3.06375	7353
		2.42	0.3	4.75	3.4485	8276.4
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	PL-3	1.5	0.3	4.75	2.1375	5130
		1.2	0.3	4.75	1.71	4104

Eje 5	PL-6	1.6	0.3	4.75	2.28	5472
	PL-8	1.3	0.3	4.75	1.8525	4446
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	PL-2	2	0.3	4.75	2.85	6840
		0.15	0.25	4.75	0.178125	427.5

Eje 6	PL-2	2	0.3	4.75	2.85	6840
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	PL-2	2	0.3	4.75	2.85	6840

Eje 7	PL-1	2	0.3	4.75	2.85	6840
		1.7	0.3	4.75	2.4225	5814
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	PL-1	2	0.3	4.75	2.85	6840
		1.7	0.3	4.75	2.4225	5814

Eje 8	PL-5	0.5	0.3	4.75	0.7125	1710
		1.7	0.3	4.75	2.4225	5814
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	PL-4	1.7	0.3	4.75	2.4225	5814
	P2	2	0.3	4.75	2.85	6840

TOTAL (kg)	127,959.30
---------------	------------

Vigas

EJE 4	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
	V5	2.18	0.3	0.65	0.4251	1020.24
	V5	7.95	0.3	0.65	1.55025	3720.6
	V5	3.69	0.3	0.65	0.71955	1726.92
	CC-7	2.18	0.3	0.55	0.3597	863.28
	CC-6	3.96	0.13	0.25	0.1287	308.88
		3.96	0.2	0.1	0.0792	190.08

Eje 5	V6	3	0.3	0.65	0.585	1404
	V6	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V6	3.85	0.3	0.65	0.75075	1801.8

Eje 6	V7	4.4	0.3	0.65	0.858	2059.2
	V7	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6

V7	4.35	0.3	0.65	0.84825	2035.8
CC-5	4.5	0.4	0.2	0.36	864

Eje 7	V8	2.7	0.3	0.65	0.5265	1263.6
	V8	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V8	2.65	0.3	0.65	0.51675	1240.2

Eje 8	CC-3	1.45	0.25	0.2	0.0725	174
	CC-3	1.45	0.25	0.2	0.0725	174
	V9	2.7	0.3	0.65	0.5265	1263.6
	V9	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V9	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)	
Eje B	V4	3.05	0.3	0.65	0.59475	1427.4
	V4	2.87	0.3	0.65	0.55965	1343.16
	V4	3.73	0.3	0.65	0.72735	1745.64
	V4	5	0.3	0.65	0.975	2340
	CC-8	2.15	0.25	0.55	0.295625	709.5
	CC-2	6.05	0.25	0.55	0.831875	1996.5

Eje D	V3	5.35	0.3	0.65	1.04325	2503.8
	V3	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V3	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V3	5.75	0.3	0.65	1.12125	2691

Eje E	V2	5.5	0.3	0.65	1.0725	2574
	V2	4.35	0.3	0.65	0.84825	2035.8
	V2	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V2	5.7	0.3	0.65	1.1115	2667.6

Eje G	V1	5.35	0.3	0.65	1.04325	2503.8
	V1	2.87	0.3	0.65	0.55965	1343.16
	V1	3.73	0.3	0.65	0.72735	1745.64
	CC-5	2.2	0.4	0.2	0.176	422.4
	V1	4.4	0.3	0.65	0.858	2059.2

Eje 5	V1	6.73	0.3	0.65	1.31235	3149.64
-------	----	------	-----	------	---------	---------

TOTAL (KG)	65,255.64
---------------	-----------

Losa

Entre ejes 4-5

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes B-D H =20cm	2.15	2.18	480	2249.76
Entre ejes D-E H =20cm	5.5	3.45	300	5692.5
Entre ejes E-G H =20cm	5.5	4.5	300	7425

Entre ejes 5-6

ITEM	L	A	H	
Entre ejes B-D H =20cm	4.55	4.57	300	6238.05
Entre ejes D-E H =20cm	2.2	4.57	300	3016.2
Entre ejes E-G H =20cm	4.5	4.57	300	6169.5

Entre ejes 6-7

ITEM	L	A	H	
Entre ejes B-D H =20cm	4.55	4.58	300	6251.7
Entre ejes D-E H =20cm	2.2	4.58	280	2821.28
Entre ejes E-G H =20cm	4.5	4.58	300	6183

Entre ejes 7-8

ITEM	L	A	H	
Entre ejes B-D H =20cm	1.45	2.13	480	1482.48
H =20cm	1.3	0.85	480	530.4
H =20cm	2.12	1.45	480	1475.52
H =20cm	6.05	2.85	300	5172.75
Entre ejes D-E H =20cm	6.05	2.2	300	3993
Entre ejes E-G H =20cm	6.05	4.5	300	8167.5

TOTAL (kg)	66,868.64
----------------------	-----------

Tabiquería, tarrajeos, acabados y piso

Entre ejes 4-5

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes B-D H =20cm	2.15	2.18	250	1171.75
Entre ejes D-E H =20cm	5.5	3.45	250	4743.75
Entre ejes E-G H =20cm	5.5	4.5	250	6187.5

Entre ejes 5-6

ITEM	L	A	H	
Entre ejes B-D H =20cm	4.55	4.57	250	5198.375
Entre ejes D-E H =20cm	2.2	4.57	250	2513.5
Entre ejes E-G H =20cm	4.5	4.57	250	5141.25

Entre ejes 6-7

ITEM	L	A	H		
Entre ejes B-D	H =20cm	4.55	4.58	250	5209.75
Entre ejes D-E	H =20cm	2.2	4.58	250	2519
Entre ejes E-G	H =20cm	4.5	4.58	250	5152.5

Entre ejes 7-8

ITEM	L	A	H		
Entre ejes B-D	H =20cm	1.45	2.13	250	772.125
	H =20cm	1.3	0.85	250	276.25
	H =20cm	2.12	1.45	250	768.5
	H =20cm	6.05	2.85	250	4310.625
Entre ejes D-E	H =20cm	6.05	2.2	250	3327.5
Entre ejes E-G	H =20cm	6.05	4.5	250	6806.25

TOTAL (kg)	54,098.63
----------------------	-----------

Carga viva

Entre ejes 4-5

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes B-G	5.65	8.85	400	20001

Entre ejes 5-6

Entre ejes B-D	4.85	3.03	300	4408.65
	4.85	1.695	250	2055.1875
Entre ejes D-E	2.2	4.88	400	4294.4
Entre ejes E-G	4.8	2.35	500	5640
	4.8	2.37	750	8532

Entre ejes 6-7

Entre ejes B-D	4.85	4.85	300	7056.75
Entre ejes D-E	4.85	2.2	400	4268
Entre ejes E-G	4.85	4.8	750	17460

Entre ejes 7-8

Entre ejes B-D	4.85	6.35	300	9239.25
Entre ejes D-E	2.2	6.5	400	5720
Entre ejes E-G	2.95	4.8	750	10620
	3.17	4.8	250	3804

TOTAL (kg)	103,099.24
----------------------	------------

Peso P1 (Tn)	365.73
--------------	--------

Mt(1) (Tn. s ² /m)	37.28
Mr(1) (Tn. s ² *m)	2074.75

Block 2 PISO 2

Columnas y Placas

EJE 4	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
	PL-7	2.42	0.3	4.5	3.267	7840.8
		2.15	0.3	4.5	2.9025	6966
		2.42	0.3	4.5	3.267	7840.8
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-3	1.5	0.3	4.5	2.025	4860
		1.2	0.3	4.5	1.62	3888

Eje 5	PL-6	1.6	0.3	4.5	2.16	5184
	PL-8	1.3	0.3	4.5	1.755	4212
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-2	2	0.3	4.5	2.7	6480
		0.15	0.25	4.5	0.16875	405

Eje 6	PL-2	2	0.3	4.5	2.7	6480
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-2	2	0.3	4.5	2.7	6480

Eje 7	PL-1	2	0.3	4.5	2.7	6480
		1.7	0.3	4.5	2.295	5508
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-1	2	0.3	4.5	2.7	6480
		1.7	0.3	4.5	2.295	5508

Eje 8	PL-5	0.5	0.3	4.5	0.675	1620
		1.7	0.3	4.5	2.295	5508
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-4	1.7	0.3	4.5	2.295	5508
	P2	2	0.3	4.5	2.7	6480

TOTAL (kg)	121,224.60
---------------	------------

Vigas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
EJE 4	V5	2.18	0.3	0.65	0.4251	1020.24
	V5	7.95	0.3	0.65	1.55025	3720.6
	V5	3.69	0.3	0.65	0.71955	1726.92
	CC-7	2.18	0.3	0.55	0.3597	863.28
	CC-6	3.96	0.13	0.25	0.1287	308.88
		3.96	0.2	0.1	0.0792	190.08

Eje 5	V6	3	0.3	0.65	0.585	1404
	V6	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V6	3.85	0.3	0.65	0.75075	1801.8

Eje 6	V7	4.4	0.3	0.65	0.858	2059.2
	V7	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V7	4.35	0.3	0.65	0.84825	2035.8
	CC-5	4.5	0.4	0.2	0.36	864

Eje 7	V8	2.7	0.3	0.65	0.5265	1263.6
	V8	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V8	2.65	0.3	0.65	0.51675	1240.2
	CC-2	4.5	0.25	0.55	0.61875	1485
	CC-5	2	0.4	0.2	0.16	384

Eje 8	CC-3	1.45	0.25	0.2	0.0725	174
	CC-3	1.45	0.25	0.2	0.0725	174
	V9	2.7	0.3	0.65	0.5265	1263.6
	V9	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V9	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje B	V4	3.05	0.3	0.65	0.59475	1427.4
	V4	2.87	0.3	0.65	0.55965	1343.16
	V4	3.73	0.3	0.65	0.72735	1745.64
	V4	5	0.3	0.65	0.975	2340
	CC-8	2.15	0.25	0.55	0.295625	709.5
	CC-2	6.05	0.25	0.55	0.831875	1996.5

Eje D	V3	5.35	0.3	0.65	1.04325	2503.8
	V3	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V3	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V3	5.75	0.3	0.65	1.12125	2691

Eje E	V2	5.5	0.3	0.65	1.0725	2574
	V2	4.35	0.3	0.65	0.84825	2035.8
	V2	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V2	5.7	0.3	0.65	1.1115	2667.6

Eje G	V1	5.35	0.3	0.65	1.04325	2503.8
	V1	2.87	0.3	0.65	0.55965	1343.16
	V1	3.73	0.3	0.65	0.72735	1745.64
	CC-5	2.2	0.4	0.2	0.176	422.4
	V1	4.4	0.3	0.65	0.858	2059.2

Eje 5	V1	6.73	0.3	0.65	1.31235	3149.64
-------	----	------	-----	------	---------	---------

TOTAL (kg)	67,124.64
---------------	-----------

Losa

Entre ejes 4-5

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes B-D	H =20cm	2.15	2.18	480	2249.76
Entre ejes D-E	H =20cm	5.5	3.45	300	5692.5
Entre ejes E-G	H =20cm	5.5	4.5	300	7425
Entre ejes G-H	H =20cm	20.38	1	480	9782.4

Entre ejes 5-6

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes B-D	H =20cm	4.55	4.57	300	6238.05
Entre ejes D-E	H =20cm	2.2	4.57	300	3016.2
Entre ejes E-G	H =20cm	4.5	4.57	300	6169.5

Entre ejes 6-7

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes B-D	H =20cm	4.55	4.58	300	6251.7
Entre ejes D-E	H =20cm	2.2	4.58	280	2821.28
Entre ejes E-G	H =20cm	4.5	4.58	300	6183

Entre ejes 7-8

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes B-D	H =20cm	1.45	2.13	480	1482.48
	H =20cm	1.3	0.85	480	530.4
	H =20cm	2.12	1.45	480	1475.52
	H =20cm	6.05	2.85	300	5172.75
Entre ejes D-E	H =20cm	6.05	2.2	300	3993
Entre ejes E-G	H =20cm	6.05	4.5	300	8167.5

TOTAL (kg)	76,651.04
---------------	-----------

Tabiquería, tarrajeos, acabados y piso

Entre ejes 4-5

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes B-D H =20cm	5.35	8.25	250	11034.375

Entre ejes 5-6
Entre ejes B-D
Entre ejes D-E
Entre ejes E-G

ITEM	L	A	H	
H =20cm	4.43	4.55	250	5039.125
H =17cm	4.43	2.2	250	2436.5
H =20cm	4.43	4.5	250	4983.75

Entre ejes 6-7
Entre ejes B-D
Entre ejes D-E
Entre ejes E-G

ITEM	L	A	H	
H =20cm	4.55	4.55	250	5175.625
H =17cm	4.55	2.2	250	2502.5
H =20cm	4.55	4.5	250	5118.75
	4.5	3.03		0

Entre ejes 7-8
Entre ejes B-D
Entre ejes D-E
Entre ejes E-G

ITEM	L	A	H	
H =20cm	4.55	4.55	250	5175.625
H =17cm	4.55	2.2	205	2052.05
H =20cm	4.55	4.5	250	5118.75

TOTAL (kg)	48,637.05
----------------------	-----------

Carga viva

Entres ejes 4-5

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes B-G	5.65	8.85	400	20001

Entres ejes 5-6
Entre ejes B-D
Entre ejes D-E
Entre ejes E-G
Entres ejes 6-7
Entre ejes B-D
Entre ejes D-E

	4.85	4.725	400	9166.5
	2.2	4.88	400	4294.4
	2.35	4.8	250	2820
	2.37	4.8	250	2844
	4.85	4.85	400	9409
	4.85	2.2	400	4268

Entre ejes E-G		4.85	4.8	750	17460
Entres ejes 7-8					
Entre ejes B-D		4.85	6.35	300	9239.25
Entre ejes D-E		2.2	6.5	400	5720
Entre ejes E-G		2.95	4.8	500	7080
		3.17	4.8	250	3804

TOTAL (kg)	96,106.15
----------------------	-----------

Peso P2 (Tn)	361.69
Mt(2) (Tn. s ² /m)	36.87
Mr(2) (Tn. s ² *m)	2244.85

Block 2 PISO 3

Columnas y Placas

EJE 4	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
	PL-7	2.42	0.3	4.5	3.267	7840.8
		2.15	0.3	4.5	2.9025	6966
		2.42	0.3	4.5	3.267	7840.8
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-3	1.5	0.3	4.5	2.025	4860
		1.2	0.3	4.5	1.62	3888

Eje 5	PL-6	1.6	0.3	4.5	2.16	5184
	PL-8	1.3	0.3	4.5	1.755	4212
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-2	2	0.3	4.5	2.7	6480
		0.15	0.25	4.5	0.16875	405

Eje 6	PL-2	2	0.3	4.5	2.7	6480
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-2	2	0.3	4.5	2.7	6480

Eje 7	PL-1	2	0.3	4.5	2.7	6480
		1.7	0.3	4.5	2.295	5508
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187

P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
PL-1	2	0.3	4.5	2.7	6480
	1.7	0.3	4.5	2.295	5508

Eje 8	PL-5	0.5	0.3	4.5	0.675	1620
		1.7	0.3	4.5	2.295	5508
	P1	0.45	0.45	4.5	0.91125	2187
	PL-4	1.7	0.3	4.5	2.295	5508
	P2	2	0.3	4.5	2.7	6480

TOTAL (kg)	121,224.60
---------------	------------

Vigas

ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)	
EJE 4	V5	2.18	0.3	0.65	0.4251	1020.24
	V5	7.95	0.3	0.65	1.55025	3720.6
	CC-7	2.18	0.3	0.55	0.3597	863.28

Eje 5	V6	3	0.3	0.65	0.585	1404
	V6	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V6	3.85	0.3	0.65	0.75075	1801.8

Eje 6	V7	4.4	0.3	0.65	0.858	2059.2
	V7	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V7	4.35	0.3	0.65	0.84825	2035.8
	CC-5	4.5	0.4	0.2	0.36	864

Eje 7	V8	2.7	0.3	0.65	0.5265	1263.6
	V8	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V8	2.65	0.3	0.65	0.51675	1240.2

Eje 8	CC-3	1.45	0.25	0.2	0.0725	174
	CC-3	1.45	0.25	0.2	0.0725	174
	V9	2.7	0.3	0.65	0.5265	1263.6
	V9	2.2	0.3	0.65	0.429	1029.6
	V9	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8

Eje B	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
	V4	3.05	0.3	0.65	0.59475	1427.4
	V4	2.87	0.3	0.65	0.55965	1343.16
	V4	3.73	0.3	0.65	0.72735	1745.64
	V4	5	0.3	0.65	0.975	2340
	CC-8	2.15	0.25	0.55	0.295625	709.5
	CC-2	6.05	0.25	0.55	0.831875	1996.5

Eje D	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
	V3	5.35	0.3	0.65	1.04325	2503.8
	V3	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V3	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V3	5.75	0.3	0.65	1.12125	2691

Eje E	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
	V2	5.5	0.3	0.65	1.0725	2574
	V2	4.35	0.3	0.65	0.84825	2035.8
	V2	4.5	0.3	0.65	0.8775	2106
	V2	5.7	0.3	0.65	1.1115	2667.6

Eje G	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
	V1	5.35	0.3	0.65	1.04325	2503.8
	V1	2.87	0.3	0.65	0.55965	1343.16
	V1	3.73	0.3	0.65	0.72735	1745.64
	CC-5	2.2	0.4	0.2	0.176	422.4
	V1	4.4	0.3	0.65	0.858	2059.2

TOTAL (kg)	59,880.12
---------------	-----------

Losa

Entre ejes 4-5

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes B-D	H =20cm	2.15	2.18	480	2249.76
	H =20cm	4.3	3.05	300	3934.5
Entre ejes D-E	H =20cm	5.5	3.45	300	5692.5
Entre ejes E-G	H =20cm	5.5	4.5	300	7425

Entre ejes 5-6

	ITEM	L	A	H	Peso (kg)
Entre ejes B-D	H =20cm	4.55	4.57	300	6238.05
Entre ejes D-E	H =20cm	2.2	4.57	300	3016.2
Entre ejes E-G	H =20cm	4.5	4.57	300	6169.5

Entre ejes 6-7

	ITEM	L	A	H	Peso (kg)
Entre ejes B-D	H =20cm	4.55	4.58	300	6251.7

Entre ejes D-E	H =20cm	2.2	4.58	280	2821.28
Entre ejes E-G	H =20cm	4.5	4.58	300	6183

Entre ejes 7-8

ITEM	L	A	H		
Entre ejes B-D	H =20cm	1.45	2.13	480	1482.48
	H =20cm	1.3	0.85	480	530.4
	H =20cm	2.12	1.45	480	1475.52
	H =20cm	6.05	2.85	300	5172.75
Entre ejes D-E	H =20cm	6.05	2.2	300	3993
Entre ejes E-G	H =20cm	6.05	4.5	300	8167.5

TOTAL (kg)	70,803.14
----------------------	-----------

Tabiquería, tarrajeos, acabados y piso

Entre ejes 4-5

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)	
Entre ejes B-D	H =20cm	5.35	8.25	250	11034.375

Entre ejes 5-6

ITEM	L	A	H		
Entre ejes B-D	H =20cm	4.43	4.55	250	5039.125
Entre ejes D-E	H =17cm	4.43	2.2	250	2436.5
Entre ejes E-G	H =20cm	4.43	4.5	250	4983.75

Entre ejes 6-7

ITEM	L	A	H		
Entre ejes B-D	H =20cm	4.55	4.55	250	5175.625
Entre ejes D-E	H =17cm	4.55	2.2	250	2502.5
Entre ejes E-G	H =20cm	4.55	4.5	250	5118.75
	4.5	3.03			0

Entre ejes 7-8

ITEM	L	A	H		
Entre ejes B-D	H =20cm	4.55	4.55	250	5175.625
Entre ejes D-E	H =17cm	4.55	2.2	205	2052.05
Entre ejes E-G	H =20cm	4.55	4.5	250	5118.75

TOTAL (kg)	48,637.05
-------------------	-----------

Carga viva
Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes 1-2		8.85	5.65	100	5000.25
		12.45	16.23	100	20206.35

TOTAL (kg)	25,206.60
-------------------	------------------

Peso P3 (Tn)	249.54
Mt(3) (Tn. s ² //m)	25.44
Mr(3) (Tn. s ² /*m)	1376.68

Block 3 **PISO 1**
Placas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 1	PL-7	1	0.3	4.75	1.425	16587
		1.3	0.3	4.75	1.8525	
		0.3	2.55	4.75	3.63375	
	PL-6	0.3	0.5	4.75	0.7125	10260
		2	0.3	4.75	2.85	
		0.3	0.5	4.75	0.7125	
	PL-4	1.7	0.3	4.75	2.4225	14364
		2	0.3	4.75	2.85	
		0.5	0.3	4.75	0.7125	
Eje 2	PL-3	1.5	0.3	4.75	2.1375	7524
		0.7	0.3	4.75	0.9975	
	PL-5	1.5	0.3	4.75	2.1375	5130
	PL-5	1.5	0.3	4.75	2.1375	5130
	PL-3	1.5	0.3	4.75	2.1375	7524
		0.7	0.3	4.75	0.9975	
Eje 3	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
	P1	0.45	0.45	4.75	0.961875	2308.5
Eje 4	PL-1	2	0.3	4.75	2.85	12654
		1.7	0.3	4.75	2.4225	
	PL-5	1.5	0.3	4.75	2.1375	5130
	PL-5	1.5	0.3	4.75	2.1375	5130
	PL-1	2	0.3	4.75	2.85	12654
		1.7	0.3	4.75	2.4225	

TOTAL (kg)	111,321.00
-------------------	-------------------

Vigas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 1	V6	5	0.3	0.75	1.13	2700
	V6	4	0.3	0.75	0.90	2160
Eje 2	V7	7.25	0.3	0.75	1.63	3915
	V7	2	0.3	0.75	0.45	1080
	V7	5.25	0.3	0.75	1.18	2835
Eje 3	V8	6.95	0.3	0.75	1.56	3753
	V8	2	0.3	0.75	0.45	1080
	V8	5.4	0.3	0.75	1.22	2916
Eje 4	V9	4.35	0.3	0.65	0.85	2035.8
	V9	2	0.3	0.65	0.39	936
	V9	2.77	0.3	0.65	0.54	1296

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje B	CC-9	5.9	0.2	0.7	0.826	1982.4
Eje C	V5	5.9	0.3	0.65	1.1505	2761.2
	V5	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V5	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8
Eje D	V4	7.6	0.25	0.75	1.425	3420
Eje E	CC-1	4.95	0.25	0.55	0.680625	1633.5
Eje F	V3	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V3	4.8	0.3	0.65	0.936	2246.4
Eje G	V2	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V2	4.8	0.3	0.65	0.936	2246.4
	CC-3	4.5	0.25	0.55	0.61875	1485
Eje H	CC-4	0.5	0.1	0.2	0.01	24
	V1	5.9	0.3	0.65	1.1505	2761.2
	V1	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V1	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8

TOTAL (kg)	52,346.46
---------------	-----------

Losa

Entre ejes 1-2

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes C-D	H =20cm	7.6	2	300	4560

Entre ejes 2-3

	ITEM	L	A	H	
Ejes C-F	H =20cm	7.25	4.5	480	15660
Ejes F-G	H =20cm	4.5	2	300	2700

Ejes G-H	H =20cm	5.7	4.5	300	7695
----------	---------	-----	-----	-----	------

Entre ejes 3-4

ITEM	L	A	H		
Ejes C-F	H =20cm	7.25	4.95	480	17226
Ejes F-G	H =20cm	4.95	2	300	2970
Ejes G-H	H =20cm	5.7	4.95	300	8464.5

TOTAL (kg)	59,275.50
----------------------	-----------

Tabiquería, tarrajes, acabados y piso

Entre ejes 1-2

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)	
Entre ejes C-D	H =20cm	7.6	2	250	3800

Entre ejes 2-3

ITEM	L	A	H		
Ejes C-F	H =20cm	7.25	4.5	250	8156.25
Ejes F-G	H =20cm	4.5	2	250	2250
Ejes G-H	H =20cm	5.7	4.5	250	6412.5

Entre ejes 3-4

ITEM	L	A	H		
Ejes C-F	H =20cm	7.25	4.95	250	8971.875
Ejes F-G	H =20cm	4.95	2	250	2475
Ejes G-H	H =20cm	5.7	4.95	250	7053.75

TOTAL (kg)	39,119.38
----------------------	-----------

Carga viva

Entre ejes 1-2

ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes C-D	2.25	7.6	400	6840

Entre ejes 2-3

Ejes C-F	7.55	4.8	750	27180
Ejes F-G	2	4.95	400	3960
Ejes G-H	6.6	5.1	250	8415

Entre ejes 3-4

Ejes C-F		5.55	4.55	750	18939.375
		1.725	3	750	3881.25
		3.825	3	300	3442.5
Ejes F-G		5.4	2	400	4320
Ejes G-H		6.6	1.725	250	2846.25
		6.6	3.45	250	5692.5

TOTAL (kg)	85,516.88
---------------	-----------

Peso P1 (Tn)	304.82
Mt(1) (Tn.s ² /m)	31.07
Mr(1) (Tn. s ² *m)	1416.92

Block 3 PISO 2

Placas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 1	PL-7	1	0.3	3.75	1.125	13095
		1.3	0.3	3.75	1.4625	
		0.3	2.55	3.75	2.86875	
	PL-6	0.3	0.5	3.75	0.5625	8100
		2	0.3	3.75	2.25	
		0.3	0.5	3.75	0.5625	
	PL-4	1.7	0.3	3.75	1.9125	11340
Eje 2		2	0.3	3.75	2.25	
		0.5	0.3	3.75	0.5625	
	PL-3	1.5	0.3	3.75	1.6875	5940
		0.7	0.3	3.75	0.7875	
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-3	1.5	0.3	3.75	1.6875	5940
Eje 3		0.7	0.3	3.75	0.7875	
	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
Eje 4	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
	PL-1	2	0.3	3.75	2.25	9990
		1.7	0.3	3.75	1.9125	
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-1	2	0.3	3.75	2.25	9990
	1.7	0.3	3.75	1.9125		

TOTAL (kg)	87,885.00
------------	-----------

Vigas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 1	V8	5	0.3	0.9	1.35	3240
	V8	4	0.3	0.9	1.08	2592
Eje 2	V9	7.25	0.3	0.9	1.96	4698
	V9	2	0.3	0.9	0.54	1296
	V9	5.2	0.3	0.9	1.40	3369.6
Eje 3	V10	6.95	0.3	0.75	1.56	3753
	V10	2	0.3	0.75	0.45	1080
	V10	5.4	0.3	0.75	1.22	2916
Eje 4	V11	4.35	0.3	0.65	0.85	2035.8
	V11	2	0.3	0.65	0.39	936
	V11	2.78	0.3	0.65	0.54	1301

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje B	CC-9	5.9	0.2	0.7	0.826	1982.4
Eje C	V6	5.9	0.3	0.65	1.1505	2761.2
	V6	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V6	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8
Eje D	V5	7.6	0.25	0.75	1.425	3420
Eje E	CC-1	4.95	0.25	0.55	0.680625	1633.5
Eje F	V4	7.4	0.3	0.75	1.665	3996
	V4	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V4	4.8	0.3	0.65	0.936	2246.4
Eje G	V3	7.4	0.3	0.75	1.665	3996
	V3	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V3	4.8	0.3	0.65	0.936	2246.4
	CC-3	4.95	0.25	0.55	0.680625	1633.5
Eje H	CC-4	0.5	0.1	0.2	0.01	24
	V1	5.9	0.3	0.65	1.1505	2761.2
	V1	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V1	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8

TOTAL (kg)	62,997.24
------------	-----------

Losa

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes 1-2	H =20cm	7.6	4.1	300	9348
Entre ejes C-D	H =20cm	7.6	3.4	300	7752
Entre ejes E-F	H =20cm	7.6	2	300	4560
Entre ejes F-G	H =20cm	7.6	2.63	300	5996.4
Entre ejes G-H	H =20cm	7.6	2.83	300	6452.4

Entre ejes 2-3

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes C-F	H =20cm	4.5	7.25	480	15660
Entre ejes F-G	H =20cm	4.5	2	300	2700
Entre ejes G-H	H =20cm	4.5	6.3	346.07	9811.0845

Entre ejes 3-4

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes C-F	H =20cm	4.95	7.25	480	17226
Entre ejes F-G	H =20cm	4.95	2	300	2970
Entre ejes G-H	H =20cm	4.95	6.3	346.07	10792.193

TOTAL (kg)	93,268.08
------------	-----------

Tabiquería, tarrajeos, acabados y piso

Entre ejes 1-2

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes C-D	H =20cm	7.6	4.1	250	7790
Entre ejes E-F	H =20cm	7.6	3.4	250	6460
Entre ejes F-G	H =20cm	7.6	2	250	3800
Entre ejes G-H	H =20cm	7.6	2.63	350	6995.8
	H =20cm	7.6	2.83	350	7527.8

Entre ejes 2-3

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes C-F	H =20cm	4.5	7.25	250	8156.25
Entre ejes F-G	H =17cm	4.5	2	250	2250
Entre ejes G-H	H =20cm	4.5	6.3	250	7087.5

Entre ejes 3-4

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes C-F	H =20cm	4.95	7.25	250	8971.875
Entre ejes F-G	H =17cm	4.95	2	250	2475
Entre ejes G-H	H =20cm	4.95	6.3	250	7796.25

TOTAL (kg)	69,310.48
------------	-----------

Carga viva

Entre ejes 1-2

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes C-F		7.7	7.6	300	17556
Entre ejes F-G		2.2	7.6	400	6688
Entre ejes F-H		6.6	7.6	300	15048

Entre ejes 2-3

Entre ejes C-F		7.55	4.8	750	27180
Entre ejes F-G		2	4.95	400	3960
Entre ejes F-H		6.6	5.1	300	10098

Entre ejes 3-4

Entre ejes C-F		5.55	4.55	750	18939.375
		1.725	3	750	3881.25
		3.825	3	300	3442.5
Entre ejes F-G		5.4	2	400	4320
Entre ejes F-H		6.6	1.725	300	3415.5
		6.6	3.45	250	5692.5

TOTAL (kg)	120,221.13
------------	------------

Peso P2 (Tn)	373.57
Mt(2) (Tn. s ² /m)	38.08
Mr(2) (Tn. s ² *m)	1887.13

Block 3 PISO 3

Placas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 1	PL-7	1	0.3	3.75	1.125	13095
		1.3	0.3	3.75	1.4625	
		0.3	2.55	3.75	2.86875	
	PL-6	0.3	0.5	3.75	0.5625	8100
		2	0.3	3.75	2.25	
		0.3	0.5	3.75	0.5625	
	PL-4	1.7	0.3	3.75	1.9125	11340
	2	0.3	3.75	2.25		
		0.5	0.3	3.75	0.5625	
Eje 2	PL-3	1.5	0.3	3.75	1.6875	5940
		0.7	0.3	3.75	0.7875	
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-3	1.5	0.3	3.75	1.6875	5940
		0.7	0.3	3.75	0.7875	

Eje 3	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
	P1	0.45	0.45	3.75	0.759375	1822.5
Eje 4	PL-1	2	0.3	3.75	2.25	9990
		1.7	0.3	3.75	1.9125	
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-5	1.5	0.3	3.75	1.6875	4050
	PL-1	2	0.3	3.75	2.25	9990
		1.7	0.3	3.75	1.9125	

TOTAL (kg)	87,885.00
------------	-----------

Vigas

	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje 1	V7	5	0.3	0.9	1.35	3240
	V7	4	0.3	0.9	1.08	2592
Eje 2	V8	7.25	0.3	0.9	1.96	4698
	V8	2	0.3	0.9	0.54	1296
	V8	5.2	0.3	0.9	1.40	3369.6
Eje 3	V9	6.95	0.3	0.75	1.56	3753
	V9	2	0.3	0.75	0.45	1080
	V9	5.4	0.3	0.75	1.22	2916
Eje 4	V10	4.35	0.3	0.65	0.85	2035.8
	V10	2	0.3	0.65	0.39	936
	V10	2.78	0.3	0.65	0.54	1301
	ITEM	L	A	H	m3	Peso (kg)
Eje B	CC-9	5.9	0.2	0.7	0.826	1982.4
Eje C	V6	5.9	0.3	0.65	1.1505	2761.2
	V6	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V6	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8
Eje D	V5	7.6	0.25	0.75	1.425	3420
Eje E	CC-1	4.95	0.25	0.55	0.680625	1633.5
	CC-3	4.95	0.25	0.2	0.2475	594
	CC-3	4.95	0.25	0.2	0.2475	594
	CC-3	2.7	0.25	0.2	0.135	324
	CC-3	3.15	0.25	0.2	0.1575	378
Eje F	V4	7.4	0.3	0.75	1.665	3996
	V4	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V4	4.8	0.3	0.65	0.936	2246.4
Eje G	V3	7.4	0.3	0.75	1.665	3996
	V3	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V3	4.8	0.3	0.65	0.936	2246.4
	CC-3	4.95	0.25	0.55	0.680625	1633.5
	CC-4	0.5	0.1	0.2	0.01	24

Eje H	V1	5.9	0.3	0.65	1.1505	2761.2
	V1	3.3	0.3	0.65	0.6435	1544.4
	V1	3.1	0.3	0.65	0.6045	1450.8

TOTAL (kg)	64,887.24
------------	-----------

Losa

Entre ejes 1-2

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Entre ejes C-D	H =20cm	7.6	4.1	300	9348
Entre ejes E-F	H =20cm	7.6	3.4	300	7752
Entre ejes F-G	H =20cm	7.6	2	300	4560
Entre ejes G-H	H =20cm	7.6	2.63	300	5996.4
	H =20cm	7.6	2.83	300	6452.4

Entre ejes 2-3

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes C-F	H =20cm	4.5	7.25	300	9787.5
Entre ejes F-G	H =20cm	4.5	2	300	2700
Entre ejes G-H	H =20cm	4.5	6.3	300	8505

Entre ejes 3-4

	ITEM	L	A	H	
Entre ejes C-F	H =20cm	4.95	7.25	300	10766.25
Entre ejes F-G	H =20cm	4.95	2	300	2970
Entre ejes G-H	H =20cm	4.95	6.3	300	9355.5

TOTAL (kg)	78,193.05
------------	-----------

Tabiquería, tarrajeos, acabados y piso

Entre ejes A-B

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes 1-2	H =17cm	7.6	1.95	250	3705
Ejes 2-3	H =20cm	7.6	5	250	9500
Ejes 3-4	H =17cm	7.6	2	250	3800
Ejes 4-5	H =25cm	7.6	2	350	5320

Entre ejes B-C

	ITEM	L	A	H	
Ejes 1-3	H =20cm	4.5	7.25	250	8156.25
Ejes 3-4	H =17cm	4.5	2	250	2250
Ejes 4-5	H =20cm	4.5	6.3	250	7087.5

Entre ejes C-D

	ITEM	L	A	H	
Ejes 1-3	H =20cm	4.95	7.25	250	8971.875
Ejes 3-4	H =17cm	4.95	2	250	2475
Ejes 4-5	H =20cm	4.95	6.3	250	7796.25

TOTAL (kg)	59,061.88
------------	-----------

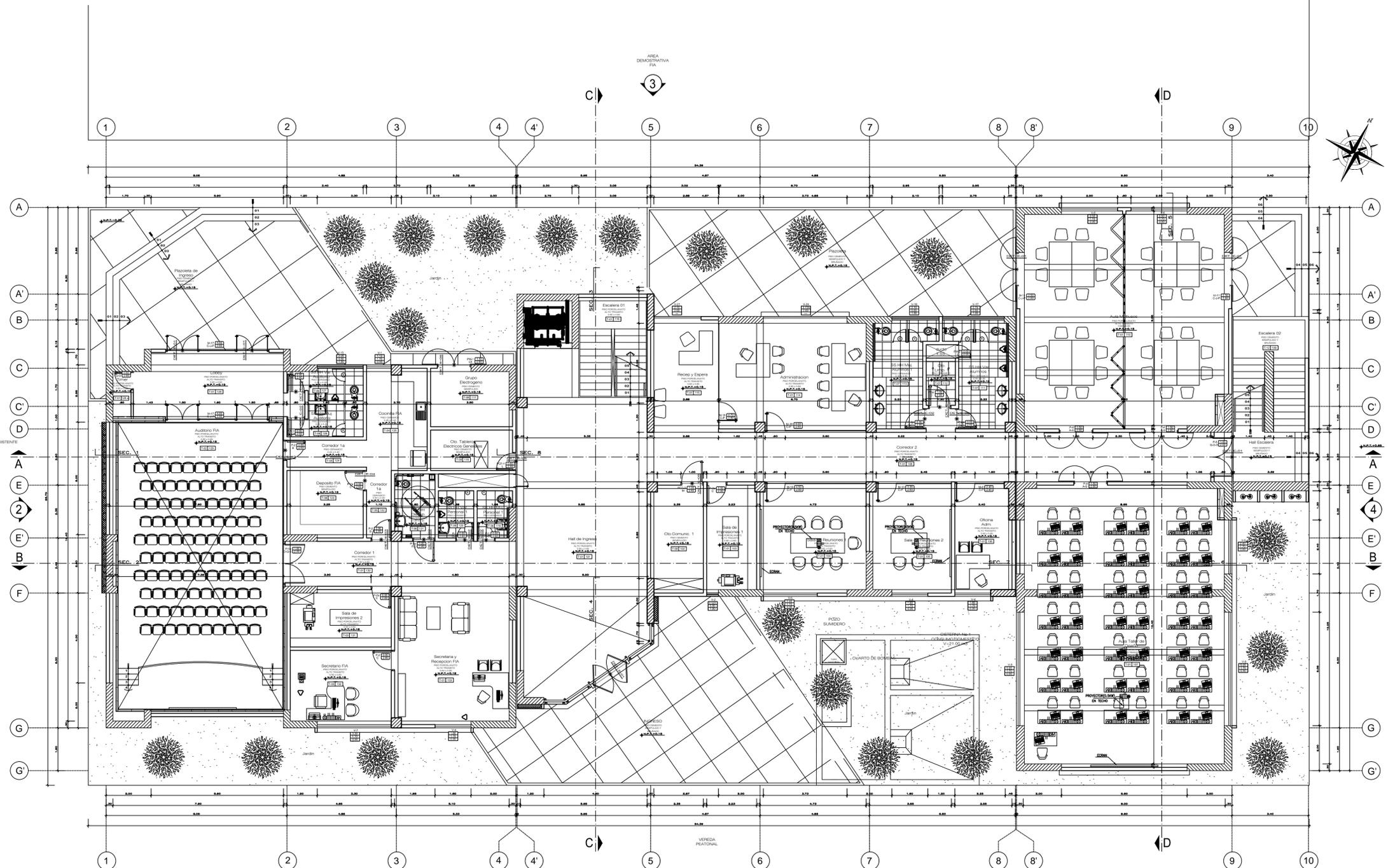
Carga viva

	ITEM	L	A	kg/m2	Peso (kg)
Ejes 1-5/A-B		16.75	18.25	100	30568.75

TOTAL (kg)	30,568.75
------------	-----------

Peso P3 (Tn)	297.67
Mt(3) (Tn. s ² /m)	30.34
Mr(3) (Tn. s ² *m)	1497.45

ANEXO 4. PLANOS EN PLANTA DE ARQUITECTURA Y ESTRUCTURAS



N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
V-2	0.53	0.80	1.80	1
V-3	1.45	1.70	1.10	1
V-4	1.60	1.70	0.90/1.10	6
V-5	2.40	1.70	0.90/1.10	5
V-6	2.50	1.70	0.90/1.10	6
V-7	3.30	1.70	0.90/1.10	2
V-8	3.75	1.70	1.10	1
V-9	5.05	1.70	0.90/1.10	4
V-10	5.60	1.70	1.10	4
V-11	5.90	1.70	1.10	2

VENTANA ALTA				
N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
V-12	1.35	0.80	2.00	1
V-13	3.75	0.80	2.00	1
V-14	3.30	0.80	2.00	1
V-15	2.05	0.80	1.80	1
V-16	2.50	0.80	1.80/2.00	3
V-17	2.75	0.80	1.80/2.00	3
V-18	3.10	0.80	2.00	1

VENTANA PISO A TECHO				
N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
V-19	0.95	2.80	---	1
V-20	1.60	2.80	---	3
V-21	2.10	2.80/2.80	---	3
V-22	2.40	2.80	---	1
V-23	3.30	2.80	---	2
V-24	1.71	2.80	---	1
V-25	2.00	3.00	---	1
V-26	2.00	4.30	---	1

VENTANAS DUCTOS				
N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
D-1	0.85	0.75	0.10	2
D-2	1.20	0.75	0.10	2
D-3	1.30	0.75	0.10	3
D-4	1.50	0.75	0.10	1
D-5	2.20	0.75	0.10	2
D-6	3.15	0.75	0.10	1

PUERTAS CONTRAPLANEADAS				
N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
P-1	0.90	2.00	---	7
P-2	0.90	2.00	---	10
P-3	1.00	2.00	---	4
P-4	1.50	2.00	---	2
P-4a	1.50	2.00	---	1
P-5	1.80	2.00	---	1
P-5a	1.80	2.00	---	1

PUERTAS CORTE PUERGO				
N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
PCF-1	0.80	2.10	---	1
PCF-2	1.20	2.10	---	3
PCF-3	1.20	2.10	---	2

MAMPARAS				
N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
M-1	1.60	2.60	---	2
M-2	1.64	2.60	---	2
M-3	1.86	2.60	---	1
M-4	2.10	2.60	---	1
M-5	2.15	2.60	---	1
M-6	2.20	2.60	---	1
M-7	2.30	2.60	---	1
M-8	2.40	2.60	---	2
M-9	2.40	2.60	---	1
M-10	2.42	2.60	---	1
M-11	2.50	2.60	---	2
M-12	3.30	2.60	---	1
M-13	3.55	2.60	---	1
M-14	3.40	2.80	---	1
M-15	3.38	2.60	---	1
M-16	4.50	2.60	---	2
M-17	4.60	2.60	---	2
M-18	4.70	2.60	---	1
M-19	4.79	2.60	---	1
M-20	4.68	2.60	---	1
M-21	5.35	3.05	---	1

PUERTAS METÁLICAS				
N°	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
PM-1	1.50	2.00	---	1
PM-2	1.50	2.00	---	3

ENTIDAD:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA

CONSULTOR:
EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP N° 2839

SELO Y FIRMA:

PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

PLANO:
PLANTA PRIMER PISO

ESPECIALISTA:
ARQ. EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP 2839

SELO Y FIRMA:

UBICACION:
Region: LIMA
Provincia: LIMA
Distrito: LA MOLINA
Lugar: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCALA: 1:1000

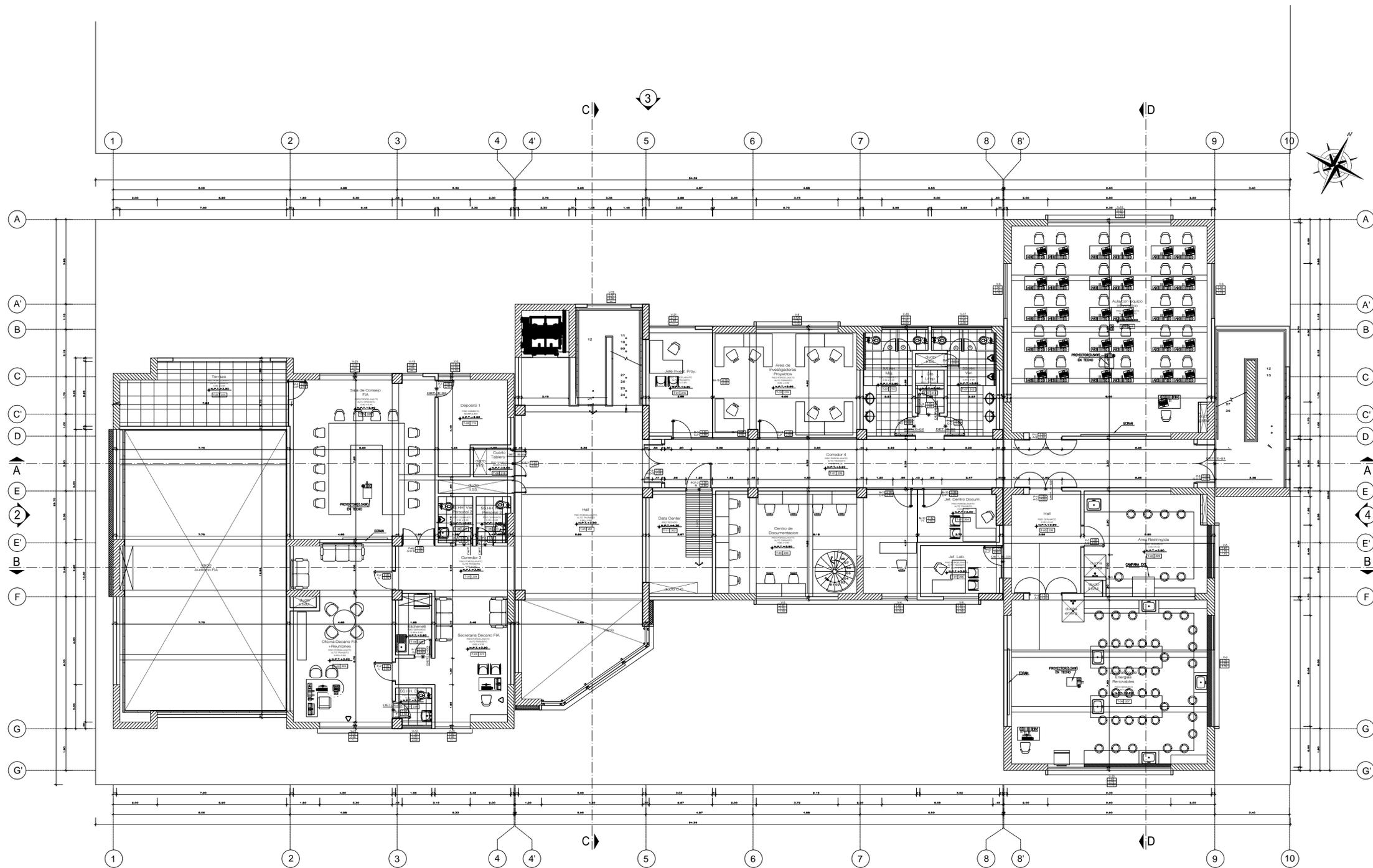
FECHA: JUNIO 2015

LÁMINA:
A-01

CUADRO DE CERRADURAS			
ABREVIATURA	DESCRIPCION	DETALLE	AMBIENTE
A	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	INTERIORES
B	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
C	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
D	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
E	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
F	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
G	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
H	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
I	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
J	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
K	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
L	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
M	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
N	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
O	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
P	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
Q	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
R	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
S	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
T	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
U	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
V	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
W	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
X	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
Y	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES
Z	PUERTA DE ALUMINIO	[Symbol]	EXTERIORES

CUADRO DE CIERRAPUERTAS Y OTROS			
ABREVIATURA	DESCRIPCION	DETALLE	AMBIENTE
A	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	INTERIORES
B	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
C	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
D	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
E	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
F	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
G	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
H	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
I	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
J	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
K	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
L	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
M	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
N	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
O	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
P	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
Q	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
R	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
S	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
T	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
U	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
V	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
W	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
X	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
Y	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES
Z	CIERRAPUERTAS	[Symbol]	EXTERIORES

PLANTA		LEYENDA	
ABREVIATURA	DESCRIPCION	ABREVIATURA	DESCRIPCION
PLANTA	PLANTA	PUERTA	PUERTA
FIJAL	FIJAL	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 1	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 2	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 3	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 4	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 5	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 6	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 7	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 8	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 9	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 10	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 11	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 12	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 13	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 14	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 15	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 16	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 17	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 18	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 19	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 20	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 21	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 22	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 23	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 24	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 25	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 26	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 27	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 28	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 29	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 30	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 31	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 32	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 33	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 34	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 35	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 36	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 37	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 38	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 39	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 40	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 41	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 42	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 43	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 44	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 45	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 46	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 47	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 48	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 49	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA
SEC. 50	SECCION	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA



CUADRO DE VANOS				
VENTANA BAJA				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
V-1	1.50	1.70	0.90	1
V-2	0.53	0.80	1.80	1
V-3	2.40	1.70	1.20	1
V-4	1.50	1.70	0.90/1.10	5
V-5	2.40	1.70	0.90/1.10	5
V-6	2.50	1.70	0.90/1.10	6
V-7	1.50	1.70	0.90/1.10	2
V-8	3.75	1.70	1.10	1
V-9	5.00	1.70	0.90/1.10	4
V-10	5.50	1.70	1.10	4
V-11	5.50	1.70	1.10	2

VENTANA ALTA				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
V-12	1.15	0.80	2.00	1
V-13	3.75	0.80	2.00	1
V-14	3.00	0.80	2.00	1
V-15	2.05	0.80	2.00	1
V-16	2.10	0.80	1.80/2.00	1
V-17	2.75	0.80	1.80/2.00	1
V-18	1.15	0.80	2.00	1

VENTANA PISO A PISO				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
V-19	0.95	2.80	---	1
V-20	1.60	2.80	---	1
V-21	2.50	2.80/2.80	---	1
V-22	2.40	2.80	---	1
V-23	3.50	2.80	---	2
V-24	3.75	2.80	---	1
V-25	2.00	3.60	---	1
V-26	2.00	4.50	---	1

VENTANAS OBTUSAS				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
R-1	0.80	0.75	0.30	2
R-2	1.20	0.75	0.30	2
R-3	1.60	0.75	0.30	1
R-4	1.50	0.75	0.30	1
R-5	2.20	0.75	0.30	2
R-6	3.15	0.75	0.30	1

PUERTAS CONTRAFUEGO				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
P-1	0.80	2.40	---	12
P-2	0.80	2.40	---	7
P-3	0.80	2.40	---	1
P-4	1.00	2.40	---	2
P-5	1.00	2.40	---	4
P-6	1.50	2.40	---	10
P-7	1.50	2.40	---	1
P-8	1.50	2.40	---	1
P-9	1.80	2.40	---	6
P-10	1.80	2.40	---	1

PUERTAS CORTE FUEGO				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
PCF-1	0.80	2.10	---	1
PCF-2	1.20	2.10	---	1
PCF-3	1.20	2.10	---	2

MAMPARRAS				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
M-1	1.60	2.60	---	1
M-2	1.64	2.60	---	2
M-3	1.80	2.60	---	1
M-4	2.10	2.60	---	1
M-5	2.15	2.60	---	1
M-6	2.20	2.60	---	1
M-7	2.30	2.60	---	1
M-8	2.40	2.60	---	2
M-9	2.40	2.60	---	1
M-10	2.42	2.60	---	1
M-11	2.50	2.60	---	2
M-12	3.00	2.60	---	1
M-13	3.15	2.60	---	1
M-14	3.40	2.60	---	1
M-15	3.50	2.60	---	1
M-16	4.00	2.60	---	4
M-17	4.00	2.60	---	1
M-18	4.70	2.60	---	1
M-19	4.70	2.60	---	1
M-20	5.40	2.60	---	1
M-21	5.35	3.05	---	1

PUERTAS METALICAS				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALTEZAR	CANTIDAD
PM-1	1.50	2.40	---	1
PM-2	2.00	2.60	---	1

REFERENCIAL	DESCRIPCION	ABREVIA
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

REFERENCIAL	DESCRIPCION	ABREVIA
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

PLANTA	DESCRIPCION	ABREVIA
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

ENTIDAD:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA

CONSULTOR:
EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP N° 2839

SELLO Y FIRMA:

PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

PLANO:
PLANTA SEGUNDO PISO

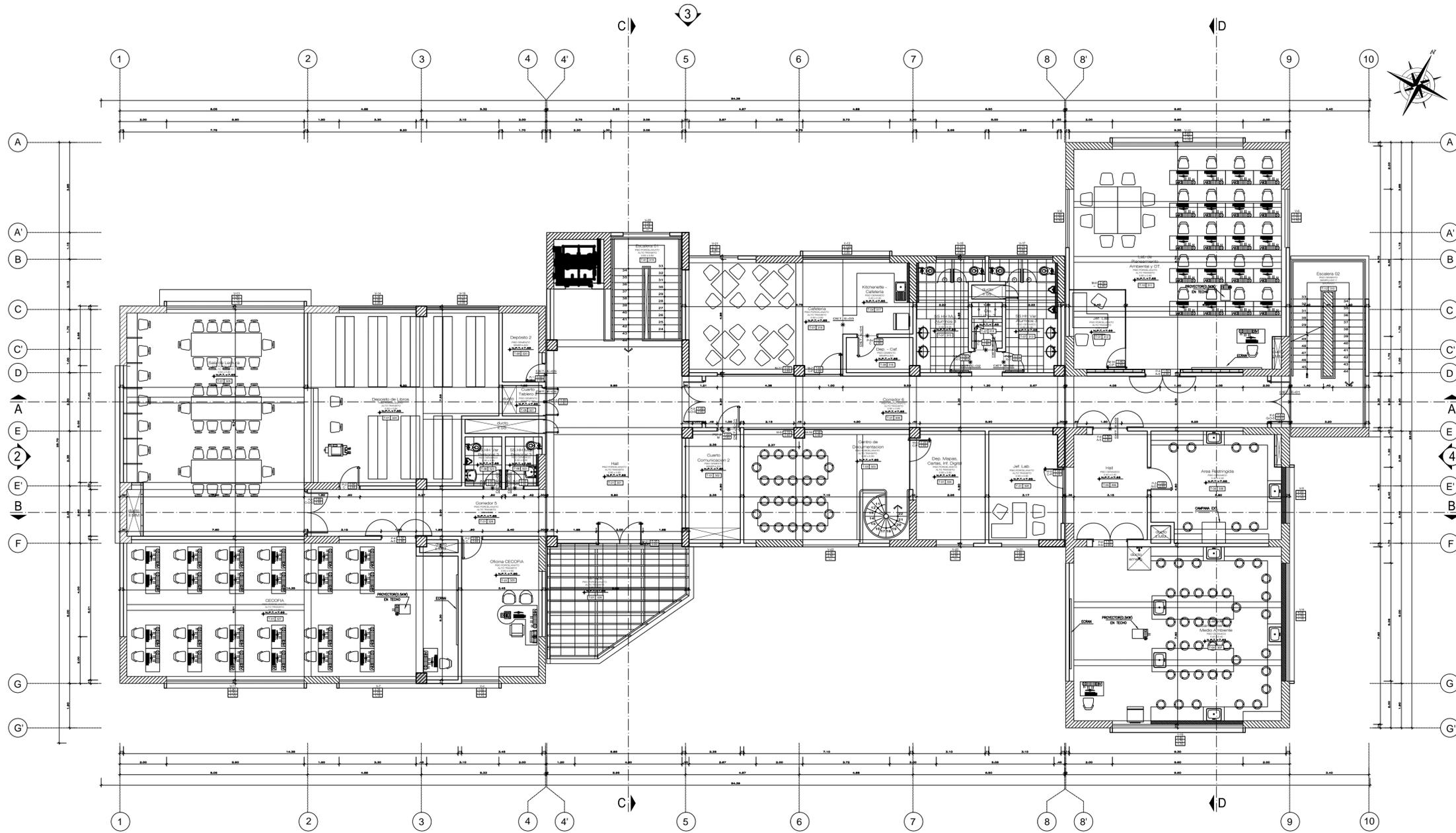
ESPECIALISTA:
ARQ. EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP 2839

SELLO Y FIRMA:

UBICACION:
Region: LIMA
Provincia: LIMA
Distrito: LA MOLINA
Lugar: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LAMINA:
A-02

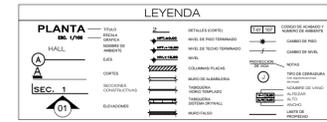
ESCALA: 1:50 FECHA: JUNIO 2015 C.R.:



CUADRO DE VANOS				
VENTANA BAJA				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
V-1	1.50	1.70	0.90	1
V-2	0.53	0.80	1.80	1
V-3	1.45	1.70	1.10	1
V-4	1.40	1.70	0.90/1.10	4
V-5	2.40	1.70	0.90/1.10	5
V-6	2.50	1.70	0.90/1.10	6
V-7	1.50	1.70	0.90/1.10	3
V-8	3.725	1.70	1.10	1
V-9	1.50	1.70	0.90/1.10	4
V-10	1.50	1.70	1.10	4
V-11	1.50	1.70	1.10	2
VENTANA ALTA				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
V-12	1.35	0.80	2.00	1
V-13	3.725	0.80	2.00	1
V-14	1.50	0.80	2.00	1
V-15	2.05	0.80	1.80	1
V-16	2.10	0.80	1.80/2.00	3
V-17	2.25	0.80	1.80/2.00	3
V-18	1.10	0.80	2.00	1
VENTANA PISO A TECHO				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
V-19	0.95	2.80	---	1
V-20	1.60	2.80	---	3
V-21	2.10	2.60/2.80	---	3
V-22	2.40	2.80	---	1
V-23	3.30	2.80	---	2
V-24	1.71	2.60	---	1
V-25	2.00	3.60	---	1
V-26	2.00	4.30	---	1
VENTANAS DUCTOS				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
D-1	0.85	0.75	0.30	2
D-2	1.20	0.75	0.30	2
D-3	1.30	0.75	0.30	3
D-4	1.50	0.75	0.30	1
D-5	2.20	0.75	0.30	2
D-6	1.15	0.75	0.30	1
PUERTAS CONTRAFUEGO				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
P-1	0.80	2.40	---	12
P-2	0.80	2.40	---	7
P-2a	0.50	2.40	---	10
P-3	1.00	2.40	---	2
P-3a	1.00	2.40	---	4
P-4	1.50	2.40	---	10
P-4a	1.50	2.40	---	1
P-5	2.80	2.40	---	6
P-5a	1.80	2.40	---	1
PUERTAS CORTE FUEGO				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
PCF-1	0.80	2.10	---	1
PCF-2	1.20	2.10	---	3
PCF-3	1.20	2.10	---	2
MAMPARAS				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
M-1	1.60	2.40	---	2
M-2	1.64	2.40	---	2
M-3	1.80	2.40	---	1
M-4	2.10	2.40	---	1
M-5	2.15	2.40	---	1
M-6	2.20	2.40	---	1
M-7	2.50	2.40	---	1
M-8	2.40	2.40	---	2
M-9	2.40	2.40	---	1
M-10	2.62	2.40	---	1
M-11	2.50	2.40	---	2
M-12	3.30	2.40	---	1
M-13	3.30	2.40	---	1
M-14	3.40	2.40	---	1
M-15	3.38	2.40	---	1
M-16	4.30	2.40	---	4
M-17	4.60	2.40	---	2
M-18	4.70	2.40	---	1
M-19	4.70	2.40	---	1
M-20	4.68	2.40	---	1
M-21	5.35	3.05	---	1
PUERTAS METALICAS				
N°	ANCHO	ALTIMA	ALFEIZAR	CANTIDAD
PM-1	1.50	2.40	---	1
PM-2	1.50	1.90	---	3

CUADRO DE CERRADURAS			
NO.	DESCRIPCION	TIPO	AMBIENTE
A	PUERTA EXTERIOR	MANILLO	EXTERIOR
B	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
C	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
D	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
E	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
F	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
G	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
H	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
I	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
J	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
K	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
L	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR
M	PUERTA INTERIOR	MANILLO	INTERIOR

CUADRO DE CIERRAPUERTAS Y OTROS			
NO.	DESCRIPCION	TIPO	AMBIENTE
1	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
2	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
3	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
4	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
5	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
6	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
7	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
8	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
9	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
10	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
11	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
12	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
13	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
14	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
15	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
16	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
17	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
18	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
19	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
20	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
21	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
22	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
23	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
24	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
25	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
26	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
27	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
28	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
29	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
30	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
31	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
32	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
33	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
34	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
35	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
36	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
37	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
38	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
39	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
40	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
41	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
42	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
43	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
44	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
45	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
46	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
47	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
48	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
49	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
50	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
51	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
52	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
53	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
54	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
55	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
56	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
57	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
58	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
59	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
60	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
61	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
62	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
63	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
64	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
65	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
66	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
67	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
68	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
69	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
70	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
71	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
72	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
73	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
74	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
75	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
76	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
77	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
78	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
79	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
80	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
81	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
82	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
83	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
84	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
85	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
86	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
87	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
88	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
89	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
90	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
91	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
92	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
93	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
94	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
95	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
96	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
97	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
98	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
99	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR
100	CIERRAPUERTA	CIERRAPUERTA	INTERIOR



ENTIDAD:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA

CONSULTOR:
EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP N° 2839

SELO Y FIRMA:

PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

PLANO:
PLANTA TERCER PISO

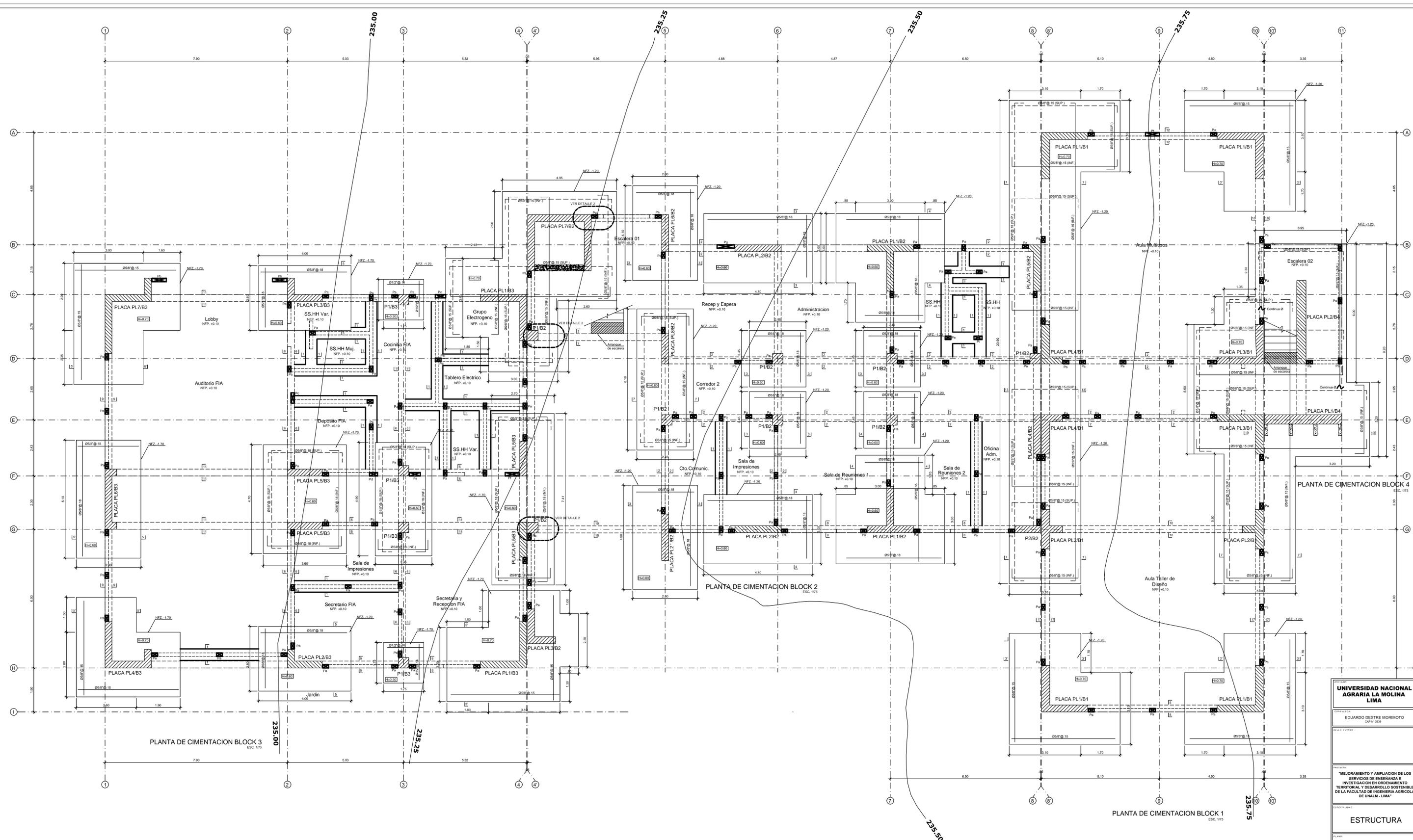
ESPECIALISTA:
ARQ. EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP 2839

SELO Y FIRMA:

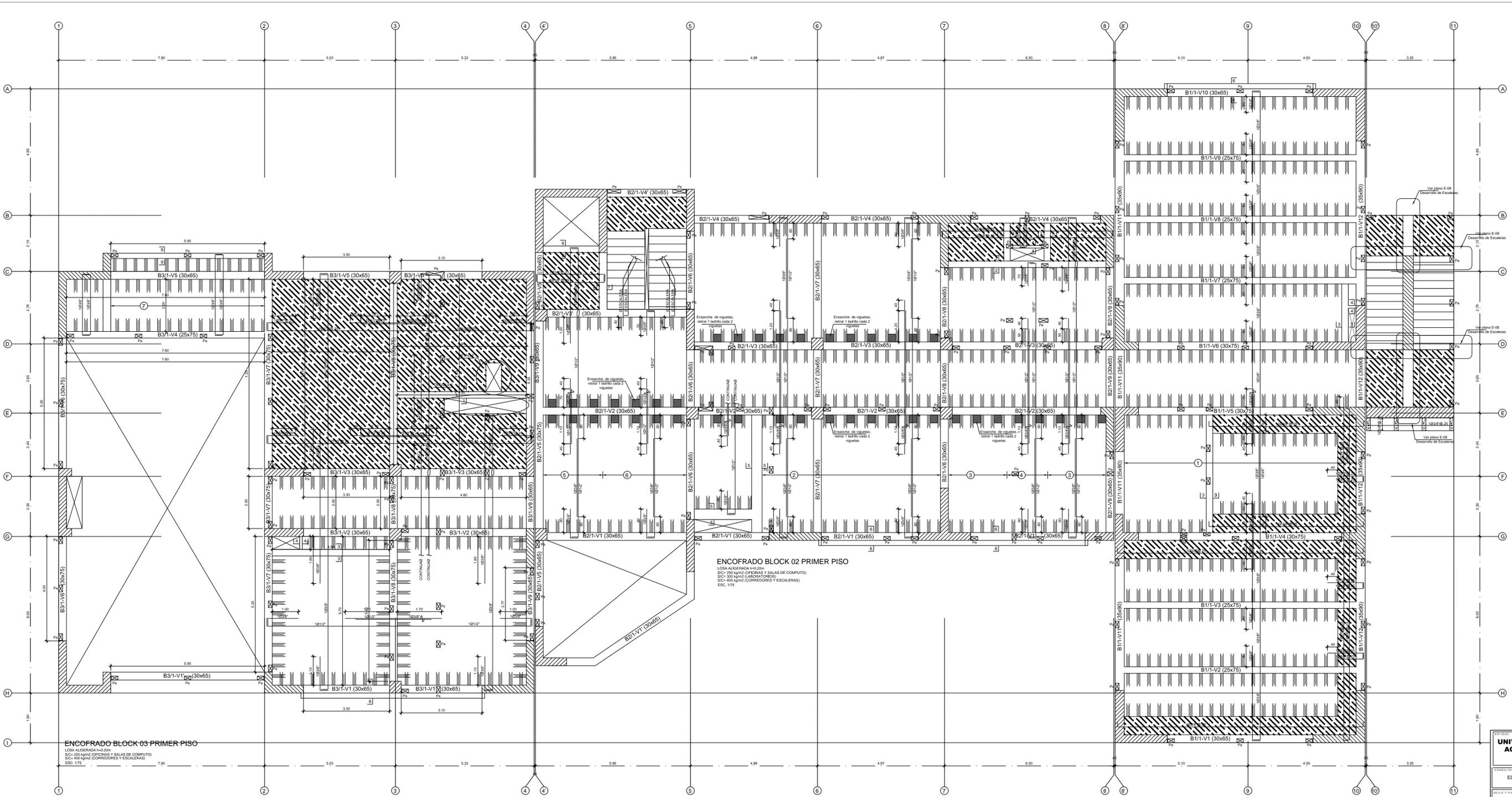
UBICACION:
Region: LIMA
Provincia: LIMA
Distrito: LA MOLINA
Lugar: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LAMINA:
A-03

ESCALA: 1/1100 FECHA: JUNIO 2015 C.R.:



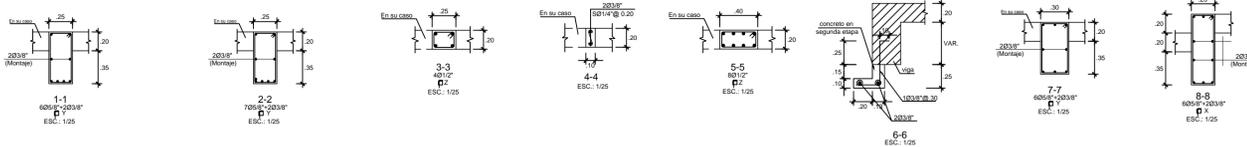
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA	
CONSULTOR: EDUARDO DEXTRE MORIMOTO CIP N° 2839	
PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"	
REPRESENTACION: ESTRUCTURA	
PLANO: PLANTA DE CIMENTACION	
REPRESENTACION: ING. EDWARD ALBERTO QUIROZ RORAS CIP 58633	
ESCALA: 1/75	
FECHA: JUNIO 2011	
PROYECTO: Ingen. LIMA Region: LIMA Distrito: LA MOLINA Dpto: INGENIERIA NACIONAL INSTITUCION: LA MOLINA	E-01



ENCOFRADO BLOCK 03 PRIMER PISO
 LOSA ALICERADA h=200
 S/C= 250 kg/m² (OFICINAS Y SALAS DE COMPUTO)
 S/C= 400 kg/m² (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ESC. 1/75

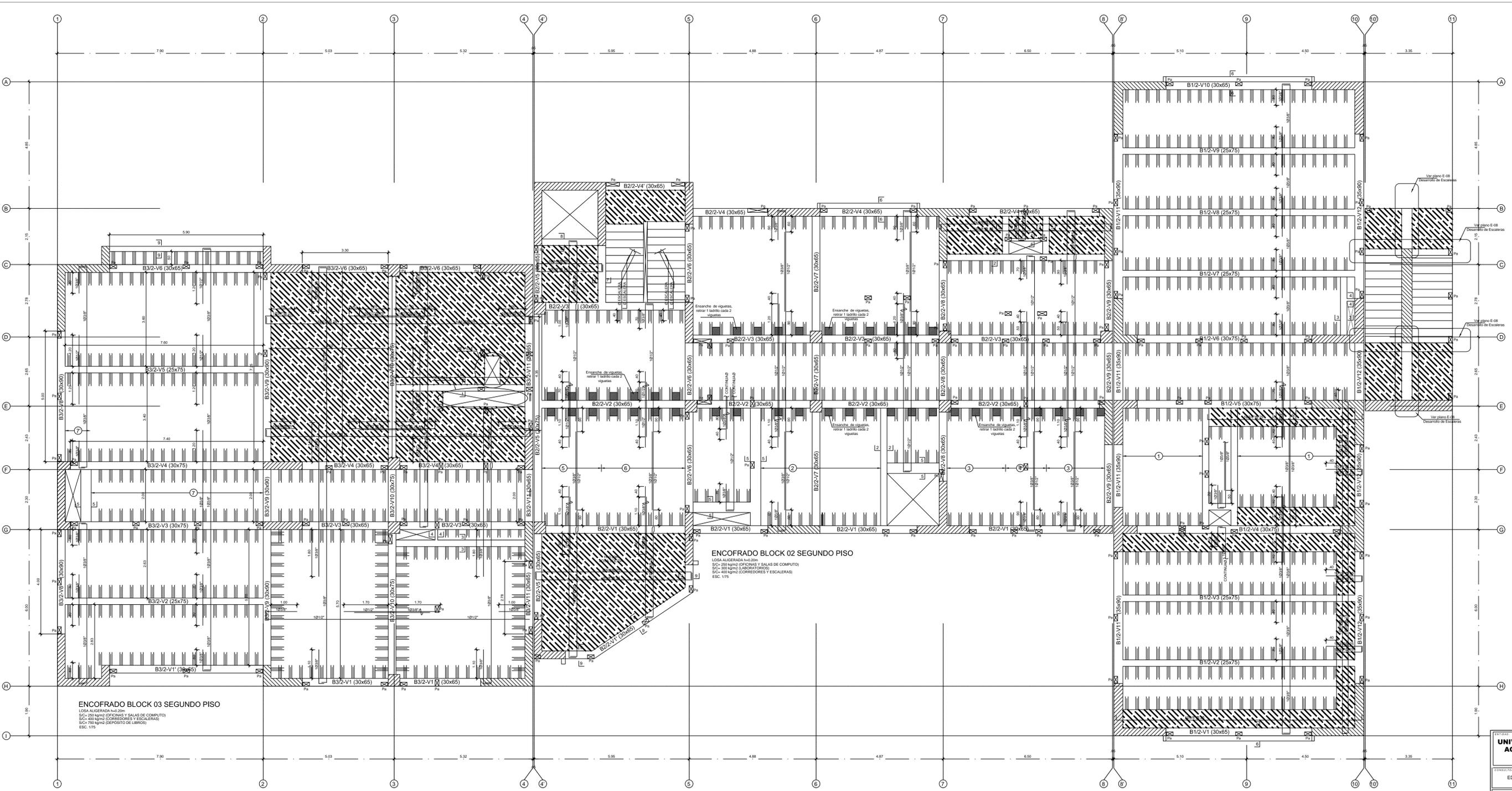
ENCOFRADO BLOCK 02 PRIMER PISO
 LOSA ALICERADA h=200
 S/C= 250 kg/m² (OFICINAS Y SALAS DE COMPUTO)
 S/C= 300 kg/m² (LABORATORIOS)
 S/C= 400 kg/m² (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ESC. 1/75

ENCOFRADO BLOCK 01 PRIMER PISO
 LOSA ALICERADA h=200
 S/C= 250 kg/m² (OFICINAS Y SALAS DE COMPUTO)
 S/C= 300 kg/m² (LABORATORIOS)
 S/C= 400 kg/m² (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ESC. 1/75



ESTRIBOS
 X x Ø 3" - 1Ø @ 05, 1Ø @ 10, 1Ø @ 15, Resto Ø @ 20 C/E
 Y x Ø 3" - 1Ø @ 05, 1Ø @ 10, Resto Ø @ 20 C/E
 Z x Ø 3" - 1Ø @ 05, 5Ø @ 10, Resto Ø @ 20 C/E

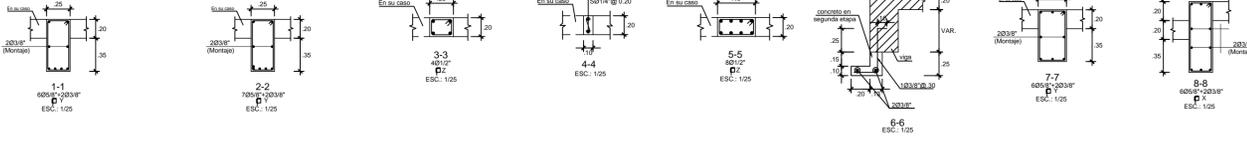
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA	
DISEÑADO POR: EDUARDO BEXTRE MORIMOTO (CIP 1730)	
PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA	
PLANO: ENCOFRADO DEL PRIMER NIVEL	
ESPECIALISTA: ING. EDUARDO ALBERTO QUIROZ RORAS (CIP 58633)	
EJECUTIVO: [Blank]	
REGION: LIMA	PROYECTO: LIMA
DIRECCION: LA MOLINA	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA: [Blank]	ESCALA: [Blank]
LIBRO: JUNIO 2011	FOLIO: E-02



ENCOFRADO BLOCK 03 SEGUNDO PISO
 LOSA ALIGERADA f'cd=20MPa
 SIC=250 kg/m2 (OFICINAS Y SALAS DE COMPUTO)
 SIC=300 kg/m2 (CORREDORES Y ESCALERAS)
 SIC=400 kg/m2 (DEPOSITO DE LIBROS)
 ESC. 1/75

ENCOFRADO BLOCK 02 SEGUNDO PISO
 LOSA ALIGERADA f'cd=20MPa
 SIC=250 kg/m2 (OFICINAS Y SALAS DE COMPUTO)
 SIC=300 kg/m2 (LABORATORIOS)
 SIC=400 kg/m2 (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ESC. 1/75

ENCOFRADO BLOCK 01 SEGUNDO PISO
 LOSA ALIGERADA f'cd=20MPa
 SIC=250 kg/m2 (OFICINAS Y SALAS DE COMPUTO)
 SIC=300 kg/m2 (LABORATORIOS)
 SIC=400 kg/m2 (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ESC. 1/75



ESTRIBOS
 X-Ø 3/8" 1Ø @ 0.5, 10Ø @ 10, 3Ø @ 15, Raso @ 25 C/E
 Y-Ø 3/8" 1Ø @ 0.5, 10Ø @ 10, Raso @ 25 C/E
 Z-Ø 3/8" 1Ø @ 0.5, 5Ø @ 10, Raso @ 25 C/E

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA

EDUARDO BEXTRE MORIMOTO
 DPM/2009

PROYECTO:
 "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURA

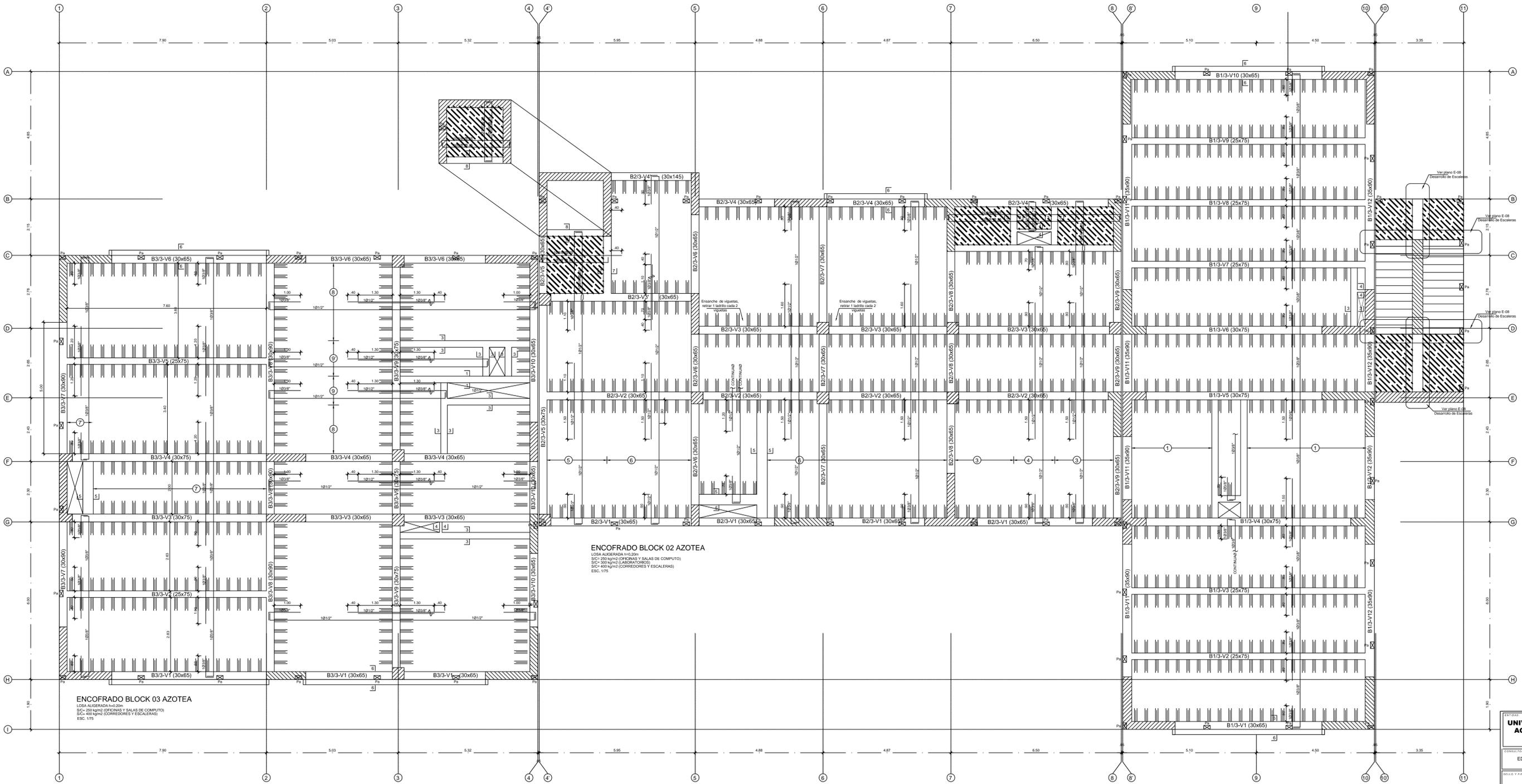
PLANO:
ENCOFRADO DEL PRIMER NIVEL

PROFESOR:
 ING. EDUARDO ALBERTO QUIROZ RORAS
 CP 58633

ESTILO Y FORMA

REGISTRO:
 Region: LIMA
 Provincia: LIMA
 Distrito: LA MOLINA
 UOFP: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

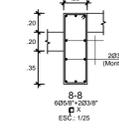
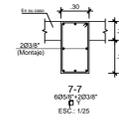
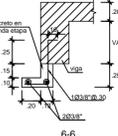
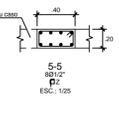
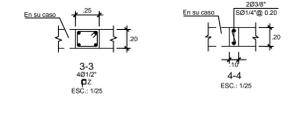
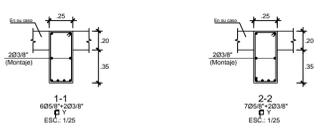
FECHA: 1/05/2010
 HOJA: 1/01
E-03



ENCOFRADO BLOCK 02 AZOTEA
 LOSA ALIGERADA h=100mm
 SIC= 250 kg/m2 (ORIGINAL Y SALAS DE COMPUTO)
 SIC= 300 kg/m2 (CORREDORES)
 SIC= 400 kg/m2 (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ESC. 1/75

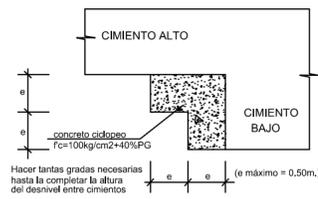
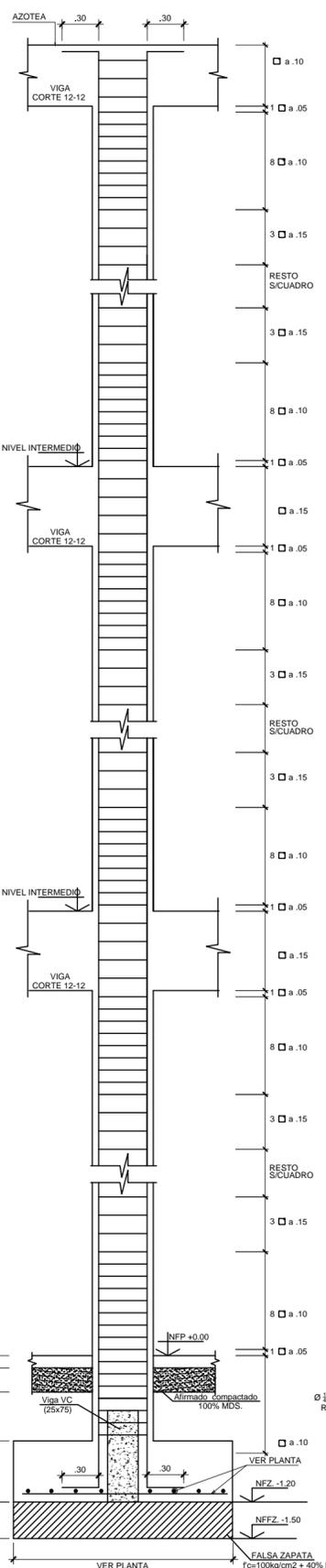
ENCOFRADO BLOCK 03 AZOTEA
 LOSA ALIGERADA h=100mm
 SIC= 250 kg/m2 (ORIGINAL Y SALAS DE COMPUTO)
 SIC= 300 kg/m2 (CORREDORES)
 SIC= 400 kg/m2 (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ESC. 1/75

ENCOFRADO BLOCK 01 AZOTEA
 LOSA ALIGERADA h=100mm
 SIC= 150 kg/m2 (AZOTEA)
 ESC. 1/75



ESTRIBOS
 X-X Ø 3" - 120x105, 100x110, 100x115, Resto Ø 25 C/E
 Y-Y Ø 3" - 120x105, 100x110, Resto Ø 25 C/E
 Z-Z Ø 3" - 120x105, 100x110, Resto Ø 25 C/E

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA	
DISEÑADO POR: EDUARDO DEXTRE MORIMOTO (DPM/2009)	
REVISÓ Y FIRMA:	
PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA	
PLANO: ENCOFRADO DEL PRIMER NIVEL	
ESPECIALISTA: ING. EDUARDO ALBERTO QUIROZ RORAS (CIP 58633)	
REVISÓ Y FIRMA:	
REGION: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA DISTRITO: LA MOLINA U.O.F.: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA ESCUELA: INGENIERIA CIVIL SEMESTRE: JUNIO 2011	E-04



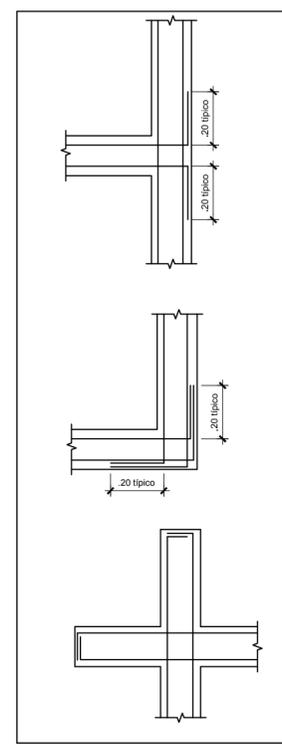
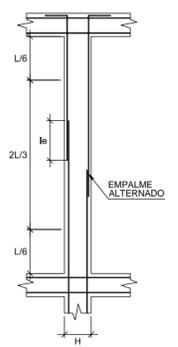
DETALLE DE CIMENTACION ESCALONADA (CAMBIO DE NIVEL)

VALORES DE f_c PARA 50% O MENOS DE VARILLAS CORTADAS (*)

ϕ	H<30	H>30
3/8"	40	60
1/2"	55	75
5/8"	70	95
3/4"	80	115
1"	120	150

(*) EN CASO DE CORTAR EL 100% DE VARILLAS INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN 70%

DETALLE DE EMPALMES EN COLUMNAS



DETALLE DE DOBLEZ DE FIERRO EN PLACAS

LONGITUD MINIMA "L" EN ESTRIBOS DE 135°

Díámetro de la barra db	L (cm)	
Pulgadas	mm	Ganchos a 135°
6	6	9
1/4"	8	9
8	8	12
3/8"	12	14
12	12	17

LONGITUD MINIMA "L" EN GANCHOS ESTANDARES

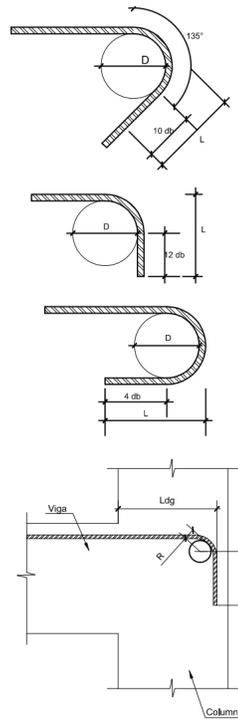
Díámetro de la barra db	L (cm)	
Pulgadas	mm	Ganchos a 90° / Ganchos a 180°
8	13	10
3/8"	13	10
12	15	10
1/2"	20	11
5/8"	25	12

EXTENSION RECTA (12 db) RADIO MINIMO DE DOBLEZ (R)

ϕ	11 cm	3/8"	3 cm
1/2"	15 cm	1/2"	4 cm
5/8"	19 cm	5/8"	5 cm
3/4"	23 cm	3/4"	6 cm
1"	30 cm	1"	8 cm

LONGITUD DE ANCLAJE CON GANCHO Ldg (cm)

ϕ	f_c	175	210	280
3/8"	23	21	18	
1/2"	31	28	24	
5/8"	38	35	30	
3/4"	46	42	36	
1"	61	56	48	



Detalle de Gancho Estandar

NOTA:
1.4 la longitud requerida de los fierros ubicados Cuando se usa anclaje con gancho no es necesario multiplicar por

CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

A- CODIGOS Y ESTANDARES UTILIZADOS

1.0 CODIGOS UTILIZADOS:
NORMA E-020 (CARGAS)
NORMA E-030 (DISEÑO SISMORRESISTENTE)
NORMA E-060 (CONCRETO ARMADO)
NORMA E-070 (ALBAÑILERIA)

2.0 REGLAMENTO:
REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

B- CARGAS DE DISEÑO

1.0 SOBRECARGA VIVA: Indicado en encofrados 300 Kg/m2
2.0 PESO PROPIO DE LOS ALIGERADA h=0.20m: 120 Kg/m2
3.0 PESO DE ACABADOS: 150 Kg/m2
4.0 PESO DE TABIQUERIA: 150 Kg/m2

D- CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS:

1.0 CONCRETO:
RESISTENCIA DEL CONCRETO ARMADO: $f_{cd}=210 \text{ kg/cm}^2$
COLUMNAS, VIGAS, LOSAS, PLACAS, ZAPATAS: $f_{cd}=210 \text{ kg/cm}^2$
ESCALERA: $f_{cd}=175 \text{ kg/cm}^2$
COLUMNETAS DE AMARRE SOBRECIMIENTO ARMADO: $f_{cd}=210 \text{ kg/cm}^2$

RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE: $f_{cd}=100 \text{ kg/cm}^2$

SOLADOS: $f_{cd}=100 \text{ kg/cm}^2 + 40\% \text{ PG}$
FALSO CIMENTO, FALSA ZAPATA: $f_{cd}=100 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PG}$
CIMENTO CORRIDO: $f_{cd}=140 \text{ kg/cm}^2 + 25\% \text{ PM}$
SOBRECIMIENTO CORRIDO: $f_{cd}=140 \text{ kg/cm}^2 + 25\% \text{ PM}$

2.0 ACERO PARA CONCRETO:
ESFUERZO DE FLUENCIA DEL REFUERZO: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

3.0 CEMENTO:
PARA TODAS LAS ESTRUCTURAS DE: CEMENTO PORTLAND TIPO I
CONCRETO SIMPLE Y ARMADO EN CONTACTO CON EL TERRENO
PARA EL RESTO DE LAS ESTRUCTURAS: CEMENTO PORTLAND TIPO I DE CONCRETO SIMPLE Y ARMADO

4.0 ALBAÑILERIA:
UNIDAD DE ALBAÑILERIA:
TODAS LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE MUROS SE FABRICARAN CON LAS DIMENSIONES MINIMAS INDICADAS EN ESTE PLANO, PODRAN SER DE CONCRETO, ARCILLA O SILICO CALCREO, DEBERAN CLASIFICAR COMO MINIMO CON EL TIPO IV DE LA NORMA TINTEC CORRESPONDIENTE.
MORTERO: 1:4 (CEMENTO - ARENA)
ALBAÑILERIA: $f_m = 45 \text{ Kg/cm}^2$ Si tiene Alveolos estos no excederán del 30% de la superficie de asiento.
JUNTAS: ESPESOR MAXIMO 1.5cms.

ACERO DE REFUERZO:

LAS VARILLAS DE ACERO UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO, CUMPLIRAN LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LOS CAPITULOS 7 Y 8 DE LA NORMA E-060 PARA CONCRETO ARMADO. EL ACERO SERA DE CALIDAD, GRADO 60, CON UN ESFUERZO EN EL LIMITE DE FLUENCIA DE $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$. ALARGAMIENTO MINIMO EN 20 cm = 12% CORRUGACIONES DE ACUERDO A LA NORMA ASTM A-615

DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO SIN FISURAS:
Ø3/8" a Ø5/8" 4db
Ø3/4" Y MAYORES 6db

DEBERA OBSERVARSE QUE LAS VARILLAS A EMPLEAR PRESENTAN SU SUPERFICIE LIBRE DE CORROSION, GRIETAS, SOLDADURAS O CUALQUIER OTRO DEFECTO QUE PUDIERA AFECTAR DESFAVORABLEMENTE SUS CARACTERISTICAS MECANICAS.

COLOCACION DEL REFUERZO:

PREPARACION Y COLOCACION:

ANTES DEL EMPLEO DE LAS ARMADURAS SE LIMPIARAN CUIDADOSAMENTE PARA QUE SE ENCUENTREN LIBRES DE POLVO, BARRO, ACEITES, PINTURA Y TODA OTRA SUSTANCIA CAPAZ DE REDUCIR LA ADHERENCIA CON EL CONCRETO. PARA SOSTENER O FLUAR LAS ARMADURAS EN LOS LUGARES CORRESPONDIENTES SE EMPLEARAN SOPORTES O ESPACIADORES METALICOS O DE MORTERO Y ATADURAS METALICAS, NO PODRAN EMPLEARSE TROZOS DE LADRILLO, MADERA, O CAÑAS, NI PARTICULAS DE AGREGADOS.

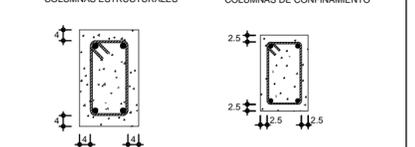
RECURRIMIENTOS DEL ESFUERZO:

SE ENTIENDE POR RECURRIMIENTOS A LA DISTANCIA LIBRE COMPRENDIDA ENTRE EL PUNTO MAS SALIENTE DE CUALQUIER REFUERZO Y LA SUPERFICIE EXTERNA DEL CONCRETO MAS PROXIMO, EXCLUYENDO TARRAJEOS Y TODO OTRO MATERIAL DE ACABADOS.

DIMENSIONES DE LOS RECURRIMIENTOS:

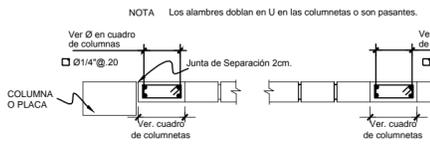
ELEMENTO ESTRUCTURAL	RECURRIMIENTO DEL REFUERZO
- VIGAS Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	2.5 cm.
- VIGAS Y COLUMNAS ESTRUCTURALES Ancho ≥ 25 cm	4.0 cm.
- VIGAS Y COLUMNAS ESTRUCTURALES Ancho < 25 cm	2.5 cm.
- VIGAS DE CIMENTACION	4.0 cm.
- ZAPATAS	7.5 cm.

CONCRETO O MORTERO. RECURRIMIENTOS EN VIGAS Y COLUMNAS ESTRUCTURALES

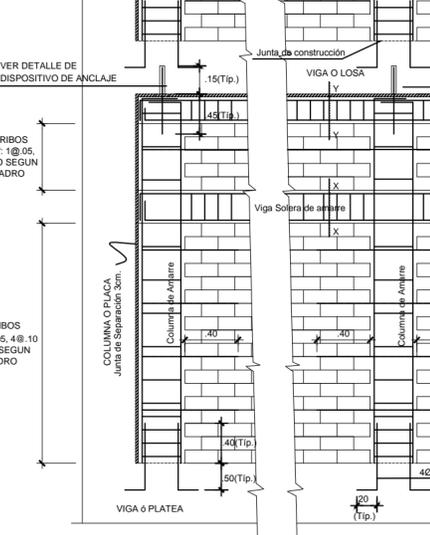


SEPARACION ENTRE VARILLAS:

LA SEPARACION MINIMA ENTRE VARILLAS RECTAS INDIVIDUALES Y PARALELAS DE LA ARMADURA, FUERA DE UNA ZONA DE EMPALME, EN GENERAL DEBERA SER COMO MINIMO 2.50 cm. Y NO MENOR QUE EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO.



NOTA Los alambres doblan en U en las columnetas o son pasantes.



COLUMNETAS DE AMARRE DE TABIQUERIA NO PORTANTE (DETALLE TIPICO)

DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS BLOCK 01

DESPLAZAMIENTO MAXIMO ULTIMO NIVEL
 $D_x = 2,60 \text{ cm.}$
 $D_y = 1,20 \text{ cm.}$

DESPLAZAMIENTO MAXIMO ENTREPISO
 $D_x = 1,00 \text{ cm.}$
 $D_y = 0,50 \text{ cm.}$

DELTA I/hi (MAXIMO)
 $DELTA I/hi = 0,0028$
 $DELTA I/hi = 0,0012$

DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS BLOCK 02

DESPLAZAMIENTO MAXIMO ULTIMO NIVEL
 $D_x = 3,20 \text{ cm.}$
 $D_y = 2,60 \text{ cm.}$

DESPLAZAMIENTO MAXIMO ENTREPISO
 $D_x = 1,30 \text{ cm.}$
 $D_y = 1,00 \text{ cm.}$

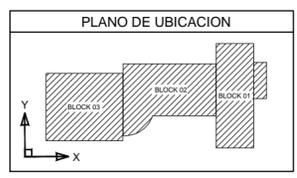
DELTA I/hi (MAXIMO)
 $DELTA I/hi = 0,0034$
 $DELTA I/hi = 0,0028$

DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS BLOCK 03

DESPLAZAMIENTO MAXIMO ULTIMO NIVEL
 $D_x = 3,40 \text{ cm.}$
 $D_y = 2,30 \text{ cm.}$

DESPLAZAMIENTO MAXIMO ENTREPISO
 $D_x = 1,30 \text{ cm.}$
 $D_y = 0,80 \text{ cm.}$

DELTA I/hi (MAXIMO)
 $DELTA I/hi = 0,0034$
 $DELTA I/hi = 0,0022$



PLANO DE UBICACION

PARAMETROS DE SISMICIDAD N.T.E. E-030

Z = FACTOR DE ZONA: ZONA 3 $\Rightarrow Z=0.40$
 α = COEF. DE USO E IMPORTANCIA (CATEGORIA C: EDIFICACIONES ENSAYABLES) $\Rightarrow \alpha=1.50$
 T_p , S = PARAMETROS DE SUELO (SUELOS INTERMEDIOS) $\Rightarrow T_p=0.60, S=1.20$
R = COEFICIENTE DE REDUCCION DE FUERZA SISMICA
 $R_x = 6$, SISTEMA ESTRUCTURAL: PREDOMINIO DE MUROS DE CONCRETO ARMADO
 $R_y = 6$, SISTEMA ESTRUCTURAL: PREDOMINIO DE MUROS DE CONCRETO ARMADO

JUNTA DE SEPARACION SISMICA
USAR JUNTA DE SEPARACION SISMICA CON SECTORES ADYACENTES DE 5.00 cm.

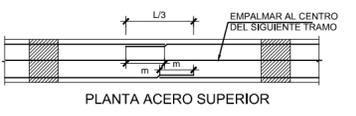
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

- DE ACUERDO AL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS REALIZADO POR EL INGENIERO PEDRO ALARCON FARFAN, SE TIENEN LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE CIMENTACION.
- 1) Tipo de Cimentación: Zapatas aisladas unidas con vigas de concreto.
 - 2) Estrato de Apoyo de Cimentación: Limo arcilloso.
 - 3) Profundidad de la Napa Freática: No detectada.
 - 4) Cota de Cimentación: 1.20m a a partir del nivel del NTN.
 - 5) Presión admisible del Terreno: 1.64 kg/cm2.
 - 6) Ataque Químico de Sulfatos, Cloruros y/o Sales Solubles: NO.
 - 7) Tipo de cemento para concreto en contacto con el suelo: Portland Tipo-I.

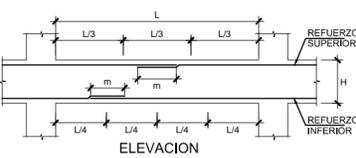
VALORES m (cm)

ϕ	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	40	40
1/2"	50	50
5/8"	60	60
3/4"	75	70
1"	120	150

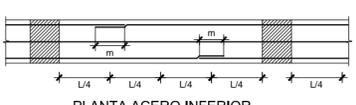
NOTA:
a) NO EMPALMAR MAS DE 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.
b) EN CASO DE NO EMPALMAR EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70% Y/O CONSULTAR CON EL PROYECTISTA
c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS, EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS, SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25cm PARA Ø3/8" Y DE 35cm PARA Ø DE 1/2" O Ø5/8".



PLANTA ACERO SUPERIOR

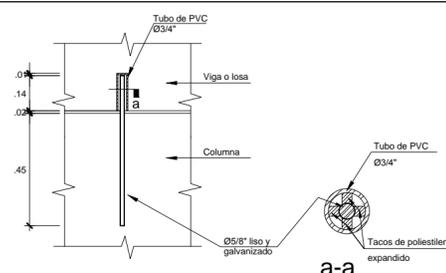


ELEVACION



PLANTA ACERO INFERIOR

DETALLE DE EMPALME DE VIGAS



DISPOSITIVO DE ANCLAJE DE COLUMNA

ENTIDAD:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA

CONSULTOR:
EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP N° 2839

SELO Y FIRMA

PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURA

PLANO:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

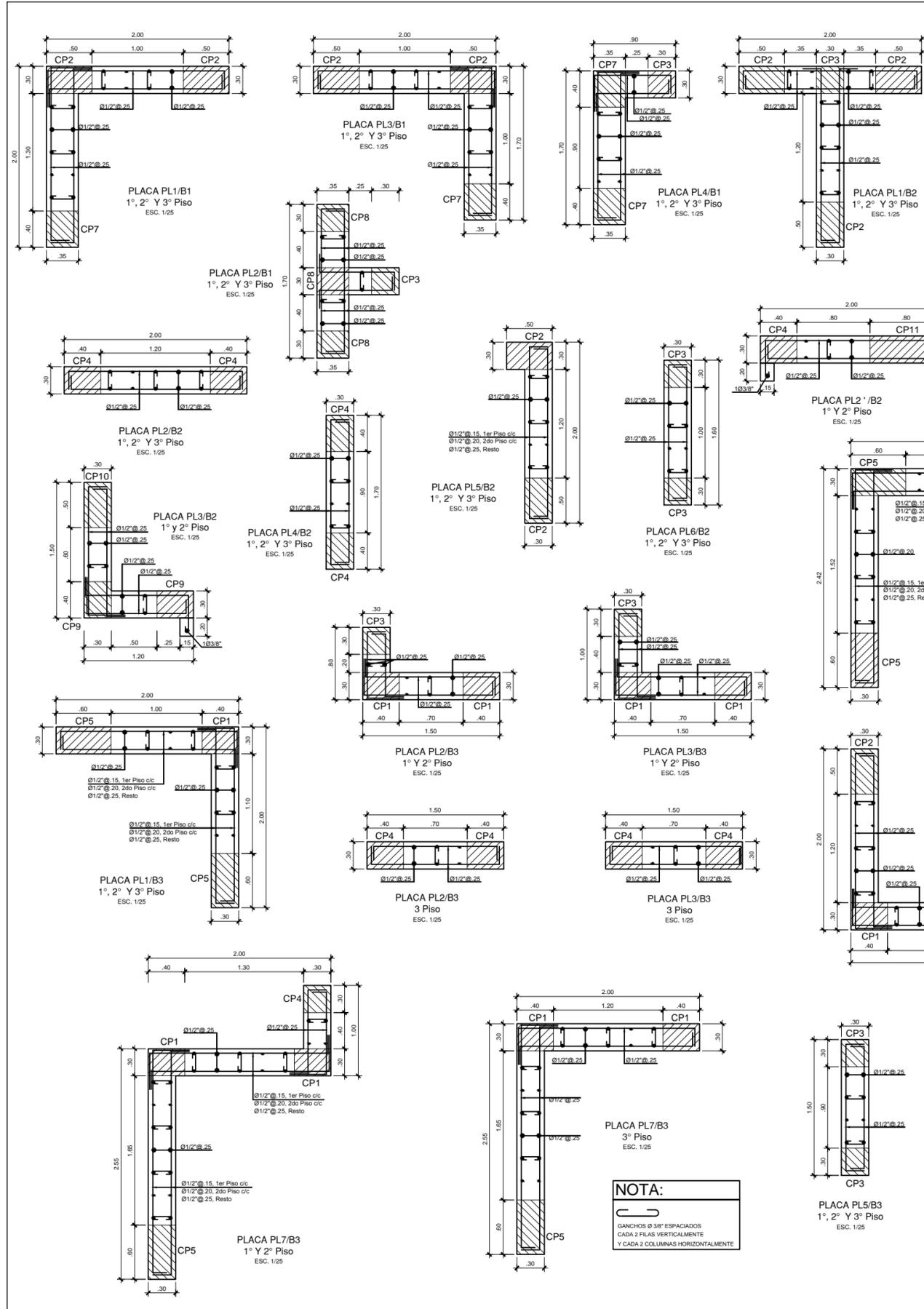
ESPECIALISTA:
ING. EDWARD ALBERTO QUIROZ RORAS
CIP 58633

SELO Y FIRMA

UBICACION:
Region: LIMA
Provincia: LIMA
Distrito: LA MOLINA
Lugar: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

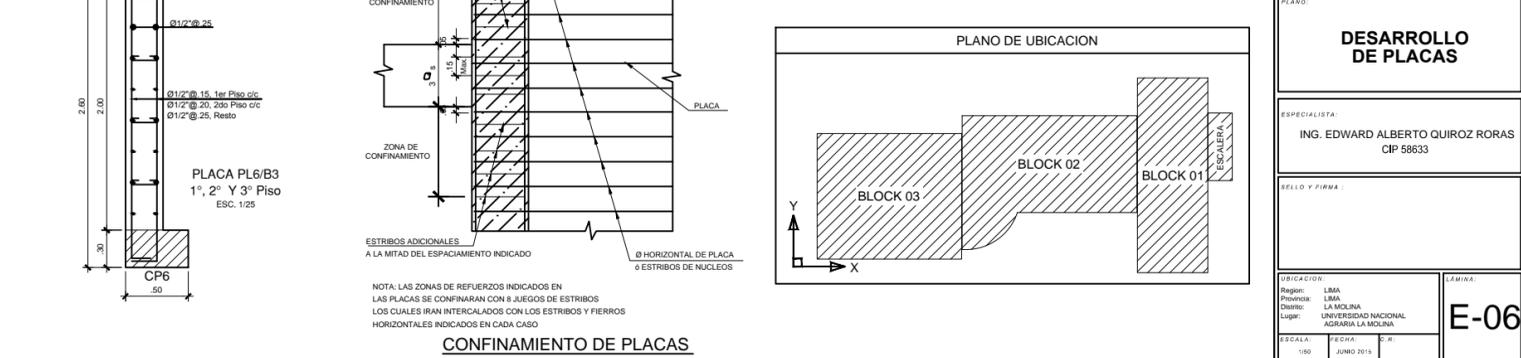
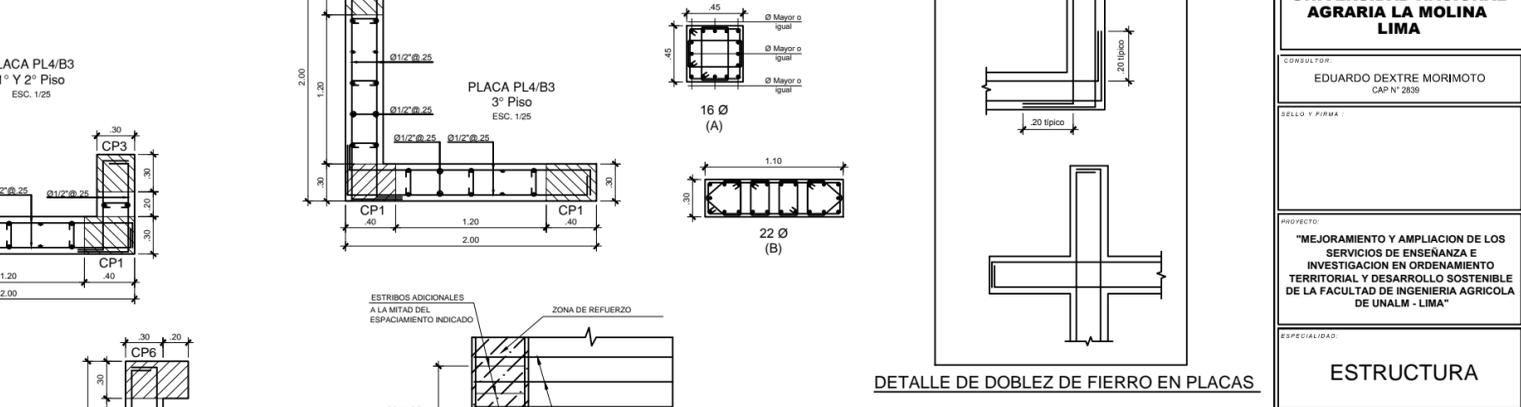
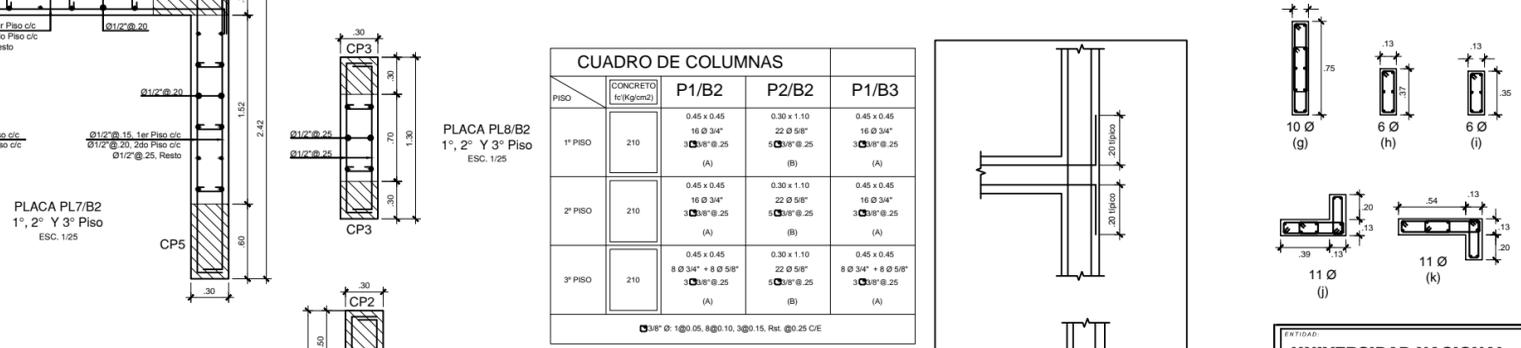
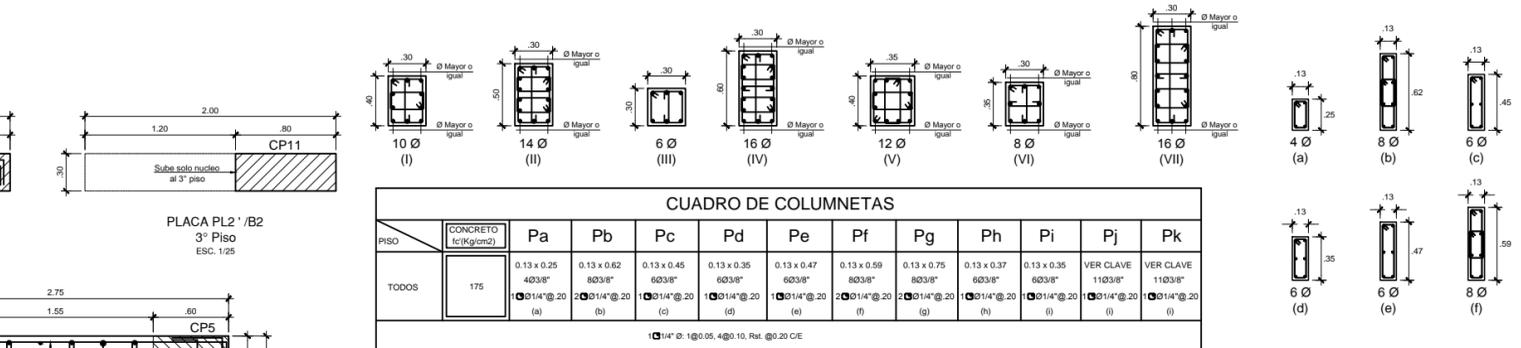
FECHA:
MAY JUNIO 2015

LAMINA:
E-05



CUADRO CONFINAMIENTO DE PLACAS

PISO	CONCRETO f _c (Kg/cm ²)	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10	CP11
1° PISO	210	0.30 x 0.40 10 Ø 3/4" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (I)	0.30 x 0.50 14 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (II)	0.30 x 0.30 6 Ø 5/8" 10 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (III)	0.30 x 0.40 10 Ø 5/8" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (IV)	0.30 x 0.60 16 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (V)	0.30 x 0.50 14 Ø 5/8" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (VI)	0.35 x 0.40 12 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (VII)	0.30 x 0.35 8 Ø 5/8" 1 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (VIII)	0.30 x 0.40 10 Ø 3/4" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (IX)	0.30 x 0.50 14 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (X)	0.30 x 0.80 16 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (XI)
2° PISO	210	0.30 x 0.40 10 Ø 3/4" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (I)	0.30 x 0.50 14 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (II)	0.30 x 0.30 6 Ø 5/8" 10 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (III)	0.30 x 0.40 10 Ø 5/8" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (IV)	0.30 x 0.60 16 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (V)	0.30 x 0.50 14 Ø 5/8" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (VI)	0.35 x 0.40 12 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (VII)	0.30 x 0.35 8 Ø 5/8" 1 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (VIII)	0.30 x 0.40 10 Ø 3/4" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (IX)	0.30 x 0.50 14 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (X)	0.30 x 0.80 16 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (XI)
3° PISO	210	0.30 x 0.40 4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (I)	0.30 x 0.50 4 Ø 3/4" + 10 Ø 5/8" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (II)	0.30 x 0.30 6 Ø 5/8" 10 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (III)	0.30 x 0.40 10 Ø 5/8" 2 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (IV)	0.30 x 0.60 4 Ø 3/4" + 12 Ø 5/8" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (V)	0.30 x 0.50 14 Ø 5/8" 3 Ø 3/8" @ 25 1 Ø 3/8" @ 25 (VI)	0.35 x 0.40 4 Ø 3/4" + 8 Ø 5/8" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (VII)	0.30 x 0.35 8 Ø 5/8" 1 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (VIII)			0.30 x 0.80 16 Ø 3/4" 3 Ø 3/8" @ 25 2 Ø 3/8" @ 25 (XI)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA LIMA

CONSULTOR: EDUARDO DEXTRE MORIMOTO
CAP N° 2839

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA DE UNALM - LIMA"

ESTRUCTURA

PLANO: **DESARROLLO DE PLACAS**

ESPECIALISTA: ING. EDWARD ALBERTO QUIROZ RORAS
CIP 58633

E-06