

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título del Ingeniero Civil

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Título del proyecto

**DETERMINACIÓN DE UN MÉTODO SIMPLIFICADO PARA LA  
INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE CONCRETO  
REFORZADO.**

**Autor**

Rubén Darío Chimbo Bayas

**Tutor:**

Ing. Jorge Núñez, M. Sc.

**Riobamba – Ecuador**

Año 2020

## REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de Investigación de título: “DETERMINACIÓN DE UN MÉTODO SIMPLIFICADO PARA LA INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO” presentado por **Rubén Darío Chimbo Bayas** dirigido por: Ing. Jorge Núñez. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final Proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:



Ing. Jorge Núñez

.....

**Director del Proyecto**

Firma



Ing. Oscar Cevallos

.....

**Miembro del Tribunal**

Firma



Ing. Diego Hidalgo

.....

**Miembro del Tribunal**

Firma

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Jorge Núñez**, en calidad de tutor de Tesis, cuyo tema es: “DETERMINACIÓN DE UN MÉTODO SIMPLIFICADO PARA LA INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al señor **Rubén Darío Chimbo Bayas** para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de la Tesis.

Atentamente.



.....  
Ing. Jorge Núñez

**TUTOR DE TESIS**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Rubén Darío Chimbo Bayas e Ing. Jorge Núñez; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....  
Sr. Rubén Darío Chimbo Bayas

C.I. 0202349601

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todas las bendiciones que me ha dado, por ser fuente de sabiduría, a mis padres los cuales se han preocupado por mí y me han impulsado a seguir avanzando en todo momento, a mi hermano que ha estado conmigo siempre que lo he necesitado, a mis amigos Rosita, Mélida, Jessica por todas las experiencias vividas a lo largo de mi vida universitaria, a todos mis profesores por compartir su conocimiento que fue motivo de la resolución de varias inquietudes y amistad que logro darme confianza para lograr mis objetivos.

*Rubén Darío Chimbo Bayas*

**DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, sin el nada de esto hubiese sido posible, ha sabido guiarme en esta larga trayectoria universitaria, a mis padres Norma y Gerardo que ha sido pilar fundamental en mi vida, que gracias a su esfuerzo y dedicación he logrado culminar esta etapa de mi vida y a mi hermano Washington que siempre creyó en mí.

*Rubén Darío Chimbo Bayas*

## INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE GRAFICAS .....	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT .....	XIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo General .....	4
2.2. Objetivos Específicos.....	4
3. MARCO TEÓRICO.....	5
4. DISEÑO METODOLÓGICO .....	9
4.1. Tipo de estudio.....	9
4.2. Procedimiento de actividades para el levantamiento de información.....	13
4.3. Población y Muestra .....	14
4.4. Incorporación del Factor de Incidencia (FI) .....	15
4.5. Parámetros de valoración.....	16
4.6. Aplicación del método italiano del índice de vulnerabilidad sísmica .....	17
4.7. Aplicación de la propuesta del Instrumento de Inspección .....	32
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	47
5.1. Análisis de los resultados.....	47
5.2. Descripción de la Propuesta de Inspección simplificada.....	51
5.3. Categorización de los Edificios de la Universidad Nacional de Chimborazo .....	52
5.4. Aplicación del método de inspección simplificada .....	53
5.5. Comparación de la Metodología de Inspección Simplificada y el Método Italiano.....	62
5.6. Análisis de la propuesta de inspección estructural. ....	63
6. CONCLUSIONES.....	64
7. RECOMENDACIONES .....	70
8. BIBLIOGRAFÍA.....	71
9. ANEXOS.....	75

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

<b>Ilustración 1.</b> Esquema de la Metodología.....	9
<b>Ilustración 2.</b> Secuencia de actividades para el levantamiento información. ....	13
<b>Ilustración 3.</b> Nomenclatura de huecos en paneles. ....	17
<b>Ilustración 4.</b> Saliente s entre la mampostería y el pórtico .....	19
<b>Ilustración 5.</b> Descripción de nomenclatura.....	20
<b>Ilustración 6.</b> Relación lado menor y lado mayor .....	25
<b>Ilustración 7.</b> Efecto de columna corta .....	29
<b>Ilustración 8.</b> Aplicación del instrumento de inspección en el bloque A de Ingeniería....	32
<b>Ilustración 9.</b> Concentración de tensiones (efecto de columna corta) .....	37
<b>Ilustración 10.</b> Deriva de piso en el eje X del Bloque A segmento central .....	40
<b>Ilustración 11.</b> Deriva de piso en el eje Y del Bloque A segmento central .....	40

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Identificación de problemas estructurales .....	10
<b>Tabla 2.</b> Parámetros de valoración por nivel de incumplimiento de normativa .....	16
<b>Tabla 3.</b> Resumen de la aplicación del Método Italiano en el bloque A segmento central de Ingeniería .....	30
<b>Tabla 4.</b> Zona Sísmica .....	44
<b>Tabla 5.</b> Resultado de la Inspección del segmento Central del Bloque A.....	46
<b>Tabla 6.</b> Resumen de la comparación entre categorías de las diferentes metodologías aplicadas para la propuesta.....	50
<b>Tabla 7.</b> Categorización de las edificaciones inspeccionadas .....	52
<b>Tabla 8.</b> Resultados de la Aplicación del instrumento de valoración.....	53
<b>Tabla 9.</b> Representación en porcentajes de los resultados de la Inspección simplificada y el Método Italiano.....	62
<b>Tabla 10.</b> Ponderación de las metodologías aplicadas .....	62
<b>Tabla 11.</b> Comparación y Alcance de las categorías aplicadas .....	64

## ÍNDICE DE GRAFICAS

<b>Grafica 1.</b> Incidencia de parámetros de análisis en el terremoto Portoviejo del 2016 .....	15
<b>Grafica 2.</b> Resultado por categorías del Bloque A segmento central. ....	54
<b>Grafica 3.</b> Resultado por categorías del Bloque A segmento derecho. ....	55
<b>Grafica 4.</b> Resultado por categorías del Bloque A segmento izquierdo. ....	55
<b>Grafica 5.</b> Resultado por categorías del Bloque B segmento central. ....	56
<b>Grafica 6.</b> Resultado por categorías del Bloque B segmento derecho. ....	56
<b>Grafica 7.</b> Resultado por categorías del Bloque B segmento izquierdo. ....	57
<b>Grafica 8.</b> Resultado por categorías del Bloque C. ....	58
<b>Grafica 9.</b> Resultado por categorías del Bloque D. ....	58
<b>Grafica 10.</b> Resultado por categorías del Bloque E. ....	59
<b>Grafica 11.</b> Resultado por categorías del Bloque F. ....	59
<b>Grafica 12.</b> Resultado por categorías del Bloque G. ....	60
<b>Grafica 13.</b> Resultado por categorías del Bloque H. ....	60
<b>Grafica 14.</b> Resultado por categorías del Bloque J. ....	61
<b>Grafica 15.</b> Resultado por categorías del Bloque K. ....	61

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Matriz de comparación de los parámetros considerados del Método Italiano ...	76
<b>Anexo 2.</b> Parámetros no considerados del Método Italiano .....	80
<b>Anexo 3.</b> Matriz de comparación de los parámetros considerados del Método Japonés ...	87
<b>Anexo 4.</b> Parámetros no considerados del Método Japonés .....	92
<b>Anexo 5.</b> Matriz de comparación de los parámetros considerados del Método de la Secretaría Nacional de Riesgos .....	99
<b>Anexo 6.</b> Parámetros no considerados de la Secretaría Nacional de Riesgos .....	103
<b>Anexo 7.</b> Matriz de comparación de los parámetros considerados del Método de la NEC ATC - 21 .....	106
<b>Anexo 8.</b> Parámetros no considerados de la NEC, ATC-21 .....	109
<b>Anexo 9.</b> Instrumento de Valoración .....	111
<b>Anexo 10.</b> Cálculo de excentricidad de los bloques de la Universidad Nacional de Chimborazo. ....	115
<b>Anexo 11.</b> Fotografías .....	147

## RESUMEN

El Ecuador se encuentra en una de las zonas sísmicas con mayor actividad del planeta, prueba de ello es el reciente terremoto ocurrido el 16 de abril del 2016 en la costa ecuatoriana de magnitud 7.8 Mw provocando la destrucción de la zona céntrica comercial de la ciudad de Portoviejo, con lo cual surge la presente investigación que se enfoca en la inspección de edificaciones de concreto reforzado mediante la aplicación de un instrumento de inspección propio comparando métodos extranjeros y nacionales, con el fin de acoplarlo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), y de esta manera pueda determinar el comportamiento del mismo. De acuerdo a la metodología utilizada, la investigación se clasificó como aplicada con un diseño de campo para edificios de entre 2 a 7 pisos, donde para su validación se realizó una inspección técnica a construcciones de la Universidad Nacional de Chimborazo y se la comparo con los resultados obtenidos del método Italiano del índice de vulnerabilidad sísmica modificado por el Dr. Aguiar, incluyendo dentro del análisis, la concepción de la configuración estructural, configuración de elementos estructurales, comportamiento sísmico, riesgo por ubicación, y daños por incidentes anteriores. El resultado del método propuesto muestra que a pesar de poseer edificaciones con diseño sismoresistente, algunas de estas presentan pequeños problemas, debido a diseños ineficaces con normas anteriores, limitando su capacidad de resistencia. Los valores porcentuales obtenidos de la propuesta no superan el 10,09%, y con el método italiano los valores obtenidos fueron nulos a excepción del Bloque A segmento central que fue menor al 12,2% determinándose como edificaciones seguras, con lo cual no es necesaria la aplicación de inspecciones o evaluaciones adicionales a estas.

**Palabras clave:** vulnerabilidad sísmica, estructuras de concreto reforzado, patologías, evaluación sísmica.

## ABSTRACT

Ecuador is in one of the most active seismic zones on the planet, proof of this is the recent earthquake that occurred on April 16, 2016 on the Ecuadorian coast of magnitude 7.8 Mw causing the destruction of the downtown commercial area of Portoviejo city, with which the present investigation arises that focuses on the inspection of reinforced concrete buildings through the application of an own inspection instrument comparing foreign and national methods, in order to couple it to the Ecuadorian Construction rule (NEC) , and in this way be able to determine its behavior. According to the methodology used, the research classified as applied with a field design for buildings between 2 to 7 floors, where for its validation a technical inspection was carried out on buildings of the National University of Chimborazo and compared with the results included from the Italian method of the seismic vulnerability index modified by Dr. Aguiar, including within the analysis, the conception of the structural configuration, configuration of structural elements, seismic behavior, location risk, and damage from previous incidents. The result of the proposed method shows that despite having buildings with earthquake resistant design, some of these present small problems, due to ineffective designs with previous standards, limiting their resistance capacity. The percentage values obtained from the proposal do not exceed 10.09%, and with the Italian method the values obtained were null except for Block A central segment, which was less than 12.2%, determining as safe buildings, which is not requires the application of inspections or additional evaluations to these.

**Key words:** seismic modification, reinforced concrete structures, pathologies, seismic evaluation.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Maritza Chávez". The signature is stylized and somewhat cursive, with a horizontal line drawn through it.

Reviewed by: Chávez, Maritza  
Language Center Teacher

## 1. INTRODUCCIÓN

Las edificaciones de concreto reforzado a pesar de poseer una alta resistencia a cargas gravitacionales, pueden terminar en un colapso total o parcial por concentraciones de esfuerzos, estas debido a la acción e impacto de los sismos, puede afirmarse que las propiedades estructurales deben ser tales que controlen su respuesta dinámica dentro de los umbrales que sean proporcionados con el nivel de daño y desempeño deseado (Terán, 2010).

En cuanto al análisis de una estructura es importante contar con una descripción del edificio, la información recolectada de la misma y las facilidades de cálculo disponible, permitirán una correcta interpretación de los resultados, sin embargo la complejidad de la estructura determinará en gran manera la eficiencia de la evaluación, ya que mientras más irregular sea esta, más compleja resultará su análisis (Rondón et al., 2010).

Diversos estudios de vulnerabilidad sísmica se originan a partir del siglo xx, como una necesidad de analizar los desastres que dejaban estas. A través de la experiencia, los ingenieros evaluaron los efectos de los sismos en viviendas y edificaciones con el propósito de minimizar estos daños en un futuro. Es así donde surgen las primeras técnicas de evaluación de vulnerabilidad sísmica denominadas Técnicas de Screaming, las cuales posteriormente utilizarían como base para métodos como: Whitman (1972), Okada y Bresler (1976), ATC- 14 (1987), Campos (1992), entre otros, adoptando de esta manera nuevos esquemas de seguridad y permitiendo desarrollar técnicas constructivas más eficientes (Guerrero, 2007).

La vulnerabilidad sísmica de una edificación está definida como una magnitud que permite cuantificar el riesgo debido únicamente a las características de la estructura (ERN, 2017). Varias edificaciones en diferentes países han demostrado que cuando ocurre un

terremoto de gran magnitud, los daños están relacionados con el tipo de material empleado, el proceso de construcción, el suelo y la topografía, etc. Pero uno de los aspectos condicionantes del comportamiento sísmico se debe en gran parte a la configuración estructural, y es que desde la concepción inicial del diseño se establecen la respuesta del edificio ante las acciones sísmicas (Astorga & Rivero, 2013).

Siguiendo el lineamiento de nuestra investigación Jaramillo (2016), menciona que la gran problemática del Ecuador es la aplicación de los planos en el momento de la ejecución, dando a conocer en Manta y Portoviejo edificaciones con diseños iniciales que terminaron con varios cambios no autorizados, provocando el colapso de estructuras por diversas causas: la falta de adherencia en las juntas de concreto, las deficiencias en compresión del concreto, errores en el cálculo estructural y en la construcción, problemas de fiscalización e incluso la falta de capacidad de algunas personas a cargo de la obra (Astorga & Rivero, 2013).

En Europa diferentes grupos han orientado sus esfuerzos hacia la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la evaluación del riesgo en edificaciones, planteando diferentes estrategias de intervención como reforzamientos, rehabilitación y planes de mitigación para estructuras esenciales basados en experiencias de sismos pasados, presentando la vulnerabilidad en términos de matrices de probabilidad de daño, obtenida por el procesamiento estadístico de una base de datos de 30.000 edificaciones ubicadas a diferentes distancias del epicentro del sismo de Irpinia de 1980 (Salvador, 2003).

Por tal motivo es imprescindible el establecimiento de nuevas técnicas que permitan el reconocimiento de anomalías presentes en las edificaciones, basándose en parámetros mínimos de construcción establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), American Concrete Institute (ACI), Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings (ATC-40),

implementado de estos procedimientos, para su correcta intervención e inspección de manera que puedan clasificarse cada una de las estructuras en torno al riesgo potencial que las mismas presenten.

Finalmente, se puede decir que a causa de los cambios que se realice en la NEC y con el apareamiento de nuevas formas de construcción, se deberán realizar una continua actualización de los métodos de inspección en edificaciones existentes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Determinar un método simplificado para la inspección técnica estructural de edificaciones de concreto reforzado de la Universidad Nacional de Chimborazo para conocer el estado inseguridad y problemas de las edificaciones validándola por medio de la comparación entre la propuesta y el método italiano.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Recopilar información de investigaciones e informes del sismo del 16 de Abril del 2016 para el sustento de cada una de las variables objeto de estudio a través de la investigación bibliográfica y documental.
- Identificar los requisitos mínimos verificables por medio de inspección visual técnica de diseño sismo resistente en edificaciones de concreto reforzado in situ.
- Caracterizar el tipo de estructura de las edificaciones de concreto reforzado, objeto de estudio.
- Aplicar el método simplificado para la inspección técnica estructural en edificaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### 3. MARCO TEÓRICO

En el mundo la mayoría de las pérdidas económicas y humanas luego de los efectos negativos que se producen en las edificaciones por desastres naturales han sido devastadoras. En Ecuador el incidente más reciente y de gran magnitud fue el terremoto del 16 abril del 2016 donde el sector productivo sufrió daños en sus activos por US \$304 millones, pérdidas por ingreso de US \$354 millones y más de 600 muertos, debido a que una gran cantidad de edificaciones no tienen una plena satisfacción de la aplicación de la filosofía de diseño sismo resistente causando deformaciones y finalmente el colapso de estas.(Molina Vera et al., 2017).

Nuestro país padece de un fenómeno social que es la informalidad en la construcción por la falta de recursos económicos, conllevando a edificaciones a tener un alto porcentaje de vulnerabilidad, un ejemplo de ello es la ciudad de Quito con un 70% de viviendas que no cuentan con la participación técnica de profesionales en el diseño y ejecución de obra, pese a que los gobiernos locales poseen una legislación para el sector de la construcción y que no han logrado cambios en su regularización, por consiguiente, la ciudadanía sigue construyendo de esta manera (CAMICON, 2016). En el diseño estructural se definen actividades para fundar la forma, las dimensiones globales, y características generales de un sistema estructural, es decir el objetivo de las partes de una construcción se centra específicamente en resistir las fuerzas o acciones a los que se encuentra sometido sin que exista ningún tipo de falla o mal comportamiento (Díaz,2008).

La vulnerabilidad estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos que componen el sistema resistente a sufrir cierto grado de daño que puede ser definida en forma cualitativa o cuantitativa. Desde el punto de vista cualitativa se basa generalmente en la

observación visual y descripción de daños y cuantitativa se utiliza parámetros que definen la respuesta estructural (Yepez et al., 1995).

Los métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica difieren en los recursos tecnológicos y el tiempo para su implementación. Las metodologías basadas en modelos analíticos simplificados se realizan sobre la base del conocimiento de parámetros que sean de fácil interpretación en el cual el tiempo sea un recurso esencial sin alterar el resultado de la evaluación, ya que esta varía con respecto al tiempo de ejecución y la calidad con la que se realice el levantamiento de datos (Ferreira et al., 2018).

Algunos autores hacen referencia a que el nivel de exposición sísmica forma parte del concepto de vulnerabilidad, señalando que una estructura no es vulnerable si no está expuesta al fenómeno sísmico el cual tiene referencias geográficas, pues se considera al entorno, tipo de suelo, clima como una influencia directa en el comportamiento de la estructura (Cueva, 2017).

La peligrosidad sísmica implica la identificación y evaluación de las fuentes de sismos, utilizando para esto las evidencias de fallas geológicas y ocurrencia de sismos en el pasado determinando así, la probabilidad de ocurrencia en un sector en específico (Toro, 2019).

Estudios realizados en la ciudad de Riobamba nos proporciona información acerca del estado de vulnerabilidad de las edificaciones. Vargas & Casignia(2013) en estudios realizados en los barrios José Mancero, 11 de Noviembre y San Antonio del Aeropuerto se obtuvo que el 99.51% son mediana y altamente vulnerables a diferencia que el Método de SNGR que dio como resultado que el 96.09% de las viviendas evaluadas son seguras. De igual manera en el año 2014 en el barrio Medio Mundo se obtiene de la aplicación del método Italiano que el 97.67% de las viviendas son vulnerables ante eventos sísmicos, y por el método de la SNGR que el 93.94% de las viviendas son de vulnerabilidad baja, donde se puede notar una clara

discrepancia entre estas (Chiguano, 2014); Otros barrios como Liribamba y Cruzada también se obtuvieron resultados similares en donde por el método Italiano el 72.00% de las viviendas evaluadas son vulnerables y por el método de la SNGR todas las viviendas son seguras(Inca & Morales, 2014). En estos estudios concluyen que el método de la SNGR tiene deficiencias en su sistema de evaluación ya que esta evalúa parámetros de forma superficial.

La necesidad de establecer una inspección de edificaciones por un proceso simplificado, está sujeta al posible resultado que se suscitaría en caso de presentarse un sismo de cualquier magnitud, considerando si esta es segura o necesita un evaluación, precautelando de esta manera el funcionamiento del sistema estructural, sin olvidar que también hay otros elementos o factores que dependiendo del lugar pueden afectar a la vivienda tales como: edad, material, calidad de construcción, especificaciones, cálculos, diseño sismo resistentes, y proximidad de otras construcciones, que amplifican la vulnerabilidad de la edificación (NEC-SE-RE, 2015)

Finalizando la revisión de antecedentes referentes a la presente investigación, Toirac (2004) en su estudio realizado en la provincia de Guayas Ecuador, establece el propósito de describir, analizar y comparar las metodologías más usadas para la inspección de estructuras de concreto reforzado, post-evento, siendo esta de suma importancia y utilidad para la evaluación y cuantificación de daños post-sismo. Por tales motivos, el autor establece que es necesario conocer y aplicar una metodología de evaluación rápida de estructuras que adopte y adapte las condiciones del entorno con el fin de evaluar los daños en las edificaciones afectadas por sismos. Esta investigación fue de gran aporte, ya que derivó guías para la inspección de estructuras post-sismo.

La elaboración de procedimientos rápidos para identificar, inventariar, clasificar las estructuras de acuerdo a indicadores visuales de riesgo sísmico, puede ser usado por diseñadores

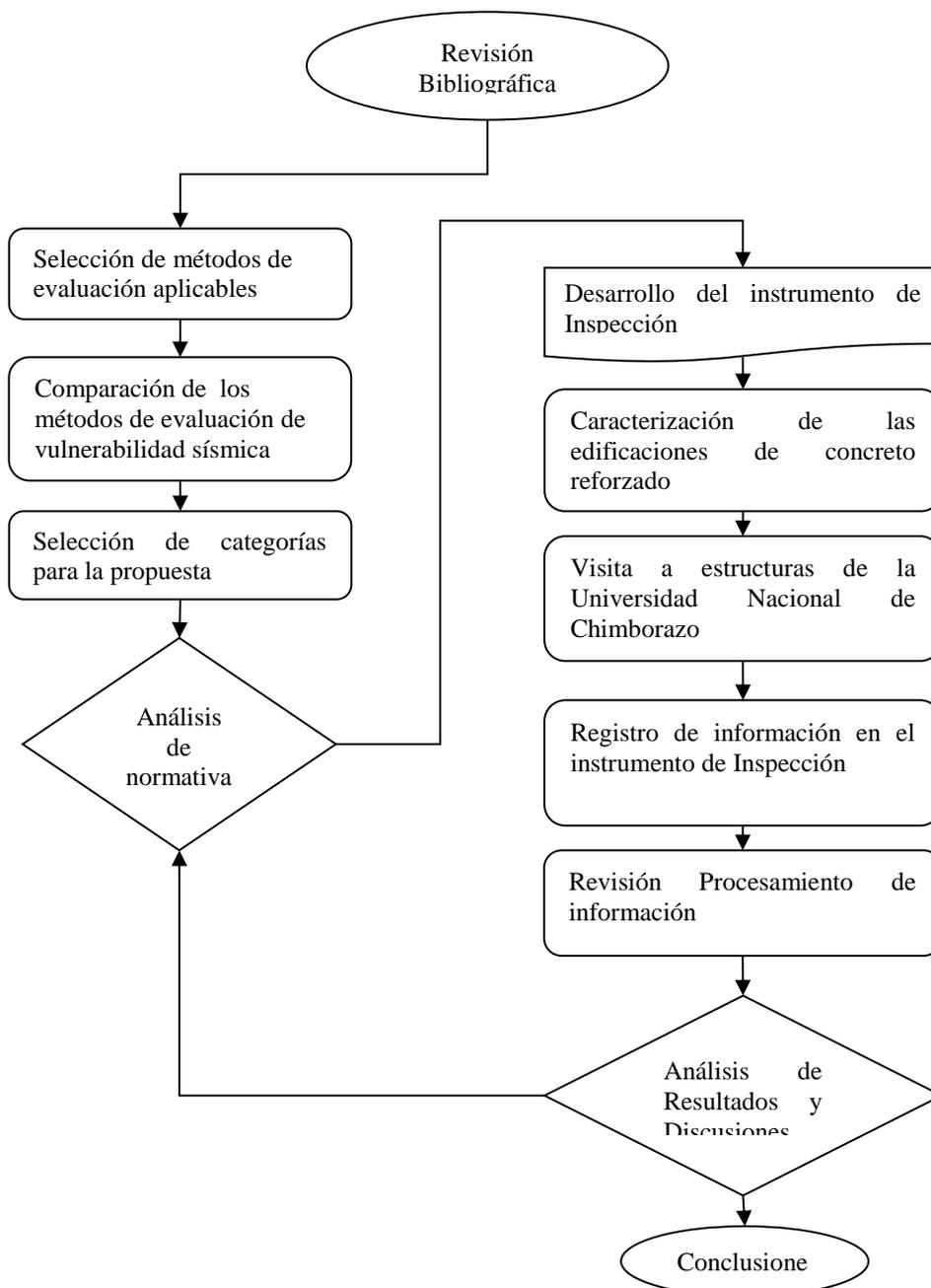
constructores, inspectores, estudiantes de ingeniería u otros acorde al conocimiento técnico de la construcción civil (Vallejo, 2016).

La contribución de este trabajo será la inspección estructural acoplando diferentes modelos de evaluación y normas que garantizarán la fiabilidad del instrumento y procesamiento de información, además de la inclusión del modelo de inspección para viviendas creadas por el MIDUVI.

## 4. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. Tipo de estudio

Para el desarrollo de la investigación se presenta el siguiente esquema:



**Ilustración 1.** Esquema de la Metodología  
Elaborado por: Chimbo 2020

Luego de establecer el tipo de investigación a abordar, se partió de la revisión bibliográfica de artículos científicos, normativa y tesis de pregrado, con la finalidad de facilitar al lector la comprensión y conocimiento de algunos conceptos técnicos y antecedentes de las metodologías empleadas.

Para el desarrollo del instrumento de inspección se incorporó métodos extranjeros y nacionales, tales como el Grupo Nacional de Defensa para los Terremotos, Italia (GNDT), método para la Determinación de la Vulnerabilidad Estructural de Edificaciones (Método Japonés, HIROSAWA) e Índice de Vulnerabilidad del Método de Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) u otros que sean apropiados, utilizando matrices de comparación con el fin de seleccionar categorías que vayan acorde a nuestra situación en el área de la construcción informal y errores técnicos de profesionales en el área.

Del análisis realizado a cada una de las metodologías abordadas por nuestra investigación y tomando como referencia el estudio realizado de los errores presentes en las edificaciones colapsadas en el Cantón Portoviejo- Ecuador, se incorporó de estos, los siguientes parámetros para nuestro instrumento de inspección que se detallan a continuación.

**Tabla 1.** Identificación de problemas estructurales

---

### **IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES**

---

**Longitud de la edificación:**

Longitud extensa, posibilidad de daños severos debido a las ondas que se originan ante la presencia de un movimiento sísmico, por lo tanto, mientras mayor sea la longitud mayor será el daño recibido. La NEC recomienda que la relación larga/ancho no sea mayor a 4 y ninguna exceda los 30 metros.

---

---

<b>Geometría y disposición de elementos estructurales en planta</b>	Construcciones en las que existen más esfuerzo que en otros, diseños en planta de manera compleja, como U, L, T, H, O, cruz; por lo que existen lugares en los cuales los ángulos de quiebre soportan mayor peso
<b>Retrosesos excesivos en las esquinas</b>	La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante
<b>Discontinuidades en el sistema de piso</b>	Irregularidad en elevación cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.
<b>Ejes estructurales no paralelos</b>	Una estructura es considerada irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o tienen simetría en relación a los ejes ortogonales principales de la estructura.
<b>Piso flexible</b>	La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80% del promedio de la

---

---

	rigidez lateral de los tres pisos superiores
<b>Distribución de masa</b>	La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior
<b>Irregularidad geométrica</b>	La estructura se considera irregular cuando la dimensión planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.
<b>Excesiva flexibilidad estructural</b>	La excesiva flexibilidad se define como la susceptibilidad a sufrir grandes deformaciones laterales. La limitaremos de manera que pueda identificarse esta por distancia entre claros o luces, alturas libres, y rigidez de los elementos.
<b>Distancia de separación entre edificios</b>	Considerando lo anterior la longitud excesiva de edificios en la partición de la estructura en bloques permiten el adecuado movimiento y cada bloque sin peligro de golpeteo o choque entre los diferentes cuerpos o bloques que componen la edificación.

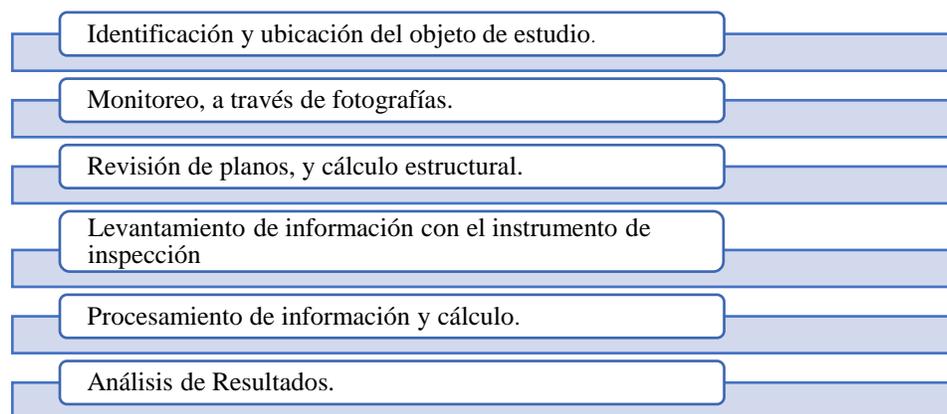
---

**Fuente:**(NEC-15, 2015) -(Método Japonés, HIROSAWA).

#### 4.2. Procedimiento de actividades para el levantamiento de información.

Para el levantamiento de información se analizó edificaciones de concreto reforzado de la Universidad Nacional de Chimborazo, muestra representativa de nuestra investigación, en el cual, primero se procedió con la sociabilización y la entrevista al departamento de infraestructura en favor del ítem #5. Consecuentemente se tomó los datos en campo de cada una de las edificaciones considerando, si estas presentaban fallas de tipo estructural o irregularidades en su construcción para proceder con el análisis de información y el respectivo cálculo de cada uno de los demás ítems.

Debido a lo mencionado se establece a continuación una secuencia de actividades que servirán para el levantamiento de información en cualquier área o ubicación geográfica.



**Ilustración 2.** Secuencia de actividades para el levantamiento información.

**Elaborado por:** Chimbo 2020

### 4.3. Población y Muestra

#### 4.3.1. Población

Para el desarrollo de la presente investigación, se tomará como población las edificaciones de concreto reforzado de la Universidad Nacional de Chimborazo, área de influencia correspondiente a la ciudad Riobamba.

#### 4.3.2. Muestra

La muestra de nuestra investigación está orientada en las edificaciones de concreto reforzado de la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte, para lo cual se utilizó la fórmula estadística de selección de muestras finitas dando como resultado 14 bloques de una población de 17.

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + (Z^2 \times p \times q)}$$

Z= 1,65 (nivel de confianza)

p= 50 % (probabilidad a favor)

q= 50 % (probabilidad en contra)

e= 10% (error máximo permisible)

N=17 (población)

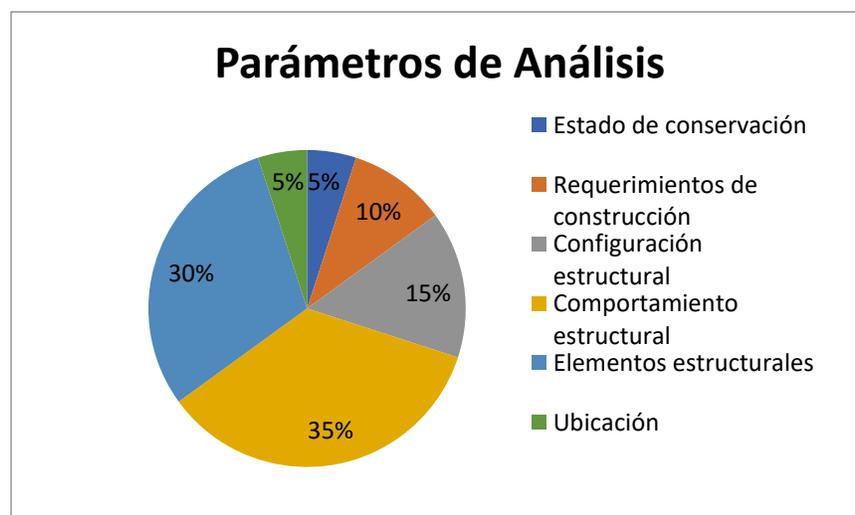
$$n = \frac{1,65^2 \times 17 \times 0,5 \times 0,5}{0,1^2 \times (17 - 1) + (1,65 \times 0,5 \times 0,5)}$$

$$n = 13,76 \approx 14 \text{ bloques}$$

#### 4.4. Incorporación del Factor de Incidencia (FI)

La base de datos tomadas de las 40 edificaciones que colapsaron en el terremoto de Abril del 2016, se evidencio diferentes tipos de patologías estructurales, entre ellas el daño con mayor proporción fue; efecto de columna corta, losa plana, discontinuidad de elementos estructurales, deficiente confinamiento en juntas y viga fuerte- columna débil. A partir de estos estudios se realizó la agrupación de problemas estructurales por categorías dando como resultado 6 parámetros de análisis representados en diferentes porcentajes 1) Estado de conservación; con un 5%, 2) Requerimientos de construcción; 10%, 3) Configuración estructural; 15%, 4) Comportamiento estructural; 35%, 5) Elementos estructurales; 30% y 6) Ubicación; 5%, agrupando dentro de estas acorde al tipo, comportamiento y ubicación, las cuales nos proveen la influencia e importancia de un tópico sobre otro. Por tal motivo se realizó una adaptación a la propuesta con los porcentajes obtenidos a partir del estudio.

La siguiente tabla nos proporciona información resumida de las patologías que influyeron en el colapso de las estructuras de Manabí.



**Grafica 1.** Incidencia de parámetros de análisis en el terremoto Portoviejo del 2016  
**Fuente:** (Aguiar, 2016)

#### 4.5. Parámetros de valoración

Para el establecimiento de los parámetros de valoración, fue necesario tomar en consideración los sistemas de calificación de las metodologías utilizadas como es el método italiano, que consta de 11 parámetros calificándolo en 3 rangos de vulnerabilidad, el método japonés que califica 3 factores; comportamiento estructural, configuración estructural, y deterioro basada en cuantificación del índice de resistencia provista, y la Secretaria Nacional de Riesgos con 10 parámetros calificados de forma directa en tres rangos de vulnerabilidad, tomando de esta, la primera metodología y la escala de Likert de tres niveles como la más adecuada para el proceso de calificación de nuestra propuesta.

Así mismo, para la aplicación del método y la calificación, se establece la tabla de inspección con parámetros en rango de calificación en diferentes puntos, donde se pueda eliminar en lo posible la incertidumbre con respecto a los resultados que presente.

Como medida de prevención de la integridad de la edificación, se presenta 3 condiciones de nivel de riesgo. Que indica culminación de la inspección o posterior procedimiento de las características expresadas en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Parámetros de valoración por nivel de incumplimiento de normativa

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Alta	Necesita evaluación estructural
Media	Necesita inspección más detallada
Baja	Inspección certificada

**Elaborado por:** Darío Chimbo

#### 4.6. Aplicación del método italiano del índice de vulnerabilidad sísmica, bloque A segmento central.

##### 4.6.1. Organización del Sistema Resistente

###### i) Sistema Resistente

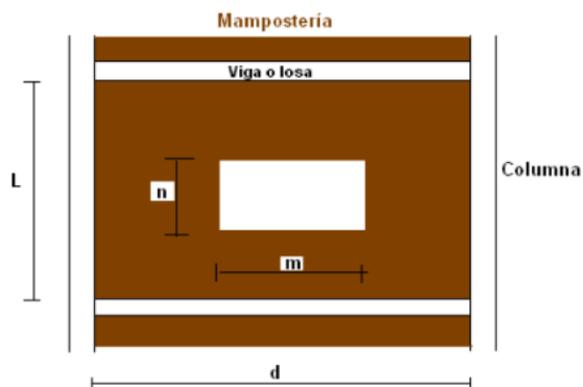
**CLASE A:** Muros de corte con una buena densidad de muros y con un número de ejes resistentes mayor a 4 y ladrillos sólidos y muy bien confinados

**CLASE B:** Pórticos de hormigón, sin muros de corte que no cumplan con los requisitos de la clase A

**CLASE C:** Edificios que no califican en A y B

**Observación:** El segmento central del bloque A está formado por pórticos de hormigón con paredes de ladrillo confinados, valorándola como clase A.

###### ii) Huecos en Paneles



**Ilustración 3.** Nomenclatura de huecos en paneles.

**Fuente:** (Aguiar & Bolaños, 2006)

###### Datos

L=	2,95	m
d=	8,15	m
n=	2,25	m
m=	4,75	m

**CLASE A:**  $m \cdot n \leq 0,3 L \cdot d$

$$2,25 \times 4,75 \leq 0,3 \times 2,95 \times 8,15$$

$$10,69 \leq 7,21$$

**CLASE B:**  $m \cdot n \leq 0,6 L \cdot d$

$$2,25 \times 4,75 \leq 0,6 \times 2,95 \times 8,15$$

$$10,69 \leq 14,43$$

**CLASE C:** Edificios que no califican en A y B

**Observación:** Los huecos en paneles superan el 30% pero no excede el 60% de la dimensión del panel por lo que se valora este ítem como clase B.

### iii) Relación Altura - espesor de mampostería

**Descripción:**

L= altura de entrepiso [m]

b= espesor de mampostería [m]

**CLASE A:**  $L/b \leq 20$

$$2,95/0,15 \leq 20$$

$$19,67 \leq 20$$

**CLASE B:**  $L/b \leq 30$

$$2,95/0,15 \leq 30$$

$$19,67 \leq 30$$

**CLASE C:** Edificios que no califican en A y B

**Observación:** La relación altura espesor no supera el valor de 20 por lo que se valora este ítem como clase A

### iv) Separación entre mampostería y viga superior

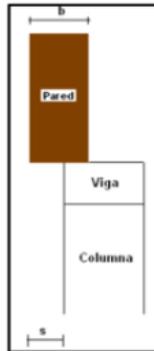
**CLASE A:** Separación menor a 1 cm

**CLASE B:** Separación entre 1 a 3 cm

**CLASE C:** Edificios que no califican en A y B

**Observación:** La separación entre la mampostería y la viga superior es menor a 1 cm que corresponde a la clase A

v) **Mampostería que sobresale al filo extremo del pórtico**



**Ilustración 4.** Saliente  $s$  entre la mampostería y el pórtico  
**Fuente:** (Aguilar & Bolaños, 2006)

**Descripción**

$s$  = saliente entre mampostería y viga [m]

$b$  = espesor de mampostería [m]

**CLASE A:**  $s \leq 0,2 * b$

$0 < 0,2 \times 0,15$

$0 < 0,03$

**CLASE B:**  $s \leq 0,3 * b$

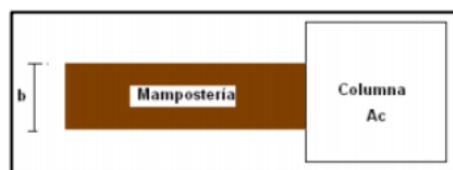
$0 < 0,3 \times 0,15$

$0 < 0,045$

**CLASE C:** Edificios que no califican en A y B

**Observación:** La mampostería no sobresale del pórtico  $s=0$  por lo tanto corresponde a la clase A

## vi) Confinamiento de mampostería



**Ilustración 5.** Descripción de nomenclatura.  
**Fuente:** (Aguiar & Bolaños, 2006)

### Descripción:

$ac$  = distancia de columna [cm]

$bc$  = distancia de columna [cm]

$b$  = espesor de mampostería [cm]

**CLASE A:**  $Ac \geq 25 * b$

$$2500 \geq 25 \times 15$$

$$2500 \geq 375$$

**CLASE B:**  $Ac \leq 20 * b$

$$2500 \geq 20 \times 15$$

$$2500 \geq 300$$

**CLASE C:** Edificios que no califican en A y B

**Observación:** El área de la columna tiene dimensiones superiores a las mínimas recomendadas por la metodología calificándola como clase A.

<b>1. RESUMEN DEL ÍTEM ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE</b>			
	<b>CLASE A</b>	<b>CLASE B</b>	<b>CLASE C</b>
<b>i</b>	no cumple	Cumple	no cumple
<b>ii</b>	no cumple	Cumple	no cumple
<b>iii</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>iv</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>v</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>vi</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>RESULTADO</b>	4	2	0

#### 4.6.2. Calidad del sistema resistente

##### i) Resistencia del Hormigón

**CLASE A:**  $f_c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$

**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:**  $f_c < 210 \text{ kg/cm}^2$

<b>RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ESCLERÓMETRO</b>		
	COLUMNA 1	COLUMNA 2
<b>R1</b>	310	310
<b>R2</b>	320	260
<b>R3</b>	280	310
<b>R4</b>	320	310
<b>R5</b>	310	340
<b>R6</b>	238	310
<b>R7</b>	320	320
<b>R8</b>	340	340
<b>R9</b>	320	280
<b>R10</b>	280	260
<b>Promedio</b>	303,8	304
<b>Total</b>	303,9	Kg/cm <sup>2</sup>

**Observación:** La resistencia del esclerómetro de dos columnas del edificio supero los 210 kg/cm<sup>2</sup> por lo tanto corresponde a la clase A.

##### ii) Presencia de zonas de hormiguero

**CLASE A:** No existe zonas de hormiguero

**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:** Existe zonas hormiguero

**Observación:** la edificación no presenta zonas de hormiguero por lo tanto pertenece a la clase A.

##### iii) Acero corrugado y visible

**CLASE A:** No es visible el acero de refuerzo

**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:** Es visible el acero de refuerzo

**Observación:** la edificación no posee zonas visibles de acero por lo tanto pertenece a la clase A.

**iv) Calidad de mampostería y mortero**

**CLASE A:** Calidad de mampostería y mortero de buena calidad

**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:** Calidad de mampostería y mortero en mal estado

**Observación:** mortero resistente al rayado y mampostería de buena calidad que lo califica como clase A.

**v) Mano de obra calificada**

**CLASE A:** Mano de obra calificada

**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:** Mano de obra no calificada

**Observación:** La edificación fue construida por personal calificado por lo que califica como clase A.

<b>2. RESUMEN DEL ÍTEM CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE</b>			
	<b>CLASE A</b>	<b>CLASE B</b>	<b>CLASE C</b>
<b>i</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>ii</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>iii</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>iv</b>	Cumple	no cumple	no cumple
<b>v</b>	Cumple	no cumple	no cumple
<b>RESULTADO</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### 4.6.3. Calidad de la Resistencia Convencional

#### Aceleración espectral

$$Sa = n * Z * Fa$$

$$Sa = 2,48 * 0,40 * 1,20$$

$$Sa = 1,19$$

#### Descripción:

n= Relación de amplificación espectral; 2,48 para provincias de la sierra, Esmeraldas y Galápagos.

Z= Factor de zona sísmica.

Fa = Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó.

#### Cortante Actuante

$$Vs = \frac{I * Sa * Ta}{R * \emptyset p * \emptyset e} * W$$

$$Vs = \frac{1,3 * 1,19 * 0,978}{8 * 1 * 1} * 1115,4631$$

$$Vs = 210,96 T$$

#### Descripción:

Ty= periodo de vibración en el eje y [s]

Tx= periodo de vibración en el eje x [s]

I= coeficiente de importancia.

Sa= espectro de respuesta elástico de aceleraciones.

W= carga sísmica reactiva [T]

R= factor de reducción de resistencia sísmica.

$\emptyset p$ = coeficiente de regularidad en planta.

$\emptyset e$ = coeficiente de regularidad en elevación.

#### Cortante Resistente

$$Vr = 0,14 * \lambda * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$Vr = 0,14 * 1 * \sqrt{303,9} * 85 * 85$$

$$Vr = 17633,204 * 16$$

$$Vr = 282131,27 \text{ kg}$$

$$Vr = 282,13 \text{ T}$$

Descripción:

$\lambda$  = el valor de 1,0 para concreto normal

$f'c$ = resistencia al concreto del hormigón [ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ]

$ac$ = dimensión de columna [cm]

$bc$ = dimensión de columna [cm]

# Columnas= 16

**Relación entre el cortante resistente y el cortante actuante**

$$\alpha = \frac{Vr}{Vs}$$

$$\alpha = \frac{282,13}{210,96}$$

$$\alpha = 1,35$$

**CLASE A:**  $\alpha \geq 1,5$

**CLASE B:**  $0,7 \leq \alpha \leq 1,5$

**CLASE C:**  $\alpha \leq 0,7$

**Observación:** la relación entre el cortante resistente y el cortante actuante es  $< 1,5$  por lo califica como clase B.

#### 4.6.4. Posición del edificio y cimentación.

**CLASE A:** Suelo duro y topografía plana y su valor será  $K= 0$ ; terreno de dureza intermedia con pendiente menor al 15% y  $K>0$ ; Suelo rocoso con pendiente  $> 30\%$

**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:** Suelo Tipo S2 con pendiente  $>30\%$  o terreno S1 con pendiente  $>60\%$ .

**Observación:** la edificación está cimentada sobre suelo tipo S3, según el “Mapa de Zonificación Sísmica de los Suelos de la ciudad de Riobamba (2007), ya que cumple con las características del perfil del suelo S3, del INEN CPE 5: 2001.

#### 4.6.5 Losas

Datos	X	Y
Área losa	16,8	16,8
Área de abertura	4,75	5,29
Resultados	Porcentaje	
282,24	m2	100%
25,1275	m2	8,9%

**CLASE A:** Losa rígida y bien conectada a elementos resistentes verticales; área de aberturas < 30% de área total de losa

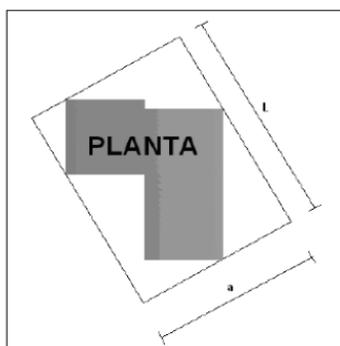
**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:** Losa poco rígida y mal conectada a elementos resistentes, área de aberturas >50%.

**Observación:** el área de la abertura de las gradas no supera el 30 % del total por lo que se la califica como clase A con un 8,9% del total de aberturas.

#### 4.6.6 Configuración en planta

##### i) Relación lado menor y lado mayor



**Ilustración 6.** Relación lado menor y lado mayor del rectángulo que circunscribe a la planta

**Fuente:** (Aguiar & Bolaños, 2006)

$$\delta_1 = a/L$$

$$\delta_1 = 18,3/28,3$$

$$\delta_1 = 0,64$$

**Descripción:**

a= lado menor del rectángulo que circunscribe a la planta [m]

L= lado mayor del rectángulo que circunscribe a la planta [m]

**ii) Relación entre centro de masas y centro de rigideces**

$$\delta_2 = ex/dm$$

$$\delta_2 = 1,25/16,8$$

$$\delta_2 = 0,07$$

**Descripción:**

e= excentricidad en x o y [m]

dm= lado menor del edificio [m]

**iii) Relación entre la longitud del volado y la longitud total en dirección del volado**

$$\delta_3 = \Delta d/d$$

$$\delta_3 = 0/16,8$$

$$\delta_3 = 0,0$$

**Descripción:**

$\Delta d$ = Longitud del volado [m]

d= longitud total en dirección del volado [m]

**CLASE A:**  $\delta_1 > 0,4$ ;  $\delta_2 < 0,2$ ;  $\delta_3 < 0,3$

**CLASE B:** Edificios que no califican en A y C

**CLASE C:**  $\delta_1 < 0,2$ ;  $\delta_2 > 0,4$ ;  $\delta_3 > 0,2$

**Observación:** los índices correspondientes a los ítems de configuración en planta corresponden a la condición de la clase A.

#### 4.6.7 Configuración en elevación

**i) Relación T/H**

$$T/H = 2,95/10,80$$

$$T/H = 0,273$$

**Descripción:**

H=Altura de la edificación [m]

T=Altura de entrepiso [m]

**CLASE A:**  $0,9 \leq T/H \leq 0,1$

**CLASE B:** Edificio que no clasifica como A y C

**CLASE C:**  $0,1 \leq T/H \leq 0,3$ ;  $0,7 \leq T/H \leq 0,9$ ;  $0,3 \leq T/H \leq 0,7$

**Observación:** la relación entre la altura de la edificación y la altura de entrepiso está dentro de la clase C con un valor de 0,273.

**ii) Altura de entrepiso h1 igual a todos los pisos**

Altura de entrepiso: 2,95 m (T)

$$T_1 = T_2 = T_3$$

$$2,95 = 2,95 = 2,95$$

**CLASE A:** altura de entrepiso equivalente

**CLASE B:** Edificio que no clasifica como A y C

**CLASE C:** altura de entrepiso superior a 4,5m (mezzanine)

**Observación:** la altura de entrepiso son equivalentes por lo que se le califica como clase A.

**iii) Distribución de peso en cada piso**

Peso de la edificación: 1115,4631 kg

Número de pisos: 3

Peso por piso: 371,82 kg

**CLASE A:** Peso de entrepisos iguales

**CLASE B:** Edificio que no clasifica como A y C

**CLASE C:** Edificios con aumento de masa en pisos superiores al 20%.

**Observación:** La edificación no posee aumentos de masa sustanciales en pisos superiores debido a su simetría en elevación por lo que podemos calificarla como clase A.

#### 4.6.8 Conexión de elementos críticos

##### i) conexión viga columna

$$b_v \leq 0.75 b_c$$

$$40 \leq 0.75 * 50$$

$$40 \leq 37,5$$

##### Descripción:

$b_c$  = ancho de columna [cm]

$b_v$  = ancho de viga [cm]

**CLASE A:**  $b_v \leq 0.75 b_c$

**CLASE B:**  $b_v \geq 0.75 b_c$

**CLASE C:** Edificio que no clasifica como A y B

**Observación:** el ancho de viga es mayor que el 75% del ancho de la columna por lo que corresponde a la clase B.

##### ii) Dimensión mínima de columna

##### Datos:

$a_c = 50$  cm

$b_c = 50$  cm

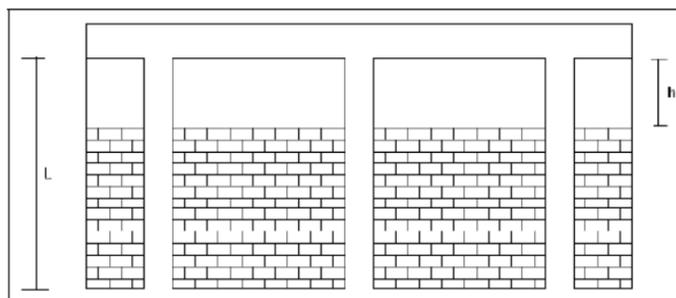
**CLASE A:**  $b_c > 30$  cm

**CLASE B:**  $25 > b_c < 30$  cm

**CLASE C:**  $b_c < 25$  cm

**Observación:** las dimensiones de las columnas son superiores a los 30 cm que indica la metodología por lo tanto pertenece a la clase A.

#### 4.6.9 Elementos de baja ductilidad



**Ilustración 7.** Efecto de columna corta

**Fuente:** (Aguilar & Bolaños, 2006)

$L=2,95$  m

$h=0$  m

**CLASE A:** No posee elementos cortos

**CLASE B:**  $(L/4 < h < L/2)$  o  $(L/2 < h < 2 - L/3)$

**CLASE C:**  $h < L/4$

**Observación:** la edificación no posee elementos cortos, ya que las ventanas tienen grandes dimensiones y no restringen el movimiento de la columna dada la condición que indica la metodología, por lo que pertenece este ítem a la clase A.

#### 4.6.10 Elementos no estructurales

**CLASE A:** Elementos externos estables o anclados de manera eficiente

**CLASE B:** Elementos externos estables o anclados de manera poco fiable.

**CLASE C:** Elementos inestables y mal conectados.

**Observación:** los elementos no estructurales como ventanas, puertas, barandas están conectados de manera eficiente por lo que pertenece a la clase A.

#### 4.6.11 Estado de conservación

**CLASE A:** Edificios cuyas vigas, columnas, losas y mampostería no estén fisuradas.

**CLASE B:** Edificios que no son Clase A y C.

**CLASE C:** Elementos fisurados

**Observación:** la edificación no posee fisuras en vigas, columnas, losas pero se observa en la mampostería fisuras pequeñas por lo que se determina que pertenece a la clase A.

**Tabla 3.** Resumen de la aplicación del Método Italiano en el bloque A segmento central de Ingeniería

<b>Aplicación del método Italiano en el bloque A segmento Central</b>				
<b>Nombre del edificio: Bloque A</b>				
Parámetro	Clase	Valor	Wi	Total
1) Organización del Sistema Resistente	A	0	1,00	0
2) Calidad del sistema resistente	A	0	0,50	0
3) Calidad de la Resistencia Convencional	C	11	1,00	11
4) Posición del edificio y cimentación	A	0	0,50	0
5) Losas	A	0	1,00	0
6) Configuración en planta	A	0	0,50	0
7) Configuración en elevación	A	0	1,00	0
8) Conexión de elementos críticos	A	0	0,75	0
9) Elementos de baja ductilidad	A	0	1,00	0
10) Elementos no estructurales	A	0	0,25	0
11) Estado de conservación	A	0	1,00	0
<b>Total</b>				11
<b>Vulnerabilidad</b>				Baja

**Fuente:** (Aguiar & Bolaños, 2006)

$$IV = \sum_{i=1}^{11} Ki Wi$$

$$IV = 11$$

#### Rango de calificación según el método Italiano

0-30 Seguras

31-61 Medianamente Vulnerables

>61 Altamente Vulnerables

Los resultados obtenidos a partir de la fórmula aplicada de la metodología en el bloque central, se pudieron evidenciar luces de 8,18 m que contribuyen a una deficiente calidad de resistencia convencional obteniendo así un valor de 11. Pese al resultado obtenido de la evaluación esta, indica que la edificación se encuentra en el rango de segura.

#### 4.7. Aplicación de la propuesta del Instrumento de Inspección



**Ilustración 8.** Aplicación del instrumento de inspección en el bloque A de Ingeniería.

##### 4.7.1. Daño por desastre o tipología anterior con consecuencia para la estructura

Para conocer los antecedentes de la estructura es necesario saber si esta contiene fisuras o daños por anteriores sucesos, esto nos da como resultado el estado o un nivel de daño al que está sujeta la estructura y la probabilidad de esta de superar un evento natural.

- a) Ninguno o Estructura reforzada
- b) Daños por Incendio o Inundación
- c) Daño por sismo

**Observación:** la edificación no tiene daños o antecedentes de reforzamientos, sufridos a partir de su construcción, por lo que se le atribuye la calificación de A.

##### 4.7.2. Requerimientos de construcción

En el apartado lo que busca es tener una lectura completa del método de diseño utilizado para entender el comportamiento de la estructura y conjuntamente con los planos dar una clara visión del sistema en conjunto.

- a) Planos y Memoria
- b) Planos
- c) Ninguno

**Observación:** el bloque A fue construido con asesoría técnica en el área por lo cual cuenta con planos y memoria técnica, por lo que adquiere la calificación de A.

#### 4.7.3. Configuración sísmica

Un modelo regular simple permite una mejor adaptación entre sus componentes estructurales, esta categoría contiene ítems de irregularidad en planta y elevación que están sujetos a evitar concentraciones de esfuerzos en determinados pisos con respecto a los demás.

##### 4.7.3.1. Relación longitud/ancho del edificio (NEC & MIDUVI, 2015)

$$L = 28 \text{ m}$$

$$H = 18,5 \text{ m}$$

$$\frac{28}{18,5} < 4$$

$$1,51 < 4$$

- a)  $L/H < 4$
- b)  $L/H > 4$  juntas  $\leq 2,5$  cm
- c)  $L/H > 4$  sin juntas

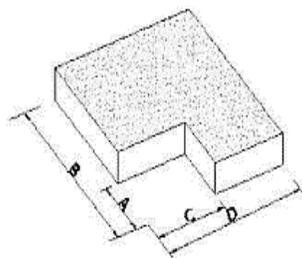
Dónde:

L= longitud de la edificación [m].

H= ancho de la edificación [m].

**Observación:** el segmento central del bloque A tiene una configuración cuadrada, pero sus elementos estructurales circunscriben a la planta, por lo cual se tomó como longitud a los extremos del rombo dando como resultado la relación longitud – ancho, inferior al valor de 4, por lo que obtiene la calificación de A.

#### 4.7.3.2. Retroceso en esquina (NEC & MIDUVI, 2015)



Datos:

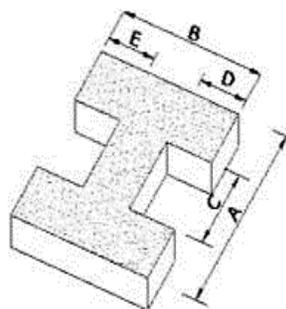
$$B = 16,8 \text{ m}; \quad A = 0 \text{ m}$$

$$D = 16,8 \text{ m}; \quad C = 0 \text{ m}$$

- $A < 1,15 B$  y  $C < 1,15 B$  o no tiene entrantes
- $A < 1,15 B$  y  $C > 1,15 B$
- $A > 1,15 B$  y  $C > 1,15 B$

**Observación:** el segmento del bloque A no contiene retrocesos obteniendo así, la calificación de A.

#### 4.7.3.3. Entrantes o Huecos (NEC & MIDUVI, 2015)



Datos:

$$B = 16,8 \text{ m}; \quad D = 0 \text{ m}; \quad E = 0 \text{ m}$$

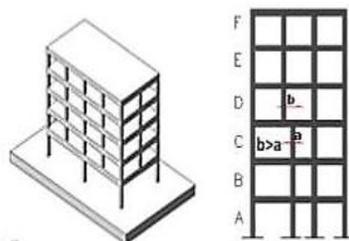
$$A = 16,8 \text{ m}; \quad C = 0 \text{ m}$$

- No tiene entrantes o huecos
- $C \times D + C \times E < 0,5 A \times B$

$$c) CxD + CxE > 0.5 AxB$$

**Observación:** debido a la regularidad de la edificación, esta no posee entrantes o huecos por lo tanto la calificación corresponde a A.

#### 4.7.3.4. Eje vertical discontinuo (NEC & MIDUVI, 2015)



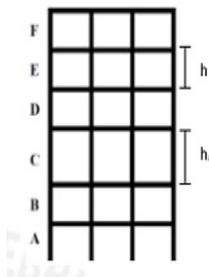
**a=** distancia entre ejes de columnas

**b=** distancia 2 con respecto a la distancia a

- $a = b$  Existe continuidad de elementos
- $a > b$  en el 25% de pisos superiores
- $a > b$  en el 50% de pisos superiores

**Observación:** los elementos estructurales tienen continuidad en todos los niveles por lo tanto se la califica como clase A.

#### 4.7.3.5. Altura de entre piso (NEC & MIDUVI, 2015)

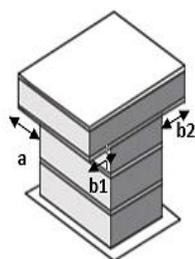


$$h = 2,95 \text{ m}$$

- a) Misma elevación
- b)  $h_1 > h_2$  piso intermedio
- c)  $h_1 > h_2$  planta baja

**Observación:** la elevación de los tres pisos adyacentes son equivalentes, teniendo así una calificación de A.

#### 4.7.3.6. Volado lateral (NEC-SE-RE, 2015)



- a) No tiene volados
- b) Volados  $0,00 < a_1$  o  $b_1 \leq 2,0$
- c) volados  $a_1$  o  $b_1 > 2,0$

**Observación:** la elevación de los tres pisos adyacentes son equivalentes, teniendo así una calificación de A.

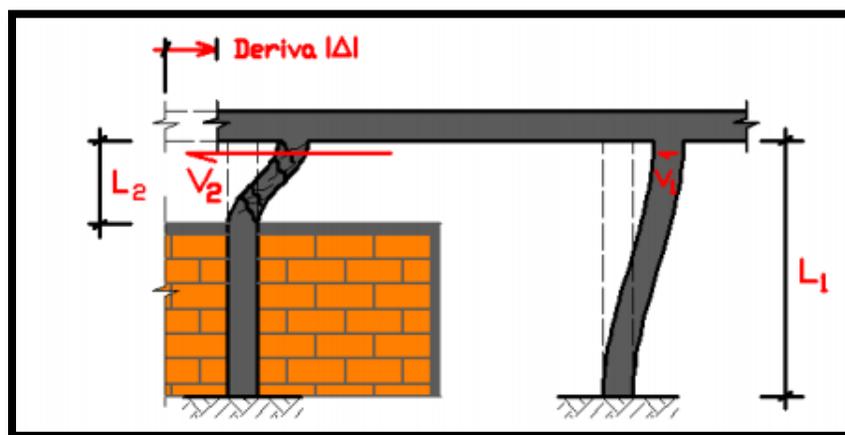
#### 4.7.4. Comportamiento estructural

Para un adecuado desempeño sísmico además de su regularidad es importante tomar en cuenta las últimas investigaciones sobre el efecto que tienen algunos elementos sobre otros en la edificación, como la mampostería y escaleras siendo estas, la causa menos favorable para un buen comportamiento sísmico.

##### 4.7.4.1. Ductilidad de elementos (Beauperthuy & Urich, 2017)

La columna corta va acompañada de una modificación global de la distribución de tensiones y deformaciones de los distintos componentes de la edificación en el entrepiso en

donde esta actúa. En ocasiones se da en fachadas con ventanas aumentando la concentración de tensiones sobre ciertas columnas, mientras el resto no trabaja en la misma intensidad, expresando así las siguientes condiciones, que Si cumple con el  $\leq 25\%$  de columnas cortas del total del entrepiso en donde esta actúa, se puede llegar a poseer una vulnerabilidad media, mientras que si supera el 25% de columnas cortas de entrepiso esta puede llegar al colapso total o parcial de la edificación (Beauperthuy & Urich, 2017).



**Ilustración 9.** Concentración de tensiones (efecto de columna corta)  
Fuente: (Beauperthuy & Urich, 2017)

### Condición

$(3/4L1 > L2)$  o  $(L2 > 1/4L1)$  Efecto de columna corta

$3/4 (2,95) > 2,25$

$2,21 > 2,25$  **No Cumple**

$L1$ = longitud de entrepiso [m]

$L2$ = longitud libre de columna [m]

- a) No existe efecto de columna corta
- b)  $\leq 25\%$  de las columnas
- c)  $> 25\%$  de columnas

**Observación:** el segmento central del bloque A tiene 16 columnas las cuales no cumplen con la siguiente condición ( $3/4L1 > L2$ ) o ( $L2 > 1/4L1$ ) por lo que se descarta el efecto de columna corta.

#### 4.7.4.2. Excentricidad (NEC-SE-DS, 2015)

Para el cálculo de la excentricidad de entrepiso se utilizó el método estático (ME), que es una alternativa simplificada para el análisis del comportamiento de estructuras regulares e irregulares, mediante el cálculo de las coordenadas del centro de rigidez y el centro de masas, utilizando para ello el programa de Excel. Ver Anexo 10

##### Centro de Rigideces:

$$XCR = 13,75 \text{ m} \quad YCR = 11,18 \text{ m}$$

##### Centro de Masas:

$$XCM = 15 \text{ m} \quad YCM = 12,12 \text{ m}$$

##### Excentricidad:

$$ex = XCM - XCR$$

$$ex = 15 - 13,75$$

$$ex = 1,25 \text{ m}$$

$$ey = YCM - YCR$$

$$ey = 12,12 - 11,18$$

$$ey = 0,94 \text{ m}$$

##### Condición:

$$ex = 1,25 \text{ m} < ex \text{ máx} = 1,40 \text{ m}$$

$$ey = 0,94 \text{ m} < ey \text{ máx} = 0,95 \text{ m}$$

- a)  $e < \text{al } 5\% \text{ en dirección } x, y$
- b)  $ex > 5\% \text{ } Dx$  o  $ey > 5\% \text{ de } Dy$
- c)  $ex > 5\% \text{ } Dx$  y  $ey > 5\% \text{ de } Dy$

**Observación:** la excentricidad obtenida a partir del programa Excel, es menor al 5% de la excentricidad máxima cumpliendo así la condición de la NEC y calificándola con un puntaje positivo en el correspondiente ítem.

#### 4.7.4.3. Derivas de Piso (Cevallos, 2017)

En la investigación realizada por (Dymiotis, Ch, et al., 1999), en el cual se estudió el comportamiento de la deriva de pórticos de concreto reforzado, menciona que los valores recomendados para que una estructura no llegue al colapso deben estar entre los límites del 2% al 6 %. Sin embargo (kappos, 1991) y (Visión 2000) indica que estos valores deben ser menores al 2% ya que las estructuras con derivas entre el 2% al 5,6 % tienen gran probabilidad de sufrir daños. Por otro lado según (Ghorobarah y El Attar, 1997), asocia la deriva del 3% a daños que pueden ser remediados y valores cercanos al 5,6% o más, provocan el colapso de la estructura.

Para el cálculo de las derivas de piso se utilizó el programa de Etabs donde se observa los siguientes resultados:

DENOMINACIÓN	SEGMENTO	DERIVA EJE X $\Delta_{xx}=0,75 \times R \times \Delta E$	DERIVA EJE Y $\Delta_{yy}=0,75 \times R \times \Delta E$
BLOQUE A	CENTRAL	$0,75*8*0,005582=$ 0,033 > <b>0,02</b>	$0,75*8*0,005185 =$ 0,031 > <b>0,02</b>

#### Dónde:

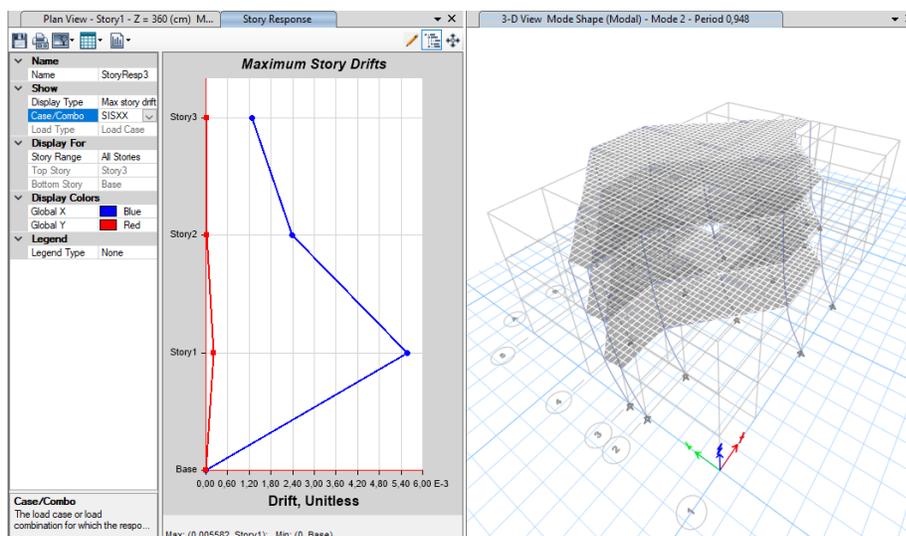
$\Delta_{xx}$  = Deriva inelástica

$\Delta E$  = Deriva Elástica

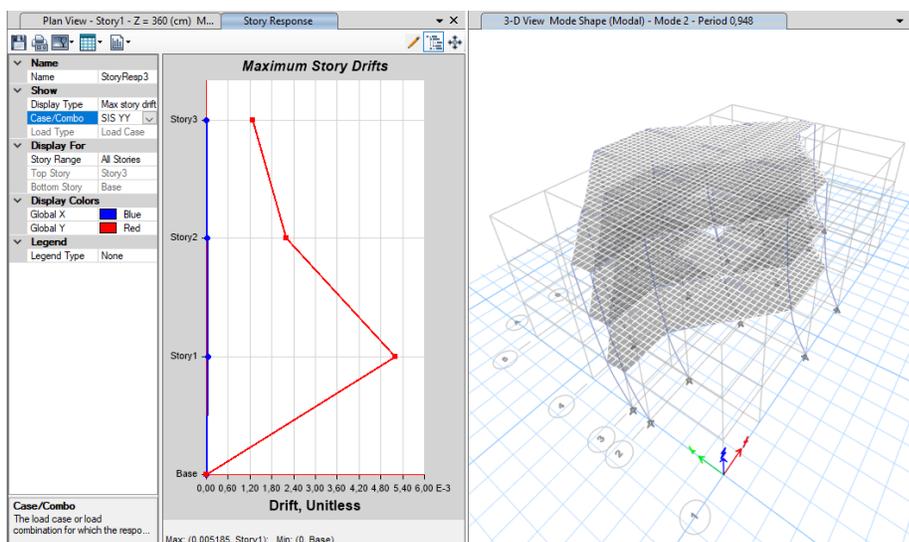
R = Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica

- $\Delta_i < 2\%$
- Derivas entre el  $2\% < \Delta_i < 5,6\%$
- Derivas  $> 5,6\%$

**Observación:** las derivas piso obtenidas en el software de ETABS 18 superan el 2% establecidas por la NEC, para estructuras de concreto reforzado, obteniendo así para el sentido X;  $\Delta_{xx} = 3,3\%$ , y el sentido Y;  $\Delta_{yy} = 3,1\%$ , ubicándola en la calificación B. Véase ilustración 10-11.



**Ilustración 10.** Deriva de piso en el eje X del Bloque A segmento central  
Elaborado por: Chimbo 2020



**Ilustración 11.** Deriva de piso en el eje Y del Bloque A segmento central  
Elaborado por: Chimbo 2020

#### 4.7.5. Conformación de los elementos estructurales

Para la configuración de los elementos estructurales se basó en las normativas ecuatorianas como la NEC 2015, quienes, por medio de estudios, detallan los requerimientos

mínimos que deben contemplarse en un diseño, basándonos en una inspección conforme a la observación de sus elementos, conexiones y dimensiones.

#### 4.7.5.1. Columna (NEC SE Vivienda, 2015)

Datos:

$ac = 50$  cm (dimensión de columna en x)

$bc = 50$  cm (dimensión de columna en y)

a) Edificación > a 2 pisos sección de columna  $\geq 30 \times 30$  cm, luz = 6 - 8 m

Edificación de 2 pisos sección  $\geq 25 \times 25$  cm, luz  $\leq 4$  m

Edificación de 1 piso sección  $\geq 20 \times 20$  cm, luz  $\leq 4$  m

b) Edificación > a 2 pisos sección  $< 30 \times 30$  cm, luz  $< 6$  m

Edificación de 2 pisos sección  $< 25 \times 25$  cm, luz  $< 4$  m

Edificación de 1 piso sección  $< 20 \times 20$  cm, luz  $< 4$  m

c) Edificación > a 2 pisos sección  $< 30 \times 30$  cm, luz  $> 6$  m

Edificación de 2 pisos sección  $< 25 \times 25$  cm, luz  $> 4$  m

Edificación de 1 piso sección  $< 20 \times 20$  cm, luz  $> 4$  m

Efecto de columna corta.

**Observación:** las condiciones presentadas por las columnas, las atribuyen a la calificación de A.

#### 4.7.5.2. Muros (NEC SE Vivienda, 2015)

$L = 2,95$  m (altura de mampostería)

$b = 0,15$  m (ancho de mampostería)

a) Relación altura espesor (mampostería  $L/b \leq 20$ ), no sobresale de la columna

b) Relación altura espesor (mampostería  $L/b \leq 20$ ), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor

c) Relación altura espesor (mampostería  $L/b \leq 30$ ), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor, concentración de masa pisos superiores.

**Observación:** la calificación del tópico es A, ya que cumple con la primera relación altura espesor.

#### 4.7.5.3. Vigas (NEC SE Vivienda, 2015)

Datos:

$av = 65$  cm (peralte de viga)

$bv = 40$  cm (ancho de viga)

Luz máxima del segmento central 8 m.

a) Edificación > a 2 pisos sección de viga  $\geq 25 \times 30$  cm, luz 6 - 8 m

Edificación de 2 pisos sección  $\geq 20 \times 20$  cm, luz  $\leq 4$  m

Edificación de 1 piso sección  $\geq 15 \times 20$  cm, luz  $\leq 4$  m

b) Edificación > a 2 pisos sección  $< 25 \times 30$  cm, luz  $< 6$  m

Edificación de 2 pisos sección  $< 20 \times 20$  cm, luz  $< 4$  m

Edificación de 1 piso sección  $< 15 \times 20$  cm, luz  $< 4$  m

c) Edificación > a 2 pisos sección  $< 25 \times 30$  cm, luz  $> 6$  m

Edificación de 2 pisos sección  $< 20 \times 20$  cm, luz  $> 4$  m

Edificación de 1 piso sección  $< 15 \times 20$  cm, luz  $> 4$  m

**Observación:** la luces de 8 m y las dimensiones de la viga cumplen con lo establecido en la primera, obteniendo la calificación de A.

#### 4.7.5.4. Losas (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016)

Datos:

Espesor de losa = 30 cm

a) Losa alivianada de 30 cm con luz 6 a 8 m sin fisuras

b) Losa alivianada de 30 cm con luz  $\geq 6$  m sin fisuras

c) Losa alivianada  $< 30$  cm con luz  $\geq 6$  m con fisuras

**Observación:** el bloque cumple con una luz máxima de 8 m y la losa alivianada de 30 cm establecido en el primer ítem, obteniendo la calificación de A.

#### 4.7.5.5. Nudos (NEC SE Vivienda, 2015)

Datos:

Dimensiones de viga = 40 x 65 cm

Dimensiones de columna = 50 x 50 cm

**Condición 1:**

$$b_v > \frac{3}{4} b_c$$

$$40 \geq \frac{3}{4} 50$$

$$40 > 37,5 \quad \text{Cumple}$$

**Condición 2:**

$$a_v > \frac{3}{4} a_c$$

$$65 \geq \frac{3}{4} 50$$

$$65 > 37,5 \quad \text{Cumple}$$

- a) Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga cubra al menos 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga no sea menor a 3/4 del ancho de la columna.
- b) Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga < 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga no sea menor a 3/4 del ancho de la columna.
- c) Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga < 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga < a 3/4 del ancho de la columna.

**Observación:** las dimensiones que deben tener la columna y viga para un buen funcionamiento del nudo cumplen satisfactoriamente en las 2 condiciones, obteniendo la calificación de A.

**4.7.5.6. Escaleras (Meza, 2012)**

- a) Descanso de escalera apoyada sobre viga, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central en planta de la edificación.
- b) Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte

central en planta de la edificación, para columnas de secciones diferentes la ubicación de las escaleras es diversa.

- c) Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra diversa, diseño de la escalera circular.

**Observación:** las escaleras están apoyadas sobre vigas, y está ubicada en el centro de la estructura en planta atribuyéndole la calificación de A.

#### 4.7.6. Peligro por zona sísmica y topografía del sitio.

La vulnerabilidad por zona ha tomado gran importancia, debido a que es objeto para realizar estudios de microzonificación, la cual algunas ciudades del Ecuador ya la poseen. Las áreas expuestas a los fenómenos de origen natural son parte de un amplio trabajo de la cartografía de riesgos a dos escalas: nacional y local, son precisos a la hora de analizar edificaciones, no solo por su localización sino por su ubicación con respecto a la topografía del lugar, siendo unas de ellas las laderas, que representan un alto riesgo de colapso para edificaciones asentadas en lugares no estratégicos.

##### 4.7.6.1. Zona sísmica (NEC-SE-HM, 2015)

**Tabla 4.** Zona Sísmica

ZONA SÍSMICA	I ___	II ___	III ___	IV ___	V ___	VI ___
<b>FACTOR Z</b>	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

**Fuente:** NEC-15, 2015

- a) Zona sísmica Tipo I  
 b) Zona sísmica Tipo II-III-IV-V  
 c) Zona sísmica Tipo VI

**Observación:** la mayoría de los sismos históricos ocurrieron en la Antigua Riobamba. No se tiene muchos datos de una microzonificación por lo que se utiliza el factor de la zona sísmica de la NEC ubicándola en la calificación de B.

**4.7.6.2. Pendiente** (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016)

Se calificará si esta no tiene ninguna obra civil de contención y si no es el caso se le considerara como categoría A.

- a) Pendiente entre 0% - 12%
- b) Pendiente entre 12% - 25%
- c) Pendiente entre 25% - 35%

**Observación:** los edificios de la universidad Nacional de Chimborazo campus Edison Riera están asentados sobre relleno, donde no presenta pendientes. Atribuyéndola una calificación de A.

**Tabla 5.** Resultado de la Inspección del segmento Central del Bloque A

<b>PUNTAJE DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES APORTICADAS DE CONCRETO REFORZADO.</b>				
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>LEVE</b>	<b>MODERAD O</b>	<b>SEVERO</b>	<b>FI</b>
<b>1. Daño por desastre o tipología</b>				
Sismo, inundación, incendio	-	-	-	<b>0,05</b>
<b>2. Requisitos de construcción</b>				
Memoria y Planos	-	-	-	<b>0,3</b>
<b>3. Configuración Estructural</b>				
Longitud/ancho	-	-	-	<b>0,03</b>
Retroceso de esquinas	-	-	-	<b>0,03</b>
Entrantes	-	-	-	<b>0,03</b>
Eje vertical discontinuo	-	-	-	<b>0,03</b>
Altura de entrepiso	-	-	-	<b>0,03</b>
Volado lateral	-	-	-	<b>0,03</b>
<b>4. Comportamiento Estructural</b>				
Ductilidad de elementos	-	-	-	<b>0,03</b>
Excentricidad	-	-	-	<b>0,03</b>
Derivas de Piso	-	<b><u>1</u></b>	-	<b>0,03</b>
<b>5. Elementos Estructurales</b>				
Columnas	-	-	-	<b>0,05</b>
Muros	-	-	-	<b>0,05</b>
Vigas	-	<b><u>1</u></b>	-	<b>0,05</b>
Losas	-	-	-	<b>0,05</b>
Nudos	-	-	-	<b>0,05</b>
Escaleras	-	-	-	<b>0,05</b>
<b>6. Ubicación</b>				
Zona sísmica	-	<b><u>1</u></b>	-	<b>0,03</b>
Ladera	-	-	-	<b>0,03</b>
<b>SUMATORIA</b>				
<b>Ponderación del método de inspección simplificada</b>	Seguras	0 – 0,47		Total M x IF
	Medianamente Vulnerables	0,48 - 0,95		
	Vulnerables			
	Altamente Vulnerables	0,96 – 1,9		
		<b>0,19</b>		

**Elaborado por:** Chimbo 2020

**Nota:** Una vez obtenido las inspecciones con sus respectivas calificaciones en el ítem que corresponda, esta se multiplica por un factor de incidencia (FI). Los resultados se miden en tres niveles de inseguridad; Bajo, Medio y Alto, que nos indican si la edificación debe ser evaluada mediante la aplicación de ensayos y análisis de comportamiento dinámico.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Por medio del trabajo realizado se determinó la unificación de métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica y adaptación a nuestro sistema constructivo, con el fin de aplicar una inspección técnica aproximada a edificaciones de concreto reforzado.

### 4.1. Análisis de los resultados

La aplicación del método propuesto brinda una clara concepción de las patologías que poseen las estructuras a estudiar, permitiendo la verificación del sistema estructural y su posible comportamiento, tomando en consideración una sumatoria de puntajes con respecto a las irregularidades que la misma presenta.

A continuación, se establecen los diferentes métodos utilizados para la inspección en obra:

#### 4.1.1. Método Italiano

El método italiano es conocido por la precisión del cálculo que se da con respecto a al índice de vulnerabilidad y que fue adaptando al sistema constructivo del Ecuador gracias a los estudios realizados por el Ing. Roberto Aguiar en el 2018, pese a esto en el modelo no se añaden cálculos sustanciales como la excentricidad y derivas de piso por lo que ha sido necesario incorporar a nuestra propuesta estos ítems. El método evalúa un total de 12 parámetros calificados entre 0 a 30 como edificaciones seguras, 31 a 61 medianamente seguras y mayores a 61 son vulnerables. De esta, en el siguiente estudio se tomó un 77% del Método Italiano tomando en cuenta la adaptación a la NEC y el MIDUVI de parámetros aplicados al modelo de inspección simplificada eliminando la restante debido a su apreciación subjetiva, que corresponde al 23 %. Ver Anexo 1.

#### **4.1.2. Método Japonés.**

Para la aplicación del método japonés se seguirán las directrices mostradas a continuación:

El método contiene tres niveles de evaluación basados en el índice de la resistencia provista por el edificio que va desde lo simple a lo detallado, en esta se evalúa el comportamiento estructural, configuración estructural y deterioro de la edificación.

La propuesta fue analizada con el método japonés tomando en consideración el deterioro de la construcción como la parte descartable con un porcentaje 43.33%, debido a que esta se encuentra enmarcada en el modelo de evaluación estructural detallada por medio ensayos y análisis de grietas, fue por esto que se analizó y se tomó el comportamiento y configuración estructural como parte fundamental para la propuesta con un equivalente del 56.67%, ver Anexo 3.

#### **4.1.3. Método de la Secretaria Nacional de Riesgos.**

Uno de los objetivos de la metodología es identificar que sección de la edificación existente será susceptible a sufrir daños en uno de sus componentes, pero debido a su valoración poco precisa por la subjetividad del método se llegó a analizar y obtener un 40 % de parámetros aceptables y descartando de la propuesta un 60%. Ver Anexo 5.

#### **4.1.4. Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de la NEC 2015.**

Es importante recordar que para la correcta aplicación de las normas en la inspección de edificaciones de concreto reforzado se debe analizar los principios de la filosofía de diseño sismo resistente.

Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.

Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.

Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.

**Tabla 6.** Resumen de la comparación entre categorías de las diferentes metodologías aplicadas para la propuesta.

METODO ITALIANO		METODO JAPONES		SECRETARIA NACIONAL DE GESTION DE RIESGOS		GUIA DE LA NEC - ATC - 21	
<b>1. organización del sistema resistente</b>	13%	1.1. Comportamiento estructural Eo.	33%	1.Sistema estructural	12%	1. Tipología del sistema estructural	37%
<b>2. calidad del sistema resistente</b>	7%	2.1. Regularidad	7%	2. Material de paredes	10%		
<b>3. resistencia convencional</b>	24%	2.2. Relación largo - ancho	3%	3. Tipo de cubierta	12%	2. Altura de edificación	9%
<b>4. posición del edificio y cimentación</b>	2%	2.3. contracción de planta	3%	4. Tipo de entrepiso	10%		
<b>5. Losas</b>	7%	2.4. Atrio o patio interior	3%	5. Número de pisos	10%		
<b>6. configuración en planta</b>	3%	2.5. Excentricidad de atrio o patio interior	1%	6. Año de construcción	10%		
<b>7. configuración en elevación</b>	7%	2.6. Subterráneo	7%	7. Estado de conservación	8%	3. Irregularidad de la edificación	22%
<b>8. conexión de elementos críticos</b>	5%	2.7. Junta de dilatación	5%	8.Características suelo bajo edificio	8%		
<b>9. elementos de baja ductilidad</b>	7%	2.8. uniformidad de altura de piso	3%	9. Topografía del sitio	8%		
<b>10. elementos no estructurales</b>	3%	3.1. Deformación permanente	7%	10.Forma de construcción	12%	4. Tipo de suelo	12%
<b>11. estado de conservación</b>	22%	3.2. Grietas en muros y columnas	7%				
		3.3. Incendios	7%				
		3.4. Uso actual	7%				
		3.5. Tipo de daño estructural	7%			5. Código de la construcción	21%
<b>Total en porcentaje de la metodología</b>	<b>100%</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>
% de <b>parámetros considerados</b> en este estudio	<b>77%</b>		<b>56,67%</b>		<b>40%</b>		<b>79%</b>
% de <b>parámetros no considerados</b> en este estudio	<b>23%</b>		<b>43,33%</b>		<b>60%</b>		<b>21%</b>

#### **4.2. Descripción de la Propuesta de Inspección simplificada en edificaciones de concreto reforzado.**

La inspección simplificada contempla dentro de su metodología normas de la NEC 2015, conjuntamente con los métodos de índice de vulnerabilidad sísmica y que consiste en llevar a campo 2 ingenieros especialistas, que aplicando herramientas de medida como cinta, metro, y distanciómetro, realicen el levantamiento de datos con el instrumento de valoración obtenida de la propuesta en un tiempo de aplicación que va desde 30 min a 50 min y procesamiento de datos con los cálculos de 30 min, dando un total de 110 min.

Dentro de la propuesta del instrumento de inspección se contempla 6 categorías que comprende: a) Daño por desastre o tipología anterior con consecuencia para la estructura, en el cual se realiza una entrevista para determinar si esta tiene daños o reforzamiento causado por desastres naturales que repercuten en el comportamiento estructural; b) Requerimientos de construcción, en este apartado se realiza la comparación de los planos con la memoria de cálculo de manera que coincida con el diseño que se tenía planteado inicialmente; c) Configuración sísmica, que corresponde al análisis de irregularidad en planta y elevación; d) Comportamiento estructural, en este ítem se contabiliza el número de columnas cortas con relación al número total de columnas de la edificación de entrepiso, también se realiza el cálculo de excentricidad mediante la aplicación del método de sumatoria fuerzas y el cálculo de derivas de piso; e) Configuración de los elementos estructurales, en este punto se analiza las dimensiones mínimas dependiendo del número de pisos, para que este funcione correctamente; f) Riesgo por ubicación, en el cual se tiene una penalización por construcción de edificaciones en lugares de peligrosidad sísmica y topografía, calificándola en tres rangos de intensidad leve moderado y severo. Posteriormente entre los resultados se obtiene tres niveles de respuesta, de 0 a 0,47 la

inspección está certificada, en cuanto al rango de 0,48 a 0,95 la edificación necesita una inspección más detallada y finalmente entre 0,96 a 1,9 se deberá realizar una evaluación estructural que contemple dentro de este, ensayos y análisis por software, siendo más precisos al momento de dar un veredicto.

### 4.3. Categorización de los Edificios de la Universidad Nacional de Chimborazo

**Tabla 7.** Categorización de las edificaciones inspeccionadas

<b>Bloque</b>	<b>Segmento</b>	<b>N° Pisos</b>	<b>Sistema Estructural</b>
<b>A</b>	Izquierdo	3	Hormigón Armado
	Central	3	Hormigón Armado
	Derecho	3	Hormigón Armado
<b>B</b>	Izquierdo	2	Hormigón Armado
	Central	2	Hormigón Armado
	Derecho	2	Hormigón Armado
<b>C</b>	Único	2	Hormigón Armado
<b>D</b>	Único	3	Hormigón Armado
<b>E</b>	Único	4	Hormigón Armado
<b>F</b>	Único	2	Hormigón Armado
<b>G</b>	Único	4	Hormigón Armado
<b>H</b>	Único	4	Hormigón Armado
<b>J</b>	Único	4	Hormigón Armado
<b>K</b>	Único	4	Hormigón Armado

**Elaborado por:** Chimbo 2020

#### 4.4. Aplicación del método de inspección simplificada en edificaciones de la facultad de Ingeniería.

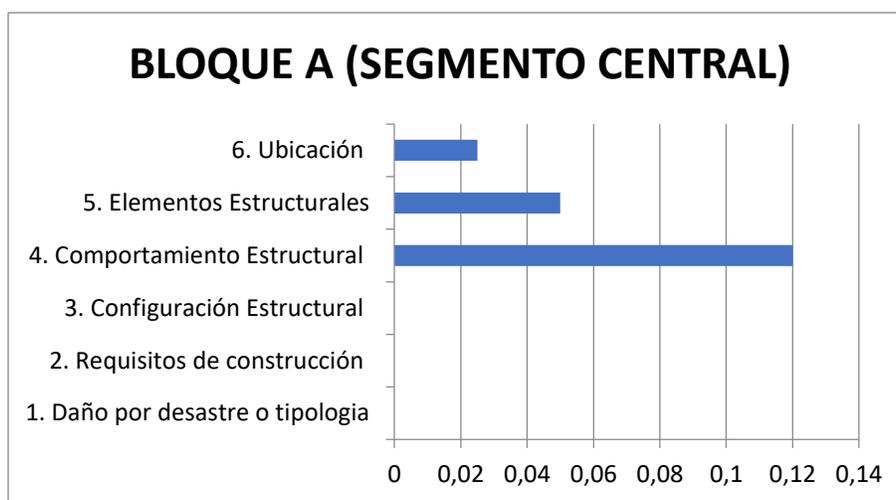
Previo a la inspección se realizó un análisis de la configuración de los bloques que conforman los edificios de ingeniería, como principal fundamento para el levantamiento de datos con respecto al bloque A, se observó que su funcionamiento era diferente, ya que esta se encuentra formado por 3 Bloques en forma de L, con juntas de 5cm, que dan a entender, que esta trabaja por separado y la inspección se lo realizó individualmente, cumpliendo con lo establecido en la demanda de respuesta sísmica con respecto a la configuración en planta.

Igualmente en el bloque B se observó la misma condición, 3 bloques con juntas de 5cm que fueron analizadas de forma independiente, además otro aspecto que se pudo evidenciar fue el reforzamiento de columnas y vigas en el bloque izquierdo.

**Tabla 8.** Resultados de la Aplicación del instrumento de valoración.

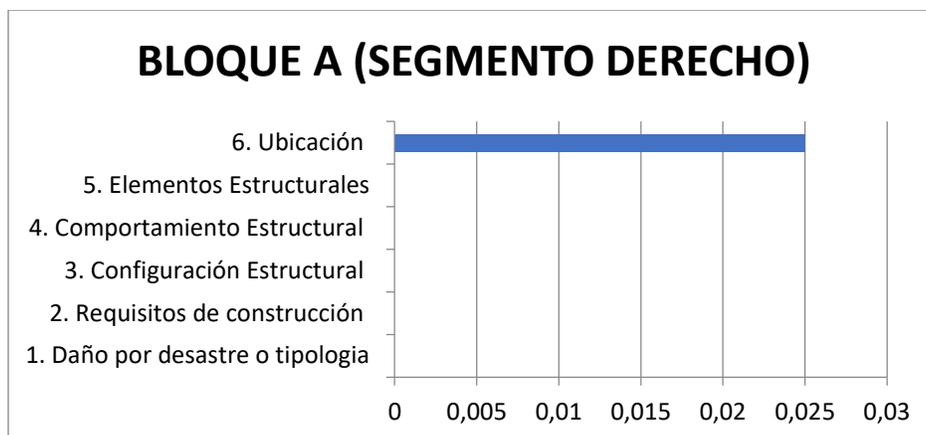
<b>Categoría</b>	<b>Segmento</b>	<b>Calificación</b>	<b>Irregularidad constructiva</b>
<b>Bloque A</b>	Izquierdo	0,03	Baja
	Central	0,19	Baja
	Derecho	0,03	Baja
<b>Bloque B</b>	Izquierdo	0,1	Baja
	Central	0,1	Baja
	Derecho	0,03	Baja
<b>Bloque C</b>	Único	0,14	Baja
<b>Bloque D</b>	Único	0,14	Baja
<b>Bloque E</b>	Único	0,05	Baja
<b>Bloque F</b>	Único	0,03	Baja
<b>Bloque G</b>	Único	0,05	Baja
<b>Bloque H</b>	Único	0,03	Baja
<b>Bloque J</b>	Único	0,03	Baja
<b>Bloque K</b>	Único	0,03	Baja

Las edificaciones no presentan ítems con una calificación superior a la Moderada. Por ende ninguna tiene un resultado negativo, pese a ello se puede apreciar ciertos aspectos erróneos en el diseño que no se contemplaron por la antigua norma de construcción. Para poder apreciar a detalle estos resultados se presenta las siguientes gráficas con los valores obtenidos de la inspección por categorías:

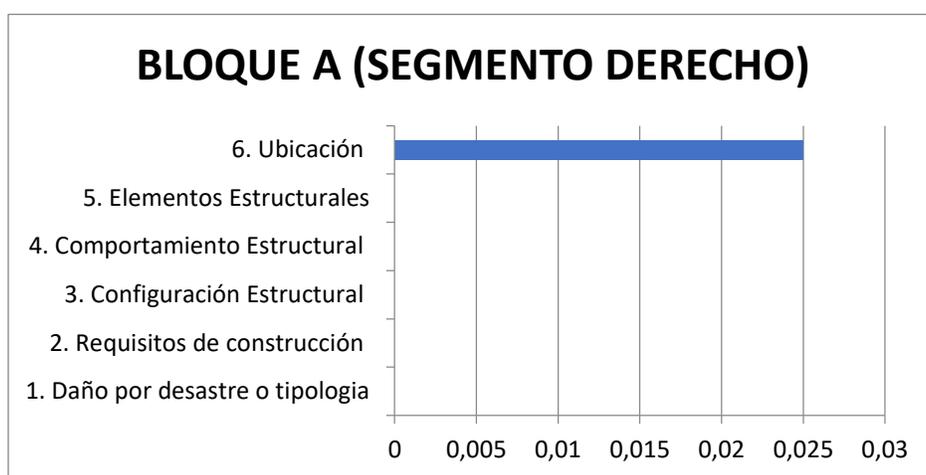


**Grafica 2.** Resultado por categorías del Bloque A segmento central.

El Bloque A correspondiente a la Facultad de Ingeniería presenta anomalías en el sistema constructivo de 0,19, el cual se encuentra en el rango de edificio seguro de 0 – 0,47 en la metodología de inspección simplificada. Se puede apreciar en este segmento ciertas condiciones que no cumplen con los requerimientos de la normativa: en el comportamiento estructural, derivas de pisos que exceden el 2%; luces superiores a 8 en elementos estructurales; y la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad, sin embargo sus valores están dentro de los márgenes de calificación aceptable.

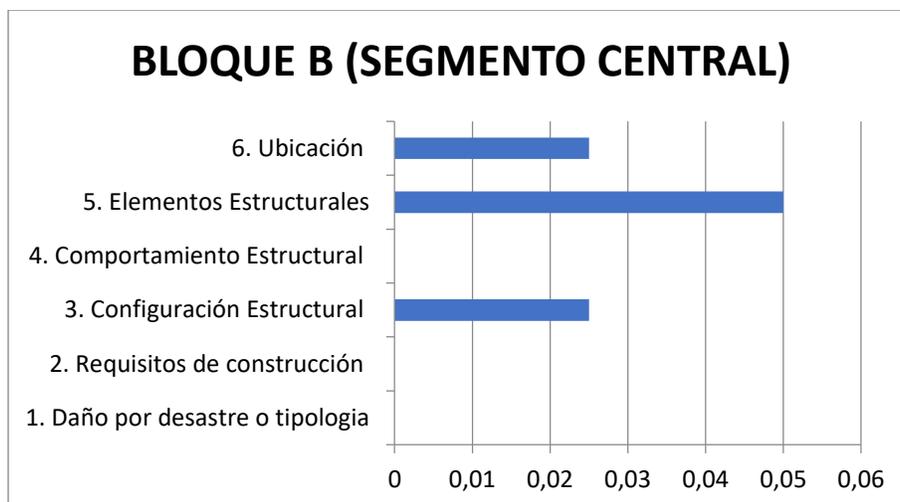


**Grafica 3.** Resultado por categorías del Bloque A segmento derecho.



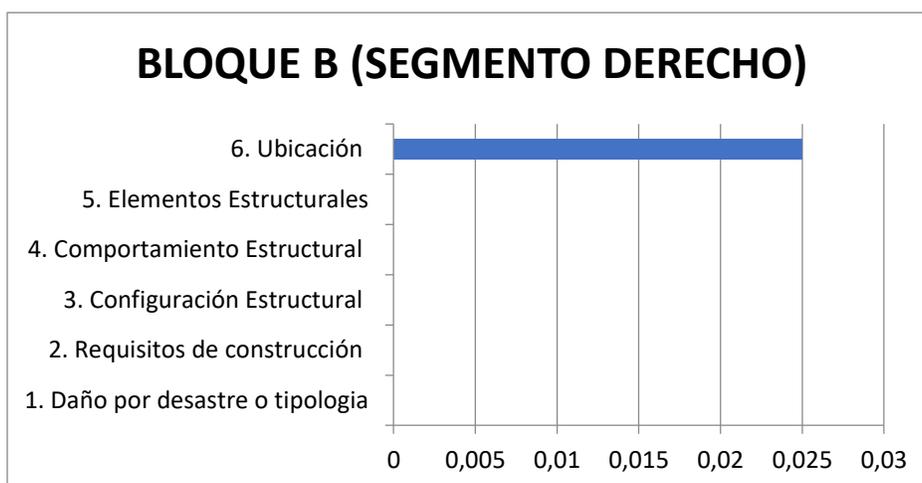
**Grafica 4.** Resultado por categorías del Bloque A segmento izquierdo.

El segmento derecho e izquierdo del bloque A que corresponde a la Facultad de Ingeniería son simétricos y presentan anomalías en el sistema constructivo de 0.025, el cual se encuentra en el rango de edificio seguro. Estos cumplen con los requerimientos de la normativa, sin embargo se le atribuye la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad.



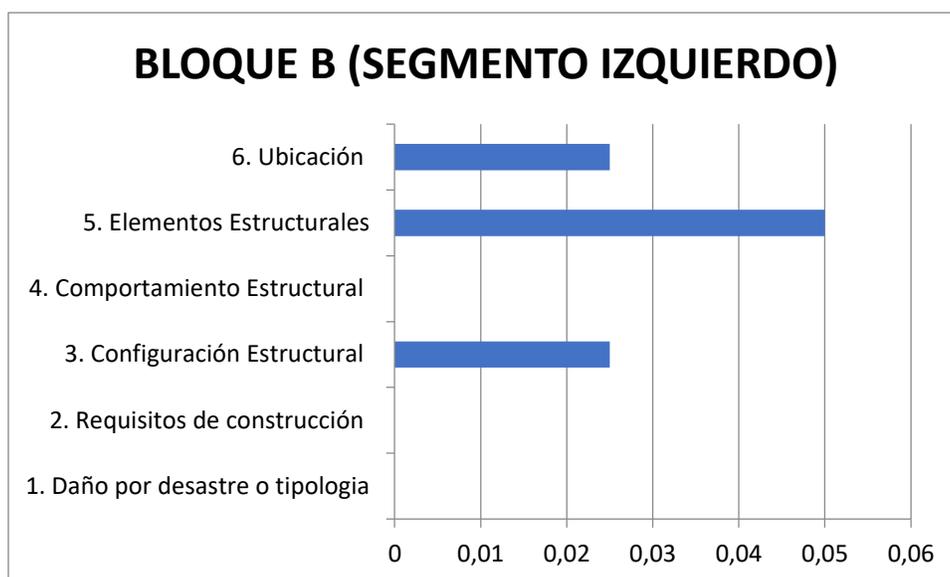
**Grafica 5.** Resultado por categorías del Bloque B segmento central.

El segmento central del bloque B de la Facultad de Ingeniería presentan anomalías en el sistema constructivo de 0,10, hallándose en el rango de edificio seguro, en el cual se hace hincapié al reforzamiento que se realizó con muros rigidizadores en puntos estratégicos como reforzamiento de la estructura. Los requerimientos que se encontraron en la calificación de moderado son; retroceso de esquinas dentro de la configuración estructural, luces superiores a 8 m en elementos estructurales y la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad.



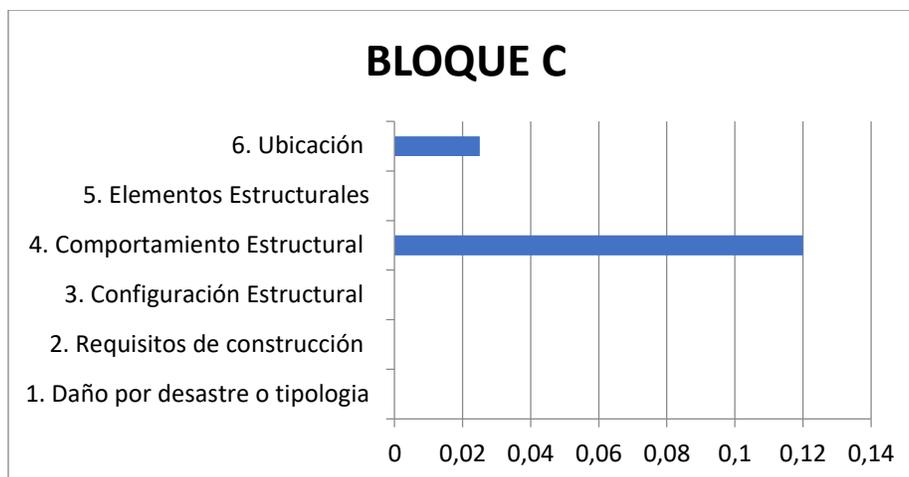
**Grafica 6.** Resultado por categorías del Bloque B segmento derecho.

El segmento Derecho del Bloque B de la Facultad de Ingeniería es simétrico en planta y elevación, presentando anomalías en el sistema constructivo de 0,025, una calificación excelente dentro del rango de edificio seguro. Cumpliendo a cabalidad con los requerimientos de la normativa debido al reforzamiento de la estructura con muros rigidizadores, sin embargo se le atribuye la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad.

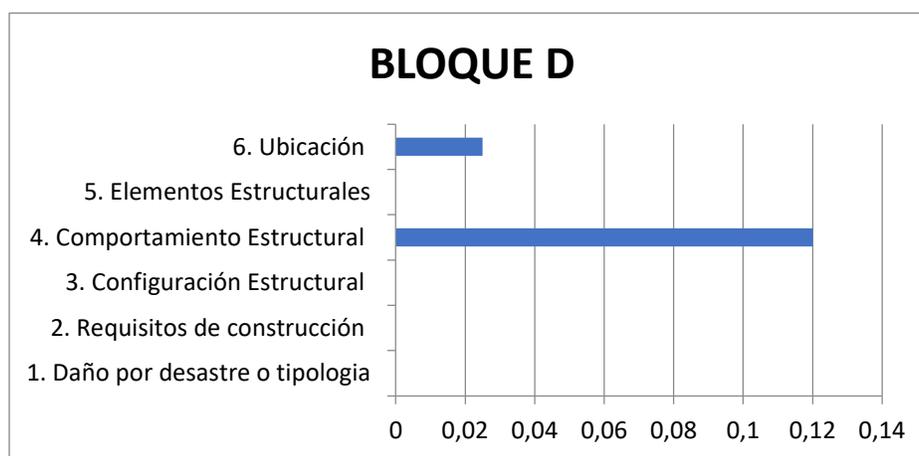


**Grafica 7.** Resultado por categorías del Bloque B segmento izquierdo.

El segmento izquierdo del bloque B de la Facultad de Ingeniería posee anomalías en el sistema constructivo de 0,10. El cual se encuentra en el rango de edificio seguro, dentro de esta contiene algunas calificaciones moderadas en el cual se menciona dentro de los elementos estructurales luces superiores a 8 m, retroceso en esquinas en configuración estructural y por último la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad.

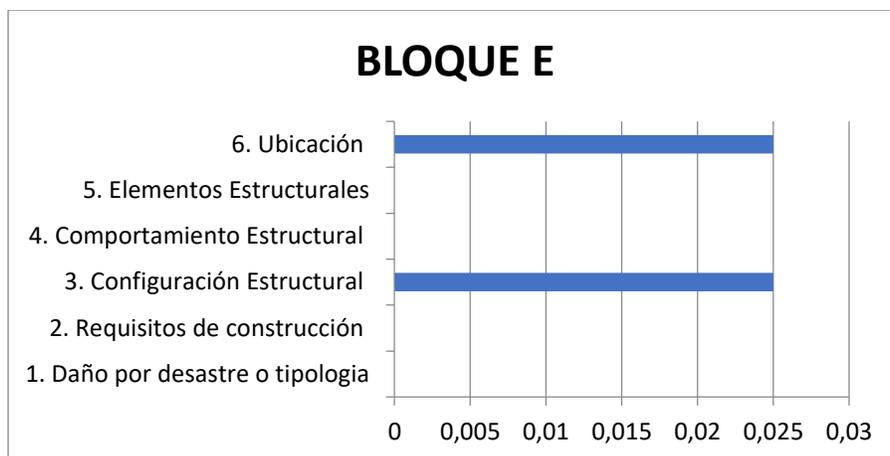


**Grafica 8.** Resultado por categorías del Bloque C.



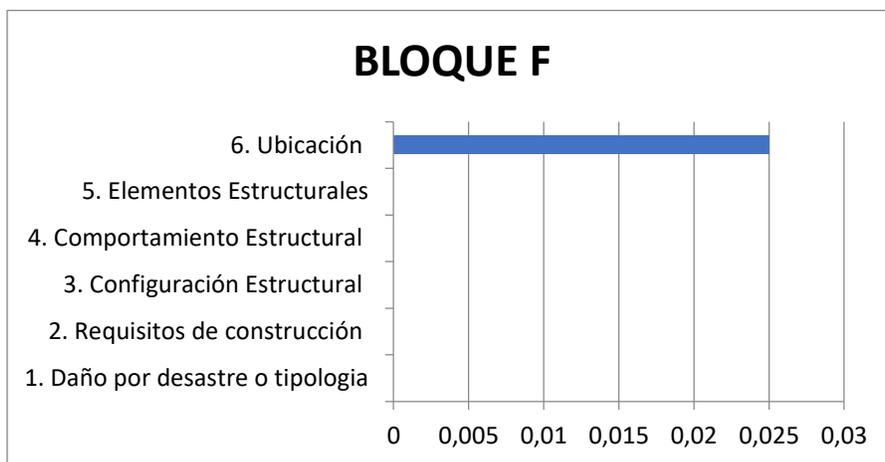
**Grafica 9.** Resultado por categorías del Bloque D.

Debido a la similitud del diseño de los bloques C; Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial y D; laboratorio de Ingeniería Civil, presentan las mismas anomalías en el sistema constructivo de 0,14, el cual se encuentra en el rango de edificio seguro. En esta se puede apreciar dentro del comportamiento estructural, la excentricidad en el sentido X mayor al 5% de su longitud, y la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad.



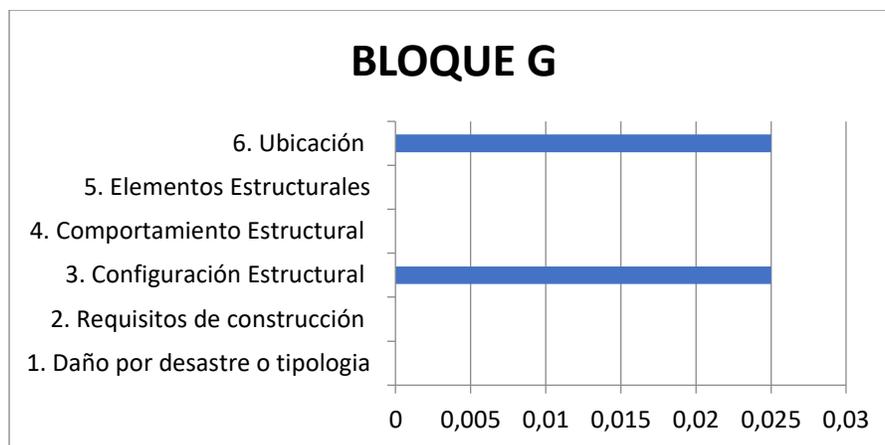
**Grafica 10.** Resultado por categorías del Bloque E.

El bloque E corresponde a la Facultad de Ciencias de la Salud, en esta presentan anomalías en el sistema constructivo de 0,05, el cual se encuentra en el rango de edificio seguro. En esta puede considerar el retroceso en una de sus esquinas de calificación moderada dentro de la configuración estructural y la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad.



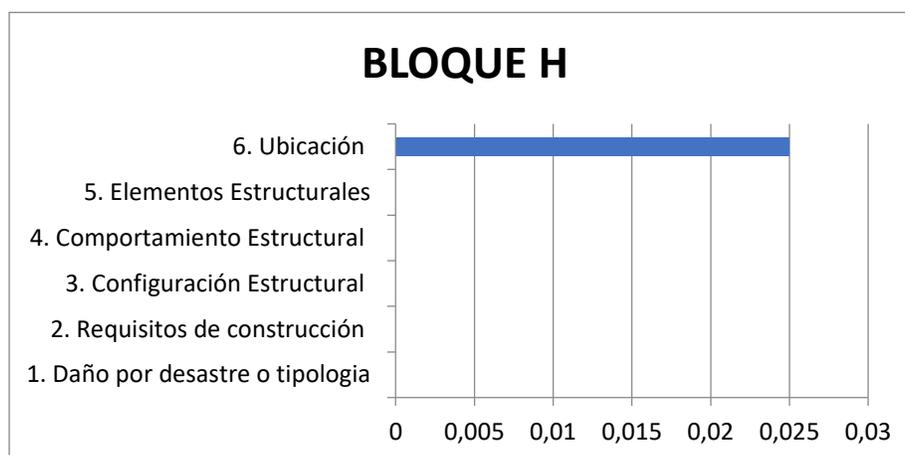
**Grafica 11.** Resultado por categorías del Bloque F.

El bloque F corresponde al auditorio de la Facultad de Ciencias de la Salud, en esta presentan anomalías en el sistema constructivo de 0,025, el cual se encuentra en el rango de edificio seguro. También se lo atribuye la penalización por ubicación debido a la zona sísmica de la ciudad.



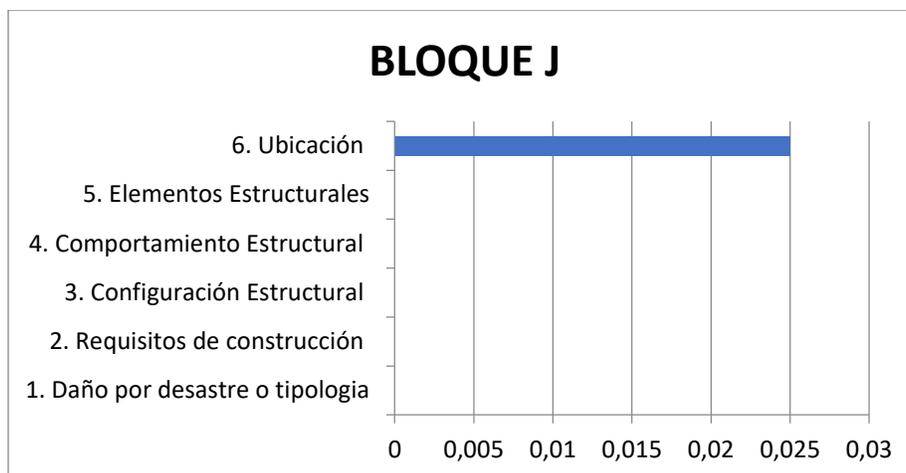
**Grafica 12.** Resultado por categorías del Bloque G.

El bloque G correspondiente a la Facultad de Ciencias de la Salud, presentan anomalías en su sistema constructivo de 0,05, el cual se encuentra en el rango de edificio seguro. Estos cumplen con los requerimientos de la normativa, sin embargo se le atribuye la penalización por ubicación debido a la zona sísmica.

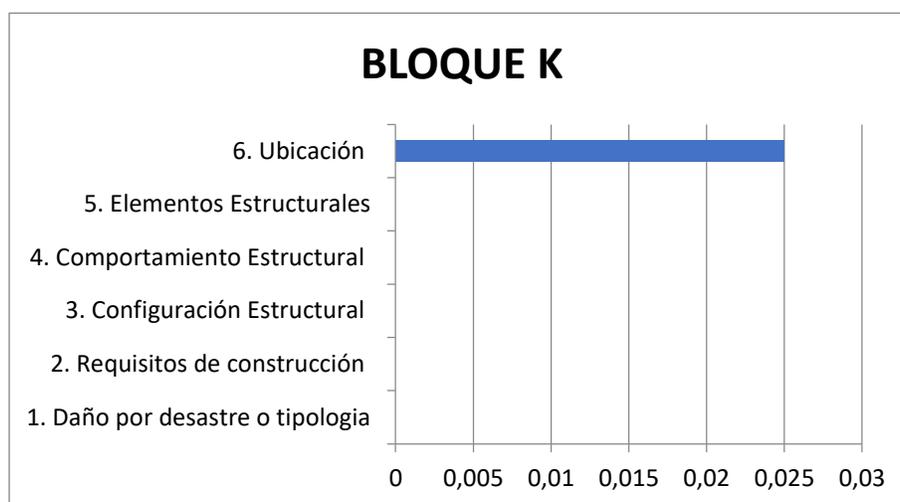


**Grafica 13.** Resultado por categorías del Bloque H.

Bloque G correspondiente a la Facultad de Ciencias de la Salud, en él se puede apreciar anomalías en su sistema constructivo de 0,025 la cual se encuentra en el rango de edificio seguro, atribuyéndola el único ítem de penalización por ubicación debido a la zona sísmica.



**Grafica 14.** Resultado por categorías del Bloque J.



**Grafica 15.** Resultado por categorías del Bloque K.

Bloque J y K correspondiente a la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas presentan anomalías en el sistema constructivo de 0.025, el cual se encuentra en el rango de edificio seguro destacándose rigidizadores en los costados del edificio, favoreciendo en ítems de excentricidad y derivas de piso, sin embargo también se le atribuye la penalización por ubicación debido a la zona sísmica.

#### 4.5. Comparación de la Metodología de Inspección Simplificada y el Método Italiano

**Tabla 9.** Representación en porcentajes de los resultados de la Inspección simplificada y el Método Italiano

Designación	Calificación del Método de Inspección Simplificada	Representación en % del sistema de calificación respecto a 1,9	Ponderación del método de inspección simplificada	Calificación por el Método Italiano	Representación en % del sistema de calificación respecto a 90	Ponderación del Método Italiano
<b>Bloque A</b>						
S. Izquierdo	0,025	1,32%	Seguras	0	0%	Seguras
S. Central	0,19	10,09%	Seguras	11	12,2%	Seguras
S. Derecho	0,025	1,32%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque B</b>			Seguras			Seguras
S. Izquierdo	0,10	5,26%	Seguras	0	0%	Seguras
S. Central	0,10	5,26%	Seguras	0	0%	Seguras
S. Derecho	0,025	1,32%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque C</b>	0,14	7,46%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque D</b>	0,14	7,46%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque E</b>	0,05	2,63%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque F</b>	0,025	1,32%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque G</b>	0,05	2,63%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque H</b>	0,025	1,32%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque J</b>	0,025	1,32%	Seguras	0	0%	Seguras
<b>Bloque K</b>	0,025	1,32%	Seguras	0	0%	Seguras

Elaborado por: Chimbo 2020

**Tabla 10.** Ponderación de las metodologías aplicadas

	Ponderación del método de inspección simplificada	Ponderación del Método Italiano
<b>Seguras</b>	0 – 0,47	0-30
<b>Medianamente Vulnerables</b>	0,48 - 0,95	31-61
<b>Altamente Vulnerables</b>	0,96 – 1,9	>61

#### **4.6. Análisis de la propuesta de inspección estructural.**

Debido a la calificación que se obtiene de la propuesta de cada una de las edificaciones y tomando como referencia el puntaje más alto alcanzado de 10,09%, se resume que estas tienen una inspección certificada, sin embargo, no se puede descartar una evaluación debido a que estas edificaciones son esenciales y se deben prevenir futuros accidentes.

El estudio abordado requirió de un análisis exhaustivo debido a su desacuerdo en parámetros como calificaciones, en donde se tomó en consideración las metodologías más relevantes a nivel nacional e internacional, para esto se tomó como prioridad el índice de vulnerabilidad sísmica del método italiano, método japonés y SNGR relacionándolo, directamente con los requerimientos mínimos de construcción de la NEC 2015 y MIDUVI.

Mediante la aplicación de la metodología propuesta se obtuvo una calificación positiva de las edificaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo, los cuales se muestran a continuación conforme a cada una de sus categorías.

En estas no se puede evidenciar irregularidades significativas ya que poseen un sistema constructivo estable y rígido necesarios para que el edificio tenga un buen comportamiento sísmico, pero debido a estudios en diferentes países de la falta de control de obra y cambios repentinos del diseño inicial no se puede tener una respuesta 100% confiable del comportamiento de la estructura y para esto se requiere de una evaluación detallada que incluye ensayos costosos pero necesarios.

## CONCLUSIONES

- A partir de la información recolectada se concluye que las metodologías utilizadas para determinar el método simplificado de inspección tienden a ser imprecisas debido a la forma de construir que maneja cada país o región, y estas deben ser cuidadosamente estudiadas para su adaptación e implementación. En cuanto a la evaluación se enfocan en edificaciones de gran escala mayores a 5 pisos, que son inspeccionadas con respecto a su estructura, forma y comportamiento estructural.

- Basándonos en modelos analíticos de evaluación se concretó categorías de fácil interpretación, partiendo de la premisa tiempo, que es un valioso recurso que incorporan cada uno de los de modelos de evaluación de índice de vulnerabilidad, sin dejar fuera otros factores que tienen una influencia directa sobre el comportamiento estructural tales como edad, materiales, calidad constructiva, clima, suelo entre otros, las cuales deben ser incorporadas con sus respectivos ensayos que corresponderán a un segundo nivel de inspección o evaluación,

**Tabla 11.** Comparación y Alcance de las categorías aplicadas

<b>MÉTODO DE INSPECCIÓN SIMPLIFICADA</b>	<b>MÉTODO ITALIANO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>
<b>Estado de la Estructura</b>	
a) Aproximación con la categoría daño por desastre anterior con consecuencia a la estructura	a) Aproximación con la categoría Calidad del sistema resistente
b) No posee cálculos	b) Ítem estado de conservación
c) Basado en observaciones	c) No posee cálculos
	d) Basado en observaciones
Favorable	Favorable

Tanto la propuesta como el método Italiano justifican el estado de la estructura. El primer caso incluye antecedentes por daños causados por sismos, incendios que hayan colaborado a la reparación de la misma. De igual manera el método Italiano realiza un análisis basándose en observaciones de daños en la mampostería, hierro, además de la evaluación de fisuras

---

### Requerimientos de Construcción

---

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| a) Inclusión de planos y memoria técnica | a) No posee este Ítem |
| b) No posee cálculos                     |                       |

Favorable

Desfavorable

La propuesta tiene un punto positivo con respecto al método italiano en la inspección de requerimientos indispensables para la construcción de una edificación como son los planos y la memoria técnica, la cual se debe comparar con la estructura, ya que debido a que si posee cambios significativos en el sistema resistente esta no tiene el mismo funcionamiento para la que fue diseñada.

---

### Configuración estructural

---

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| a) Contiene Longitud/ancho  | a) Relación lado menor y lado mayor  |
| b) Retroceso de esquinas    | b) Relación entre centro de masas y centro de rigideces                              |
| c) Entrantes                | c) Relación entre la longitud del volado y la longitud total en dirección del volado |
| d) Eje vertical discontinuo | d) Relación T/H  |
| e) Altura de entrepiso      | e) Altura de entrepiso   |
| f) Volado lateral           | f) Distribución de peso  |
| g) Posee cálculos           | g) Posee cálculos  |

Favorable

Favorable

La propuesta padece de una categoría que es esencial, como es el caso de la distribución de peso, la cual a su vez esta está incorporada en el análisis de derivas de piso en la cual se obtiene el peso de la edificación.

---

### Comportamiento estructural

---

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| a) Ductilidad de elementos | a) Relación cortante actuante / cortante resistente. |
| b) Excentricidad           |  |
-

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| c) Derivas de piso                            | b) Tiempo de cálculo corto           |
| d) Análisis de comportamiento sísmico preciso | c) Ítem elementos de baja ductilidad |
| e) Tiempo de cálculo extenso                  |                                      |

Favorable

Desfavorable

La inspección simplificada aporta de gran manera al estudio del comportamiento sísmico con respecto al método italiano, la cual trata de justificarla con la relación cortante actuante/cortante resistente. La propuesta incorpora dentro del análisis estructural derivas de piso reportando el punto de desempeño ante un evento sísmico obtenidas por el software ETABS, de esta manera se pudo conocer anomalías en el diseño del bloque A segmento central en el sentido YY' con una calificación de moderada debido a sus luces de 8,12 m, determinándose así el nivel de susceptibilidad con respecto a sus segmentos contiguos que no padecían de esta irregularidad.

#### Elementos estructurales

- |              |  |
|--------------|--|
| a) Columnas  | a) Ítem conexión de elementos críticos |
| b) Muros     | b) Ítem Losa                           |
| c) Vigas     | c) Observación                         |
| d) Losas     |  |
| e) Nudos     |  |
| f) Escaleras |  |
| g) Cálculos  |  |

Favorable

Desfavorable

Claramente se puede decir en este ítem que en nuestra propuesta analiza, cada uno de los elementos que conforman la estructura basándose en geometría mínima y cálculos con respecto al sistema resistente de la edificación a diferencia del método italiano que la califica en base a dimensiones mínimas por observación. Marcando un punto desfavorable en cuanto análisis de elementos estructurales en el método italiano.

#### Riesgo por Ubicación

- |                 |   |
|-----------------|---|
| a) Zona sísmica | a) Ítem posición del edificio y cimentación |
| b) Laderas      |   |

Favorable

Desfavorable

La inspección simplificada incluye dentro de su metodología el análisis por zona sísmica, penalizando a la edificación por el riesgo que presenta debido a su ubicación dentro de la región.

---

También cuenta con un apartado para la inclusión de la microzonificación que es más exacta con respecto a la evaluación de los niveles de amenaza sísmica y los efectos locales probables.

Por último en el método italiano no cuenta con un apartado para la apreciación de edificaciones construidas en zonas de riesgo y laderas, marcando así otro punto desfavorable para la inspección estructural.

---

- Los edificios del campus Norte están diseñados mediante el sistema aporricado, sismoresistente, que va de 1 a 4 pisos de altura, simétricos en planta y elevación, que comprende en algunos casos la configuración de 3 bloques para un edificio, dando la sensación de ser una sola, la cual resulta compleja para la inspección estructural debido a la ubicación de algunos elementos que no son de fácil visualización. Un caso especial es el análisis del bloque B, que con la ayuda de planos e ingenieros expertos en el área se pudo realizar el levantamiento de información con respecto al reforzamiento estructural. De igual forma el bloque A de ingeniería de 3 pisos tres segmentos, funcionan de manera independiente tanto en comportamiento estructural y configuración geométrica, por esta razón se realiza una inspección por separado, dando como resultado para la parte central de la edificación una calificación de 0,19, y para el segmento izquierdo y derecho la calificación de 0,03 ya que esta posee la misma dimensión y configuración, llegando a la conclusión que los tres segmentos del bloque A por tener valores menores a 0,47 que marco el régimen de inspección segura, no representa peligro ante un evento sísmico. También se destaca los resultados obtenidos del bloque B que presento valores superiores al resto de edificaciones: de 0,10; segmento izquierdo 0,10; segmento central y 0,03; segmento derecho, que de la misma manera fueron inspeccionados por separado, pero a diferencia del bloque A, en esta se pudo evidenciar el reforzamientos, en vigas con la inclusión de placas de carbono y una columna mediante encamisado, además de la incorporación de 20 muros enchapados con malla electro soldada debido a la mala ejecución y diseño dando a conocer

irregularidades como; excesiva longitud de luces, retroceso en esquinas y excentricidad superior al 5%. Pese a estos valores se determinó que el bloque en mención es seguro debido al reforzamiento, ya que esta no excede el rango de seguridad contemplada en la propuesta que certifica la inspección.

- Como se puede evidenciar en la propuesta de la metodología aplicada los resultados de las edificaciones no superan el margen del 10% y en el análisis con el método italiano los resultados son nulos a excepción del Bloque A segmento central que presenta un margen del 12,2% de vulnerabilidad, donde se puede apreciar que nuestra propuesta es más exacta en cuanto se refiere al sistema de calificación tomando valores pequeños para cada una de las edificaciones de estudio, pese a que las categorías de análisis del método Italiano como se muestra individualmente el caso de la Organización del Sistema Resistente del Bloque A Segmento Central, 2 subcategorías del total de 6 que comprende el ítem, no cumplen con lo establecido y no contribuyen a la calificación, por lo tanto esto sugiere que la subjetividad y la poca precisión que tiene estas categorías a la hora de evaluar dejan un margen de error tomando como referencia el caso de que si cumplen con todas las condiciones pueden definirse como clase B o C.

<b>1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE</b>			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
<b>i</b>	no cumple	cumple	no cumple
<b>ii</b>	no cumple	cumple	no cumple
<b>iii</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>iv</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>v</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>vi</b>	cumple	no cumple	no cumple
<b>RESULTADO</b>	4	2	0
<b>CLASE</b>	cumple	no cumple	no cumple

Como ejemplo se hace referencia a la categoría de Calidad del Sistema Resistente donde se cumple con totalidad todas las condiciones que comprende la misma, y por esta razón se la

califica como Clase A, debido a esto se debe tomar en cuenta que la apreciación que tiene el evaluador es distinta al momento de aplicar la metodología por ende se sugiera que las categorías y subcategorías tengan su puntaje individual.

<b>2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE</b>			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
<b>I</b>	1		
<b>ii</b>	1		
<b>iii</b>	1		
<b>iv</b>	1		
<b>V</b>	1		
<b>RESULTADO</b>	5	0	0
<b>CLASE</b>	cumple	no cumple	no cumple

Las edificaciones esenciales debido a las características de su ocupación, el carácter vital y estratégico de la preservación de su funcionalidad, las características de su equipamiento y contenido ponen en manifiesto los diversos niveles de afección y daño de los que pueden ser objeto, considerando que toda estructura no tiene un perfecto comportamiento ya sea que esta cumplan con todos los requerimientos constructivos, debido a la singularidad de los materiales que componen cada uno de los elementos, sin embargo se provee estrategias constructivas para el mínimo efecto destructivo que puede llegar a tener los sismos sobre estas.

## **5. RECOMENDACIONES**

Por último se sugiera que la metodología propuesta debe ser aplicada en un segundo nivel con ayuda de convenios con los municipios y organizaciones gubernamentales en edificaciones esenciales con profesionales expertos en el área y estudios de microzonificación para establecer datos más exactos como lo recomienda la metodología de Inspección Simplificada.

Analizar edificaciones de 2 a 10 pisos o superiores en diferentes partes a nivel nacional y realizar cambios si este fuese el caso dependiendo de la región en donde se encuentre. Se recomienda la utilización de las metodologías abordadas en la presente investigación, puesto que las mismas aportan positivamente información viable y factible.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, R. (2016). *Análisis de los edificios que colapsaron en Portoviejo durante el terremoto del 16 de abril de 2016 Analysis of buildings that collapsed ... January 2017*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15108.12161>
- Astorga, A., & Rivero, P. (2013). *Diplomado En Riesgo Sísmico Y Diseño De Edificaciones Sismorresistentes Para Ingenieros Civiles. January*.
- Beaupérthuy, J. L., & Urich, A. J. (2017). *El efecto de columna corta estudio de casos*. 12. [https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci27\\_el\\_efecto\\_de\\_columna\\_corta\\_casos\\_de\\_estudios.pdf](https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci27_el_efecto_de_columna_corta_casos_de_estudios.pdf)[http://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci27\\_el\\_efecto\\_de\\_columna\\_corta\\_casos\\_de\\_estudio](http://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci27_el_efecto_de_columna_corta_casos_de_estudio)
- CAMICON. (2016). *Informalidad En La Construcción*. 12. <http://www.camicon.ec/wp-content/uploads/2017/03/Propuesta-Camicon-Presidenciales.pdf>
- Cevallos, C. (2017). *TEMA :Análisis De La Relación De La Frecuencia Fundamental De Una Estructura Con La Deriva Inelástica De Piso En Una Estructura Irregular De 5 Pisos*. Universidad Técnica De Ambato.
- Chiguano, K. (2014). *Estudio Comparativo Entre El Método Italiano Y El Método De La Secretaría Nacional De Gestión De Riesgos Para El Cálculo Del Índice De Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas Del Barrio Medio Mundo*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Cueva, C. (2017). *Vulnerabilidad sísmica del edificio de la Facultad de Filosofía, Comercio Y Administración de la UCE con la Norma Ecuatoriana de Construcción*. Universidad Central del Ecuador.

- ERN. (2017). *Vulnerabilidad de edificaciones e infraestructura*.
- Ferreira, T. M., Baquedano, P., Graus, S., Nochebuena, E., & Socarrás, T. (2018). *Evaluación de riesgo de incendio urbano en el centro histórico de la ciudad de Guimarães Assessing urban fire risk in the historic city centre of Guimarães*. 70(551).
- Guerrero, A. R. C. (2007). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica*. Tesis de maestría. <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/105>
- Inca, C., & Morales, W. (2014). *Determinación Del Índice De Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas Existentes En Los Barrios Liribamba Y Cruzada Social De La Ciudad de Riobamba*. Nacional de Chimborazo.
- Jose Francisco Jaramillo. (n.d.). *El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo - Las Cámaras de la Construcción reconocen fallas en edificaciones*. El Telegrafo. Retrieved June 26, 2019, from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/las-camaras-de-la-construccion-reconocen-fallas-en-edificaciones>
- Meza, S. (2012). *Aplicación de metodologías simplificadas pre-evento sísmico, para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la UCE*. Figura 1, 2–3.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. 297. <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>
- Molina Vera, A., Bello, O., & Benítez, D. (2017). *Estimando costos de un desastre*. [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Estimando\\_Costos.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Estimando_Costos.pdf)

- NEC-SE-DS. (2015). NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCION (NEC-SE-DS).  
In *Peligro Sísmico: Diseño Sismo Resistente* (p. 266).  
<http://www.indeci.gob.pe/proyecto58530/objetos/archivos/20110606102841.pdf>
- NEC-SE-HM. (2015). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION (NEC-SE-HM). In *ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO* (p. 109).
- NEC-SE-RE. (2015). NEC-SE-RE: Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras. In *NEC-Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
- NEC, & MIDUVI. (2015). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras* (Quito, Vol. 5). Imprenta Activa.
- NEC SE Vivienda. (2015). *Viviendas De Hasta 2 Pisos Con Luces De Hasta 5 M.* 2, 40.  
<http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-VIVIENDA-parte-2.pdf>
- Rondón, E. M., Mauricio, N., Carvajal, J., & Cho, G. C. (2010). *Funciones de vulnerabilidad calculadas para edificaciones en muros de hormigón reforzado*  
*Calculated seismic vulnerability functions for building in walls of reinforced concrete.*  
25, 63–82.
- Salvador, S. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico.* Tecnica de Catalunya.
- Terán, A. (2010). *El Futuro Del Diseño Sismorresistente De Las Edificaciones De Concreto Reforzado: Una Visión Basada En La Sustentabilidad.* 2, 1–16.
- Toro, L. (2019). *Análisis de vulnerabilidad estructural y social en dos edificaciones en el campus de la escuela Politécnica Nacional por medio de la metodología Hazus y la Metodología Capra, respectivamente.* Escuela Politécnica Nacional.
- Vallejo, R. (2016). *"Método Aproximado Unificado De Evaluación Estructural Para*

*Edificaciones Aporticadas De Concreto Reforzado De La Ciudad De Riobamba, Provincia De Chimborazo*” [Universidad Nacional De Chimborazo].

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1370>

Vargas, A., & Casignia, J. (2013). *Determinación Del Índice De Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas Existentes En Tres Barrios Urbano Marginales De La Ciudad De Riobamba*. Nacional de Chimborazo.

Yepez, F., Barbat, A., & Canas, J. (1995). *Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería*.

## **7. ANEXOS**

### Proceso de obtención del instrumento de valoración

Se identificarán paso a paso, cada uno de los procedimientos que por consiguiente se deben seguir para el proceso de inspección, considerando lo mencionado en la normativa ecuatoriana. Así mismo, se realizará registro de la investigación in situ de las estructuras de concreto reforzado a inspeccionar con el fin de conocer las características y fallas de tipo estructural para proporcionar información en investigaciones futuras y analizar cómo afecta diferentes eventos naturales en el proceso de vida útil de las edificaciones.







6. Ubicación	Escaleras Descanso de escalera apoyada sobre viga, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación.	Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación, para columnas de secciones diferentes la ubicación de las escaleras es diversa.	Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación, para columnas de secciones diferentes, diseño de la escalera circular.	4. posición del edificio y cimentación	0 2 4	0.50	2%	Suelo duro y topografía plana (k=0) Suelo de dureza intermedia con pendiente < 15% (k≠0) Suelo rocoso con pendiente < 30%	Edificio que no entran en la categoría A y C	Cimentación insuficiente para cualquier terreno Suelo de dureza intermedia con pendiente > 30% Suelo rocoso con pendiente > 60%
Zona sísmica	Zona sísmica Tipo I y II	Zona sísmica Tipo III y IV	Zona sísmica Tipo V y VI							
Ladera	Pendiente entre 0% - 12%	Pendiente entre 12% - 25%	Pendiente entre 25% - 35%							
$IV = \sum K_i \cdot W_i = 90$							77 %			

## 7.2. Anexo 2. Parámetros no considerados del Método Italiano

Parámetros no considerados del Método Italiano						Detalles de los parámetros no considerados del Método Italiano		
	A	B	C	WI	%			
1. organización del sistema resistente	0	6	12	1.00	13%	muros de corte, mortero macizo $m \times n \leq 0.3 L \times d$ $L/b \leq 20$ $I < 1cm$ $s \leq 0.2 b$ $Ac \geq 25 b$ $\square > 30 \text{ Ton/cm}^2$	Vigas y columnas de hormigón $m \times n \leq 0.6 L \times d$ $L/b \leq 30$ $I \leq 3 \text{ cm}$ $s \leq 0.3 b$ $Ac \geq 20 b$ $\square \geq 15 \text{ Ton/cm}^2$	Edificio que no entran en la categoría A y B
2. calidad del sistema resistente	0	6	12	0.50	7%	Resistencia de 210 kg/cm2 hormiguero Barras corrugadas Mortero de buena calidad Mala calidad de obra	Edificio que no entran en la categoría A y C	Hormigón < 180 kg/cm2 Varillas visibles, oxidadas Juntas mal ejecutadas Mampuestos de mala calidad Vigas columnas, losas gradadas, mala calidad
10. elementos no estructurales	0	4	10	0.25	3%	Elementos externos anclados eficientemente	Elementos externos con conexiones poco fiables	Elementos externos con conexiones inestables y mal conectados
$IV = \sum Ki.Wi = 90$					23%			

### **7.3. Método Italiano (calidad de los materiales, configuración estructural, estado de elementos)**

#### **ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE**

##### **EDIFICIO CLASE A**

- muros de corte, mampostería de buena calidad, mortero macizo
- $m \times n \leq 0.3 L \times d$  (ventanas- pared)
- relación altura espesor (mampostería  $L/b \leq 20$ )
- separación de la mampostería parte superior  $< 1\text{cm}$
- la mampostería no sobresalga  $s \leq 0.2 b$
- Área transversal de la columna – espesor de mampostería ( $A_c \geq 25 b$ )
- Resistencia a corte mampostería  $\tau > 30 \text{ Ton/cm}^2$

##### **EDIFICIO CLASE B**

- Vigas y columnas de hormigón
- $m \times n \leq 0.6 L \times d$
- $L/b \leq 30$
- $I \leq 3 \text{ cm}$
- $s \leq 0.3 b$
- $A_c \geq 20 b$
- $\tau \geq 15 \text{ Ton/cm}^2$

##### **EDIFICIO CLASE C**

- Edificio que no entran en la categoría A y B

#### **CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE**

##### **EDIFICIO CLASE A**

- Resistente al rayado, esclerómetro resistencia superior a  $210 \text{ kg/cm}^2$
- No hormiguero en elementos estructurales
- Barras corrugadas, no visibles
- Mortero de buena calidad, no migas
- Mala calidad de ejecución de obra

**EDIFICIO CLASE B**

- Edificio que no entran en la categoría A y C

**EDIFICIO CLASE C**

- Hormigón de baja calidad
- Varillas visibles, oxidadas, mal distribuidas
- Juntas mal ejecutadas
- Mampuestos de mala calidad
- Vigas columnas, losas gradas, mampostería de mala calidad

**CALCULO DE LA RESISTENCIA CONVENCIONAL**

$$\alpha = VR/Vs$$

**EDIFICIO CLASE A**

- $\alpha \geq 1.5$

**EDIFICIO CLASE B**

- $0.7 \leq \alpha < 1.5$

**EDIFICIO CLASE C**

- $\alpha < 0.7$

**POSICION DEL EDIFICIO Y CIMENTACION****EDIFICIO CLASE A**

- suelo duro y topografía plana ( $k=0$ )
- Suelo de dureza intermedia con pendiente  $< 15\%$  ( $k \neq 0$ )
- suelo rocoso con pendiente  $< 30\%$

**EDIFICIO CLASE B**

- Edificio que no entran en la categoría A y C

**EDIFICIO CLASE C**

- cimentación insuficiente para cualquier terreno
- suelo de dureza intermedia con pendiente  $> 30\%$
- suelo rocoso con pendiente  $> 60\%$

**LOSAS****EDIFICIO CLASE A**

- Losa rígida y bien conectado a elementos verticales

- Aberturas de losa < 30 % Área de losa total

#### **EDIFICIO CLASE B**

- Edificio que no entran en la categoría A y C

#### **EDIFICIO CLASE C**

- Losa poco rígida y mal conectadas con elementos verticales
- Aberturas de losa > 50 % Área de losa total

### **CONFIGURACION EN PLANTA**

a= lado menor del terreno

L= lado mayor del terreno

e= excentricidad

d= lado menor del edificio

$\Delta d$ = lado menor del volado

d= lado menor del edificio

c= ancho de la protuberancia del edificio

b= longitud de la protuberancia del edificio

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $\delta_1 > 0.4$  ( $\delta_1 = a/L$ )
- $\delta_2 < 0.2$  ( $\delta_2 = e/d$ )
- $\delta_3 < 0.1$  ( $\delta_3 = \Delta d/d$ )
- $\delta_4 > 0.5$  ( $\delta_4 = c/b$ )

#### **EDIFICIO CLASE B**

- Edificio que no entran en la categoría A y C

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $\delta_1 < 0.2$  ( $\delta_1 = a/L$ )
- $\delta_2 > 0.4$  ( $\delta_2 = e/d$ )
- $\delta_3 > 0.2$  ( $\delta_3 = \Delta d/d$ )
- $\delta_4 < 0.25$  ( $\delta_4 = c/b$ )

### **CONFIGURACION EN ELEVACION**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $T > 90 \% H$
- P1 menos rígido que el piso superior
- Piso superior de menos masa
- Mampostería superior  $< a 1 \text{ cm}$

#### **EDIFICIO CLASE B**

- Edificio que no entran en la categoría A y C

#### **EDIFICIO CLASE C**

- 10 a 30 % y 70 y 90 %
- Aumento de masa en piso superior 20%
- 30 a 70 % aumento de masa en piso superior 40 %

#### **CONEXIÓN DE ELEMENTOS CRITICOS**

##### **EDIFICIO CLASE A**

- Saliente de la viga  $< 20\%$  del ancho de la columna
- Excentricidad Ejes de viga  $< 20\%$  de columna

##### **EDIFICIO CLASE B**

- Edificio que no entran en la categoría A y C

##### **EDIFICIO CLASE C**

#### **Calidad de conexión de viga columna.**

#### **ELEMENTOS CON BAJA DUCTILIDAD**

##### **EDIFICIO CLASE A**

- No tiene elementos cortos

##### **EDIFICIO CLASE B**

- Elementos de Baja ductilidad entre el 25 y 50 %
- Elementos de Elevada ductilidad entre 50 y 67 %

##### **EDIFICIO CLASE C**

- Elementos de Baja ductilidad menor al 25%
- Elementos de elevada ductilidad al 50%

#### **ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

##### **EDIFICIO CLASE A**

- Elementos externos anclados eficientemente

**EDIFICIO CLASE B**

- Elementos externos con conexiones poco fiables

**EDIFICIO CLASE C**

- Elementos externos con conexiones inestables y mal conectados

**ESTADOS DE CONSERVACION****EDIFICIO CLASE A**

- Columnas, vigas, losas, mampostería sin fisuras

**EDIFICIO CLASE B**

- Edificio que no entran en la categoría A y C

**EDIFICIO CLASE C**

- Más del 30% de los elementos se encuentran fisurados

**NOMECLATURA REQUERIDA PARA EL METODO ITALIANO**

De acuerdo a la escala de Vulnerabilidad del método italiano de tienen los siguientes significados para cada uno de los coeficientes:

**A, B, C, D:** Clases de edificaciones según su tipología.

**Ki:** Valor constante que se da en constante que se da en base a la clase de la edificación.

**Wi:** Coeficiente de peso que varía entre 0.25 y 1.5.

**N:** Número de pisos

**At:** Área total de cubierta.

**Ax:** Área resistente sentido x

**H:** Altura media de los pisos

**Pm:** Peso específico mampostería.

**Ps:** Peso por unidad e área diafragma.

**L:** Espaciamiento de los muros transversales

**S:** Espesor del muro maestro

**L/s:** Distancia máximas entre los muros.

**C:** Coeficiente sísmico

#### 7.4. Anexo 3. Matriz de comparación de los parámetros considerados del Método Japonés

PROPUESTA IEEACR	Detalles de los parámetros de la propuesta IEEACR			Parámetros considerados del Método Japonés				Detalles de los parámetros considerados del Método Japonés					
	Categoría A	Categoría B	Categoría C		G1	G2	G3	Ri	%	G1	G2	G3	
1. Daño por desastre anterior con consecuencia a la estructura													
Sismo, incendio, inundación	Ninguno	Incendio e inundación	Sismo (sin reparaciones o fisuras)	3.2. Grietas en muros y columnas	1	0.9	0.8		6.67	Nada de lo anterior	Filtraciones sin corrosión Presenta grietas en muros Grietas inclinadas en columnas	Filtraciones con corrosión de armadura	
2. Requisitos de construcción													
Memoria y Planos	Memoria y Planos	Planos	Ninguno										
3. Configuración Estructural													
Longitud/ancho	$L/H < 4$ o $L/H > 4$ juntas $\geq 2,5$ cm	$L/H > 4$ juntas $\leq 2,5$ cm	$L/H > 4$ sin juntas	2.2. Relación Largo ancho	1	0.9	0.8	0.5 0	3.33	$B \leq 5$	$5 < B \leq 8$	$B > 8$	



<p>Excentricidad</p>	<p><math>e &lt; \text{al } 5\% \text{ en dirección } x, y</math></p>	<p><math>ex &gt; 5\% \text{ Dx o } ey &gt; 5\% \text{ de Dy}</math></p>	<p><math>ex &gt; 5\% \text{ Dx y } ey &gt; 5\% \text{ de Dy}</math></p>	<p>1.1. Comportamiento estructural Eo</p>	<p>1 0.9 0.8</p>	<p>33.33</p>	<p>columnas de hormigón Ho/D <math>\leq</math></p>	<p>columnas ho/D <math>&gt; 2</math></p>	<p>Muros de relleno de albañilería</p>
<p>5. Elementos Estructurales</p>	<p>Edificación &gt; a 2 pisos <math>Ac \geq 30 \times 30 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 6 \text{ m}</math> Edificación de 2 pisos <math>Ac \geq 25 \times 25 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 4 \text{ m}</math> Edificación de 1 piso <math>Ac \geq 20 \times 20 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 4 \text{ m}</math></p>	<p>Edificación &gt; a 2 pisos sección <math>\leq 30 \times 30 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 6 \text{ m}</math> Edificación de 2 pisos sección <math>\leq 25 \times 25 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 4 \text{ m}</math> Edificación de 1 piso sección <math>\leq 20 \times 20 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 4 \text{ m}</math></p>	<p>Edificación &gt; a 2 pisos sección <math>\leq 30 \times 30 \text{ cm}</math>, luz <math>\geq 6 \text{ m}</math> Edificación de 2 pisos sección <math>\leq 25 \times 25 \text{ cm}</math>, luz <math>\geq 4 \text{ m}</math> Edificación de 1 piso sección <math>\leq 20 \times 20 \text{ cm}</math>, luz <math>\geq 4 \text{ m}</math> Efecto de columna corta.</p>						
<p>Muros</p>	<p>relación altura espesor (mampostería <math>L/b \leq 20</math>), no sobresale de la columna</p>	<p>relación altura espesor (mampostería <math>L/b \leq 20</math>), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor</p>	<p>relación altura espesor (mampostería <math>L/b \leq 30</math>), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor, concentración de masa mayor a pisos inferiores.</p>						
<p>Vigas</p>	<p>Edificación &gt; a 2 pisos sección de columna <math>\geq 25 \times 30 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 6 \text{ m}</math> Edificación de 2 pisos sección <math>\geq 20 \times 20 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 4 \text{ m}</math> Edificación de 1</p>	<p>Edificación &gt; a 2 pisos sección <math>\leq 25 \times 30 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 6 \text{ m}</math> Edificación de 2 pisos sección <math>\leq 20 \times 20 \text{ cm}</math>, luz <math>\leq 4 \text{ m}</math> Edificación de 1</p>	<p>Edificación &gt; a 2 pisos sección <math>\leq 25 \times 30 \text{ cm}</math>, luz <math>\geq 6 \text{ m}</math> Edificación de 2 pisos sección <math>\leq 20 \times 20 \text{ cm}</math>, luz <math>\geq 4 \text{ m}</math> Edificación de 1</p>						

<p>6. Ubicación</p>	<p>Losas</p>	<p>Losas</p>	<p>Losas</p>						
	<p>Nudos</p>	<p>Nudos</p>	<p>Nudos</p>						
	<p>Escaleras</p>	<p>Escaleras</p>	<p>Escaleras</p>						
<p> <p>piso sección <math>\geq</math> 15x20 cm, luz <math>\leq</math> 4m</p> <p>Losa alivianada de 30 cm con luz <math>\leq</math> 6m sin fisuras</p> <p>Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga cubra al menos 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga no sea menor a 3/4 del ancho de la columna.</p> <p>Descanso de escalera apoyada sobre viga, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación.</p> </p>	<p> <p>piso sección <math>\leq</math> 15x20 cm, luz <math>\leq</math> 4m</p> <p>Losa alivianada de 30 cm con luz <math>\geq</math> 6m sin fisuras</p> <p>Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga <math>&lt;</math> 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga no sea menor a 3/4 del ancho de la columna.</p> <p>Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación, para columnas de secciones diferentes la ubicación de las escaleras es diversa.</p> </p>	<p> <p>piso sección <math>\leq</math> 15x20 cm, luz <math>\geq</math> 4m</p> <p>Losa alivianada <math>&lt;</math> 30 cm con luz <math>\geq</math> 6m con fisuras</p> <p>Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga <math>&lt;</math> 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga <math>&lt;</math> a 3/4 del ancho de la columna.</p> <p>Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra diversa, diseño de la escalera circular.</p> </p>							

Zona sísmica	Zona sísmica Tipo I y II	Zona sísmica Tipo III y IV	Zona sísmica Tipo V y VI						
Ladera	Pendiente entre 0% - 12%	Pendiente entre 12% - 25%	Pendiente entre 25% - 35%						
					56.67 %				

### 7.5. Anexo 4. Parámetros no considerados del Método Japonés

Parámetros no considerados del Método Japonés						Detalles de los parámetros no considerados del Método Japonés			
	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$R_i$	%				
2.4. Atrio o patio interior	1	0.9	0.8	0.50	3.33	Rap = 0,1 f1 = 0,4	0,1 < Rap ≤ 0,3 f1 ≤ 0,4	0,3 < Rap 0,4 < F1	
2.5. Excentricidad de atrio o patio interior	1	0.9	0.8	0.25	1.67	f2 = 0,1	0,1 < f2 ≤ 0,3+	0,3 < f2	
2.6. Subterráneo	1	0.9	0.8	1.00	6.67	1,0 Ras	0,5 < Ras < 1,0	Ras < 0,5	
2.7. Junta de dilatación	1	0.9	0.8	0.75	5.00	0,01 ≤ s	0,005 ≤ s < 0,01	s < 0,005	
3.1. Deformación permanente	1	0.9	0.7		6.67	las vigas no presentan deformaciones	Suelo de relleno Presenta reparaciones Deformación de vigas y columnas	Edificio presenta inclinación por asentamiento diferencial	
3.3. Incendios	1	0.8	0.7		6.67	No experimento incendios No contiene sustancias químicas	Incendios reparados Almacena sustancias químicas	Incendios sin reparaciones	
3.4. Uso del cuerpo o bloque	1	0.8			6.67				
3.5. Tipo de daño estructural	1	0.9	0.8		6.67	Daño estructural ligero o no	Daño estructural fuerte	Daño estructural grave	
$I_s = E_0 * S_0 * T$					43.33				

Si  $I_s \geq I_{s0}$ , el edificio se puede considerar que tiene un comportamiento seguro frente a un evento sísmico.

Si  $I_s < I_{s0}$ , el edificio se puede considerar que tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico, calificándolo como inseguro.

## 7.6. Método Japonés

### RELACIÓN LARGO ANCHO

#### EDIFICIO CLASE A

- $B \leq 5$ , simetría en cada dirección.
- $G1 = 1$
- $Ri = 0.50$

#### EDIFICIO CLASE B

- $5 < B \leq 8$  Planta no regular
- $G2 = 0.9$
- $Ri = 0.50$

#### EDIFICIO CLASE C

- $B > 8$  Planta irregular
- $G2 = 0.8$
- $Ri = 0.50$

### REGULARIDAD

#### EDIFICIO CLASE A

- Simetría en cada dirección.
- $G1 = 1$
- $Ri = 1$
- Áreas de planta salientes  $Lb \geq 5$  con respecto al área total de la planta.

#### EDIFICIO CLASE B

- Planta no regular
- $G2 = 0.9$
- $Ri = 1$
- Áreas de planta tipo L, T, U y otras.

#### EDIFICIO CLASE C

- Planta más irregular
- $G3 = 0.8$

- $R_i = 1$
- Área de salientes  $\geq$  que el 30% del área de la planta.

### **CONTRACCIÓN DE PLANTA**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G_1 = 1$
- $R_i = 1$
- $0,8 \leq c$
- $c = \frac{D_1}{D_0}$

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G_2 = 0.9$
- $R_i = 0.5$
- $0,5 \leq c \leq 0,8$
- $c = \frac{D_1}{D_0}$

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G_3 = 0.8$
- $R_i = 0.5$
- $c < 0.5$
- $c = \frac{D_1}{D_0}$

### **ATRIO O PATIO INTERIOR**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G_1 = 1$
- $R_i = 0.5$
- $R_{ap} = 0,1$

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G_2 = 0.9$
- $R_i = 0.5$

- $0,1 < R_{ap} \leq 0,3$

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G3 = 0.8$
- $R_i = 0.5$
- $0,3 < R_{ap}$

#### **SUBTERRANEO**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G1 = 1$
- $R_i = 1$
- $1,0 \leq R_{as}$

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G2 = 0.9$
- $R_i = 1$

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G3 = 0.8$
- $R_i = 1$
- $R_{as} < 0,5$

#### **JUNTAS DE DILATACIÓN**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G1 = 1$
- $R_i = 0.75$
- $0,01 \leq s$

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G2 = 0.9$
- $R_i = 0.75$

- $0,005 \leq s < 0,01$

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G3 = 0.8$
- $Ri = 0.75$
- 45

#### **UNIFORMIDAD DE ALTURA DE PISO**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G1 = 1$
- $Ri = 0.50$
- $0,8 \leq Rh$

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G2 = 0.9$
- $Ri = 0.50$
- $0,7 \leq Rh < 0,8$

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G3 = 0.8$
- $Ri = 0.50$
- $Rh < 0,7$

#### **COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL $E_o$**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G1 = 1$
- $Ri = 0$
- columnas de hormigón  $Ho/D \leq 2$

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G2 = 0.9$
- $Ri = 0$
- columnas  $ho/D > 2$

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G3 = 0.8$

- $R_i = 0$
- Muros de relleno de albañilería

### **DEFORMACIÓN DE PERCANCE**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G_1 = 1$
- $R_i = 0$
- no presenta deformaciones

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G_2 = 0.9$
- $R_i = 0$
- Suelo de relleno.
- Presenta reparaciones.
- Deformación de vigas y columnas

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G_3 = 0.8$
- $R_i = 0$

### **GRIETAS EN MUROS Y COLUMNAS**

#### **EDIFICIO CLASE A**

- $G_1 = 1$
- $R_i = 0$
- Nada de lo anterior

#### **EDIFICIO CLASE B**

- $G_2 = 0.9$
- $R_i = 0$
- Filtraciones sin corrosión
- Presenta grietas en muros
- Grietas inclinadas en columnas

#### **EDIFICIO CLASE C**

- $G_3 = 0.9$

- $R_i = 0$
- Filtraciones con corrosión de armadura

## ESTADOS DE CONSERVACION

### EDIFICIO CLASE A

- Columnas, vigas, losas, mampostería sin fisuras

### EDIFICIO CLASE B

- Edificio que no entran en la categoría A y C

### EDIFICIO CLASE C

- Más del 30% de los elementos se encuentran fisurados

## NOMECLATURA REQUERIDA PARA EL METODO JAPONES

**$E_0$ :** Sub-índice sísmico de comportamiento estructural.

**G:** Sub-índice sísmico de movimiento del terreno.

**$S_d$ :** Sub-índice sísmico de concepción estructural.

**T:** Sub-índice sísmico de deterioro con el tiempo.

**$I_s$ :** Índice sísmico de la estructura.

**$I_n$ :** Índice sísmico de los elementos no estructurales.

**Ras:** Valor básico de comportamiento sísmico, relacionado sólo con el método de evaluación.

**Z:** Factor de zona sísmica, tomado en relación con la amenaza probable en la zona, con valor máximo de 1.0.

**Rap:** Factor de importancia de la construcción para la recuperación después de un terremoto.



5. Elementos Estructurales	Ductilidad de elementos	Excentricidad								
	No existe efecto de columna corta	$e < \text{al } 5\%$ en dirección x, y	$\leq 25\%$ de las columnas sufren efecto de columna corta	$> 25\%$ de las columnas sufren efecto de columna corta						
Columnas	Edificación $> a 2$ pisos $A_c \geq 30 \times 30$ cm, luz $\leq 6$ m Edificación de 2 pisos $A_c \geq 25 \times 25$ cm, luz $\leq 4$ m Edificación de 1 piso $A_c \geq 20 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m	Edificación $> a 2$ pisos sección $\leq 30 \times 30$ cm, luz $\leq 6$ m Edificación de 2 pisos sección $\leq 25 \times 25$ cm, luz $\leq 4$ m Edificación de 1 piso sección $\leq 20 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m	Edificación $> a 2$ pisos sección $\leq 30 \times 30$ cm, luz $\leq 6$ m Edificación de 2 pisos sección $\leq 25 \times 25$ cm, luz $\leq 4$ m Edificación de 1 piso sección $\leq 20 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m	Edificación $> a 2$ pisos sección $\leq 30 \times 30$ cm, luz $\geq 6$ m Edificación de 2 pisos sección $\leq 25 \times 25$ cm, luz $\geq 4$ m Edificación de 1 piso sección $\leq 20 \times 20$ cm, luz $\geq 4$ m Efecto de columna corta. relación altura espesor (mampostería $L/b \leq 30$ ), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor, concentración de masa mayor a pisos inferiores.						
Muros	relación altura espesor (mampostería $L/b \leq 20$ ), no sobresale de la columna	relación altura espesor (mampostería $L/b \leq 20$ ), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor	relación altura espesor (mampostería $L/b \leq 20$ ), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor	relación altura espesor (mampostería $L/b \leq 30$ ), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor, concentración de masa mayor a pisos inferiores.						
Vigas	Edificación $> a 2$ pisos sección de columna $\geq 25 \times 30$ cm, luz $\leq 6$ m Edificación de 2 pisos sección $\geq 20 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m Edificación de 1 piso	Edificación $> a 2$ pisos sección $\leq 25 \times 30$ cm, luz $\leq 6$ m Edificación de 2 pisos sección $\leq 20 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m Edificación de 1 piso sección $\leq 15 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m	Edificación $> a 2$ pisos sección $\leq 25 \times 30$ cm, luz $\leq 6$ m Edificación de 2 pisos sección $\leq 20 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m Edificación de 1 piso sección $\leq 15 \times 20$ cm, luz $\leq 4$ m	Edificación $> a 2$ pisos sección $\leq 25 \times 30$ cm, luz $\geq 6$ m Edificación de 2 pisos sección $\leq 20 \times 20$ cm, luz $\geq 4$ m Edificación de 1 piso sección $\leq 15 \times 20$ cm, luz $\geq 4$ m						



<p>6. Ubicación</p> <p>Escaleras</p>	<p>Descanso de escalera apoyada sobre viga, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación.</p>	<p>Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación, para columnas de secciones diferentes la ubicación de las escaleras es diversa.</p>	<p>Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra diversa, diseño de la escalera circular.</p>							
<p>Zona sísmica</p>	<p>Zona sísmica Tipo I y II</p>	<p>Zona sísmica Tipo III y IV</p>	<p>Zona sísmica Tipo V y VI</p>							
<p>Ladera</p>	<p>Pendiente entre 0% - 12%</p>	<p>Pendiente entre 12% - 25%</p>	<p>Pendiente entre 25% - 35%</p>	<p>9. Topografía del sitio</p> <p>0 5 0 10 0.8</p>	<p>8%</p>	<p>terreno plano</p>	<p>Bajo nivel calzada</p>	<p>Sobre nivel calzada</p>	<p>Escarpe positivo o negativo</p>	
<p>IV=∑Calificación x Ponderación = 100</p>					<p>40%</p>					

### 7.8. Anexo 6. Parámetros no considerados de la Secretaría Nacional de Riesgos

Parámetros no considerados del Método de la Secretaría Nacional de Riesgos							Detalles de los parámetros no considerados del método de la Secretaría Nacional de Riesgos					
1.Sistema estructural	0	1	1	10	1.2	12%	Hormigón armado.	Estructura Metálica	Estructura de Madera	Estructura de Caña		
2. Material de paredes	1	1	10	10	1.2	12%	Pared de ladrillo	Pared de bloque	Pared es de piedra	Pared es de adobe		
3. Tipo de cubierta	5	0	5	10	5	1.0	10%	cubierta es metálica	cubierta es Losa de hormigón armado	cubierta es Viga de madera y zinc	cubierta es Caña y zinc	cubierta es Viga de madera y teja
5. Número de pisos	0	1	5	10	5	0.8	8%	Si es de 1 piso	Si es de 2 pisos	Si es de 3 pisos	Si es de 4 pisos	Si es de 5 pisos o más
7. Estado de conservación	0	1	5	10	1.0	10%	Si es buena	Si es aceptable	Si es regular	Si es malo		
8.Características suelo bajo edificio	0	1	5	10	0.8	8%	Firme, seco	Inundable	Ciénega	Húmedo		
$IV = \sum \text{Calificación} \times \text{Ponderación} = 100$						60%						

## 7.9. Método de la Secretaria Nacional de Riesgos

### a) Sistema Estructural.

1. La calificación es 0 cuando la tipología predominante de la estructura es: hormigón armado.

### b) Tipo de Material en Paredes.

1. La calificación es 1 cuando el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación es: pared de ladrillo, pared de bloque.

### c) Tipo de Cubierta.

1. La calificación es 0 cuando el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación es: hormigón armado.
2. La calificación es 5 cuando el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación es: cubierta metálica, viga de madera y zinc, viga de madera y teja

### d) Sistema de Entrepiso.

1. La calificación es 0 cuando el sistema de entrepiso es: hormigón armado.

### e) Número de Pisos.

1. La calificación es 0 cuando el número de pisos de la edificación es: 1 piso.
2. La calificación es 1 cuando el número de pisos de la edificación es: 2 piso.
3. La calificación es 5 cuando el número de pisos de la edificación es: 3 piso.
4. La calificación es 10 cuando el número de pisos de la edificación es: 4 piso, 5 pisos o más.

### f) Año de Construcción.

1. La calificación es 0 cuando los años de construcción de la edificación es: entre 1991 y 2013.
2. La calificación es 1 cuando los años de construcción de la edificación es: entre 1981 y 1990.
3. La calificación es 5 cuando los años de construcción de la edificación es: entre

1971 y 1980.

4. La calificación es 10 cuando los años de construcción de la edificación es: antes de 1970.

**g) Estado de Conservación.**

1. La calificación es 0 cuando el grado de deterioro de la edificación es: buena.
2. La calificación es 1 cuando el grado de deterioro de la edificación es: aceptable.
3. La calificación es 5 cuando el grado de deterioro de la edificación es: regular.
4. La calificación es 10 cuando el grado de deterioro de la edificación es: malo.

**h) Características del Suelo Bajo la Edificación.**

1. La calificación es 0 cuando el tipo de terreno es: firme y seco.
2. La calificación es 5 cuando el tipo de terreno es: ciénaga.
3. La calificación es 10 cuando el tipo de terreno es: húmedo, blando, relleno.

**i) Topografía del Sitio**

1. La calificación es 0 cuando la topografía del sitio de construcción de la edificación es: a nivel, terreno plano, sobre nivel calzada.
2. La calificación es 5 cuando la topografía del sitio de construcción de la edificación es: bajo nivel calzada.
3. La calificación es 10 cuando la topografía del sitio de construcción de la edificación es: escarpe positivo o negativo.

**j) Forma de la Construcción.**

1. La calificación es 0 cuando hay la presencia de irregularidades en la edificación es: regular.
2. La calificación es 5 cuando hay la presencia de irregularidades en la edificación es: irregular.
3. La calificación es 10 cuando hay la presencia de irregularidades en la edificación es: irregularidad severa.

**7.10. Anexo 7. Matriz de comparación de los parámetros considerados del Método de la NEC – ATC-21**

PROPUESTA IEEACR	Detalles de los parámetros de la propuesta IEEACR			Parámetros considerados del Método NEC- ATC - 21			Detalles de los parámetros considerados del Método ATC-21		
1. Daño por desastre anterior con consecuencia a la estructura	Categoría A	Categoría B	Categoría C			%	A	B	C
Sismo, incendio, inundación	Ninguno	Incendio e inundación	Sismo (sin reparaciones o fisuras)						
2. Requisitos de construcción				1. Tipología de la edificación	2.50	37%	Estructura de concreto reforzado		
Memoria y Planos	Memoria y Planos	Planos	Ninguno	5. Código de construcción	-1.20	1.40	21%	Pre código 1977	Moderno a partir del 2001
3. Configuración Estructural				3. Irregularidad de la edificación	-0.50	-1.50	22%	Irregularidad en planta	Irregularidad en elevación
Longitud/ancho	$L/H < 4$ o $L/H > 4$ juntas $\geq 2,5$ cm	$L/H > 4$ juntas $\leq 2,5$ cm	$L/H > 4$ sin juntas						
Retroceso de esquinas	$A < 1,15 B$ y $C < 1,15 D$ o no tiene entrantes	$A < 1,15 B$ y $C > 1,15 D$	$A > 1,15 B$ y $C > 1,15 D$						
Entrantes	No tiene entrantes o huecos	$CxD + CxE < 0.5 Ax B$	$CxD + CxE > 0.5 Ax B$						
Volado lateral	No tiene volados	Volados $a1$ o $b1 < 1m$	volados $a1$ o $b1 > 1m$						
Eje vertical discontinuo	$a = b$ Existe continuidad de elementos	$a > b$ en el 25% de pisos superiores	$a > b$ en más del 50% de pisos superiores						
Altura de entrepiso	Misma elevación	$h1 > h2$ piso intermedio	$h1 > h2$ planta baja						
4. Excentricidad Estructural									
Ductilidad de elementos	No existe efecto de columna corta	$\leq 25\%$ de las columnas sufren efecto de columna corta	$> 25\%$ de las columnas sufren efecto de columna corta						

Excentricidad 5. Elementos Estructurales	e < al 5% en dirección x, y	ex > 5% Dx o ey > 5% de Dy	ex > 5% Dx y ey > 5% de Dy				
Columnas	Edificación > a 2 pisos Ac ≥ 30x30 cm, luz ≤ 6 m Edificación de 2 pisos Ac ≥ 25x25 cm, luz ≤ 4m Edificación de 1 piso Ac ≥ 20x20 cm, luz ≤ 4m	Edificación > a 2 pisos sección ≤ 30x30 cm, luz ≤ 6 m Edificación de 2 pisos sección ≤ 25x25 cm, luz ≤ 4m Edificación de 1 piso sección ≤ 20x20 cm, luz ≤ 4m	Edificación > a 2 pisos sección ≤ 30x30 cm, luz ≥ 6 m Edificación de 2 pisos sección ≤ 25x25 cm, luz ≥ 4m Edificación de 1 piso sección ≤ 20x20 cm, luz ≥ 4m Efecto de columna corta.				
Muros	Relación altura espesor (mampostería L/b ≤ 20), no sobresale de la columna	Relación altura espesor (mampostería L/b ≤ 20), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor	Relación altura espesor (mampostería L/b ≤ 30), la mampostería sobresale un 20 % de su espesor, concentración de masa mayor a pisos inferiores.				
Vigas	Edificación > a 2 pisos sección de columna ≥ 25x30 cm, luz ≤ 6 m Edificación de 2 pisos sección ≥ 20x20 cm, luz ≤ 4m Edificación de 1 piso sección ≥ 15x20 cm, luz ≤ 4m	Edificación > a 2 pisos sección ≤ 25x30 cm, luz ≤ 6 m Edificación de 2 pisos sección ≤ 20x20 cm, luz ≤ 4m Edificación de 1 piso sección ≤ 15x20 cm, luz ≤ 4m	Edificación > a 2 pisos sección ≤ 25x30 cm, luz ≥ 6 m Edificación de 2 pisos sección ≤ 20x20 cm, luz ≥ 4m Edificación de 1 piso sección ≤ 15x20 cm, luz ≥ 4m				
Losas	Losa alivianada de 30 cm con luz ≤ 6m sin fisuras	Losa alivianada de 30 cm con luz ≥ 6m sin fisuras	Losa alivianada < 30 cm con luz ≥ 6m con fisuras				

<p>Nudos</p> <p>Escaleras</p> <p>6. Ubicación</p>	<p>Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga cubra al menos 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga no sea menor a 3/4 del ancho de la columna.                  Descanso de escalera apoyada sobre viga, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación.</p>	<p>Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga &lt; 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga no sea menor a 3/4 del ancho de la columna.                  Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra en la parte central de la edificación, para columnas de secciones diferentes la ubicación de las escaleras es diversa.</p>	<p>Nudo interior – exterior vigas, sección de la viga &lt; 3/4 del ancho de la columna y la altura de la viga &lt; a 3/4 del ancho de la columna.                  Descanso de escaleras apoyadas en losas, ubicación de la escalera con respecto al sistema resistente de la estructura para columnas de secciones iguales esta se encuentra diversa, diseño de la escalera circular.</p>						
<p>Zona sísmica</p> <p>Ladera</p>	<p>Zona sísmica Tipo I y II                  Pendiente entre 0% - 12%</p>	<p>Zona sísmica Tipo III y IV                  Pendiente entre 12% - 25%</p>	<p>Zona sísmica Tipo V y VI                  Pendiente entre 25% - 35%</p>						
						<p>79%</p>			

**7.11. Anexo 8. Parámetros no considerados de la NEC, ATC-21**

Parámetros no considerados del Método NEC- ATC – 21					Detalles de los parámetros no considerados del Método ATC-21		
4. Tipo de suelo	-0.40	-0.40	-0.80	12%	Tipo C	Tipo D	Tipo E
					No se requiere estudios de tipos de suelo A, B y F, debido a que la tipología no afecta las edificaciones		
2. Altura de la edificación	0.00	0.40	0.60	9%	altura menor a 4 pisos	Mediana altura de 4 a 7 pisos	Gran altura mayor a 7 pisos
				21%			

## **7.12. Método de la NEC, ATC-21**

### **1. Tipología de la edificación**

Estructura de concreto reforzado

### **2. Altura de la edificación**

altura menor a 4 pisos

Mediana altura de 4 a 7 pisos

Gran altura mayor a 7 pisos

### **3. Irregularidad de la edificación**

Irregularidad en planta

Irregularidad en elevación

### **4. Tipo de suelo**

Tipo C

Tipo D

Tipo E

No se requiere estudios de tipos de suelo A, B y F, debido a que la tipología no afecta las edificaciones

### **5. Código de construcción**

Pre código 1977

Moderno a partir del 2001

### 7.13. Anexo 9. Instrumento de Valoración

#### INSTRUMENTO PARA INSPECCION ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES APORTICADAS DE CONCRETO REFORZADO.

**1. ALCANCE**

IEEACR

El presente instrumento de valoración de inspección simplificada está orientado a establecer parámetros a desastres por sismos, o patologías que presenten las mismas. En un documento adaptado a los ítems con el fin de evaluar el inmueble construido para la seguridad de las personas tanto al interior como en las inmediaciones, orientado a la capacidad remanente de la estructura.

**2. IDENTIFICACIÓN DEL INSPECTOR**

Nº Serie: \_\_\_\_\_ Hora de Inspección: \_\_\_\_\_

Fecha de Inspección: \_\_\_\_\_

Nombre del Evaluador: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Institución a la que pertenece: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

**3. IDENTIFICACIÓN DEL INMUEBLE**

Región: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_

Beneficiario: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Uso actual de la edificación: \_\_\_\_\_

Uso Posterior: \_\_\_\_\_

Nº de pisos: \_\_\_\_\_ Subterráneos: \_\_\_\_\_

**SISTEMA ESTRUCTURAL.**

Marque el círculo correspondiente

**4. DAÑO ANTERIOR DE LA ESTRUCTURA.**

Ninguno  Incendio o Inundación  Sismo

- a) Ninguno o Estructura reforzada
- b) Daños por Incendio o Inundación
- c) Daño por sismo

**5. LA ESTRUCTURA CUENTA CON:**

Ninguna  Memoria Técnica  Planos

- a) Planos y Memoria
- b) Planos
- c) Ninguno

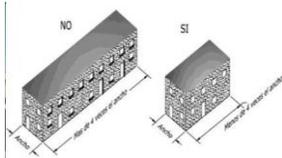
**6. ESTRUCTURACIÓN SÍSMICA**

longitud de Junta: \_\_\_\_\_

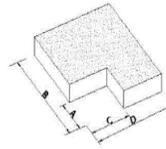
Longitud del edificio (L): \_\_\_\_\_

Ancho del edificio (H): \_\_\_\_\_

Sin retroceso en esquinas   
 Retroceso en esquina (A) : \_\_\_\_\_ (C) \_\_\_\_\_  
 Retroceso en esquina (B) : \_\_\_\_\_ (D) \_\_\_\_\_



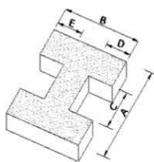
- a)  $L/H < 4$
- b)  $L/H > 4$  juntas  $\leq 2,5$  cm
- c)  $L/H > 4$  sin juntas



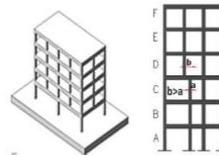
- a)  $A < 1,15 B$  y  $C < 1,15 D$ ; sin retrocesos
- b)  $A < 1,15 B$  o  $C < 1,15 D$
- c)  $A > 1,15 B$  y  $C > 1,15 D$

No tiene entrantes o huecos   
 Entrantes o Huecos (Cx D) : \_\_\_\_\_  
 Entrantes o Huecos (Cx E) : \_\_\_\_\_

Eje vertical continuo   
 Eje vertical discontinuo (a) : \_\_\_\_\_ (c) \_\_\_\_\_  
 Eje vertical discontinuo (b) : \_\_\_\_\_ (d) \_\_\_\_\_



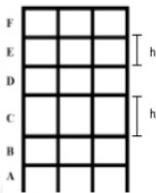
- a) No tiene entrantes o huecos
- b)  $Cx D + Cx E < 0,5 AxB$
- c)  $Cx D + Cx E > 0,5 AxB$



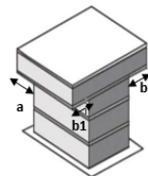
- a)  $a = b$
- b)  $a > b$  en el 25% de pisos superiores
- c)  $a > b$  en el 50% de pisos superiores

Altura de elevación equivalente   
 Altura de entre piso h 1: \_\_\_\_\_  
 Altura de entre piso hn.: \_\_\_\_\_

No tiene volados   
 Volado lateral (a1) : \_\_\_\_\_ (a2) \_\_\_\_\_  
 Volado lateral (b1) : \_\_\_\_\_ (b2) \_\_\_\_\_



- a) Misma elevación
- b)  $h1 > h2$  piso intermedio
- c)  $h1 > h2$  planta baja

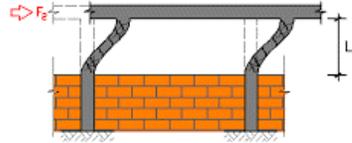


- a) No tiene volados
- b)  $0 < a1$  o  $b1 \leq 2m$
- c)  $a1$  o  $b1 > 2m$

**7. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL**

**Ductilidad de elementos**

No existe efecto de columna corta    
 Numero de columnas cortas \_\_\_\_\_   
 Longitud de columna corta (L<sub>s</sub>): \_\_\_\_\_



- a) No existe efecto de columna corta
- b) ≤ 25% de las columnas
- c) > 25% de columnas

**Condición:** (3/4L<sub>1</sub> > L<sub>2</sub>) o (L<sub>2</sub> > 1/4L<sub>1</sub>) Efecto de columna corta

**INSPECCIÓN POR TORSIÓN EN LA PLANTA MAS CRÍTICA DE LA EDIFICACIÓN**

**Esquema estructural en planta "columnas centro de rigidez"**

<p style="text-align: center;">XCR: _____ YCR: _____</p>	<p style="text-align: center;"><b>EJEMPLO</b></p> <p style="text-align: center;"> <math>\sum F_x = 0 ; \sum F_y = 0</math>  <math>\sum M_x = 0 ; \sum M_y = 0</math>  <math>Y_{CR} = (\sum M_x) / (\sum F_x)</math>  <math>X_{CR} = (\sum M_y) / (\sum F_y)</math> </p>
--	---

**Esquema estructural en planta "losa centro de masas"**

<p style="text-align: center;">XCM: _____ YCM: _____</p>	<p style="text-align: center;"><b>EJEMPLO</b></p> <p style="text-align: center;"> <math>\sum FAT = A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n</math>  <math>\sum FAX = A_1 \times bx_1 + A_2 \times bx_2 \dots +</math>  <math>\sum FAY = A_1 \times by_1 + A_2 \times by_2 \dots +</math>  <math>X_{CM} = (\sum Ax) / (\sum AT)</math>  <math>Y_{CM} = (\sum Ay) / (\sum AT)</math> </p>
--	--

Excentricidad (x) _____	Dimensión en planta (x) _____	5 % Dx _____	a) e < 5% en dirección x, y
Excentricidad (y) _____	Dimensión en planta (y) _____	5 % Dy _____	b) e <sub>x</sub> > 5% Dx o e <sub>y</sub> > 5% de Dy
			c) e <sub>x</sub> > 5% Dx y e <sub>y</sub> > 5% de Dy

**Derivas de piso**

DERIVA EJE X  
 $\Delta_{xx} = 0,75 \times R \times \Delta E_{xx}$

DERIVA EJE Y  
 $\Delta_{yy} = 0,75 \times R \times \Delta E_{yy}$

**Nota:** Los desplazamientos ΔE<sub>xx</sub> y ΔE<sub>yy</sub> se obtendrán por el software Etabs (R=8)

- a) (Δ<sub>xx</sub>; Δ<sub>yy</sub>) < 2%
- b) 2% < (Δ<sub>xx</sub> o Δ<sub>yy</sub>) < 5,6%
- c) (Δ<sub>xx</sub> ; Δ<sub>yy</sub>) > 5,6%

**8. CONFIGURACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

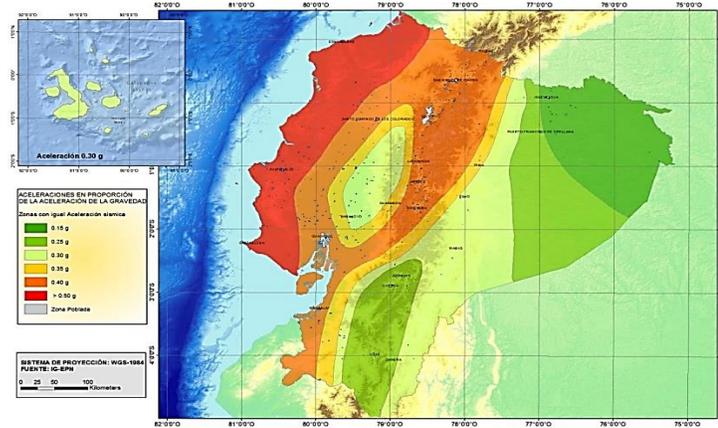
ELEMENTO	CONSIDERACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ELEMENTOS		
	A	B	C
Columnas	E>2P, Ac≥30x30cm, L=6-8 <input type="checkbox"/>	E>2P, Ac < 30x30cm, L<6 <input type="checkbox"/>	E>2P, Ac < 30x30cm, L>6 <input type="checkbox"/>
	E=2P, Ac ≥ 25x25cm, L≤4 <input type="checkbox"/>	E=2P, Ac < 25x25cm, L<4 <input type="checkbox"/>	E=2P, Ac < 25x25cm, L>4 <input type="checkbox"/>
	E=1P, Ac ≥ 20x20cm, L≤4 <input type="checkbox"/>	E=1P, Ac < 20x20cm, L<4 <input type="checkbox"/>	E=1P, Ac < 20x20cm, L>4 <input type="checkbox"/>
Muros	L/b ≤ 20 <input type="checkbox"/>	L/b ≤ 20 s = 20% <input type="checkbox"/>	L/b ≤ 30 s = 30% <input type="checkbox"/>
Vigas	E>2P, Av>25x30cm, L=6-8 <input type="checkbox"/>	E>2P, Av < 25x30cm, L<6 <input type="checkbox"/>	E>2P, Av ≤ 25x30cm, L>6 <input type="checkbox"/>
	E=2P, Av ≥ 20x20cm, L≤4 <input type="checkbox"/>	E=2P, Av ≤ 20x20cm, L<4 <input type="checkbox"/>	E=2P, Av ≤ 20x20cm, L≥4 <input type="checkbox"/>
	E=1P, Av ≥ 15x20cm, L≤4 <input type="checkbox"/>	E=1P, Av ≤ 15x20cm, L<4 <input type="checkbox"/>	E=1P, Av ≤ 15x20cm, L≥4 <input type="checkbox"/>
Losas	e ≥ 30 cm, L ≤ 6 m <input type="checkbox"/>	e ≥ 30 cm, L ≥ 6 m <input type="checkbox"/>	e < 30 cm, L ≥ 6 m <input type="checkbox"/>
Nudos	Av cubra mínimo 3/4 Bc, Hv > 3/4 Bc. <input type="checkbox"/>	Av < 3/4 Bc, Hv > 3/4 Bc. <input type="checkbox"/>	Av < 3/4 Bc, Hv < 3/4 Bc. <input type="checkbox"/>
	Escalera sobre viga rectangular <input type="checkbox"/>	escalera sobre losa rectangular <input type="checkbox"/>	escalera sobre losa circular <input type="checkbox"/>

Simbología:

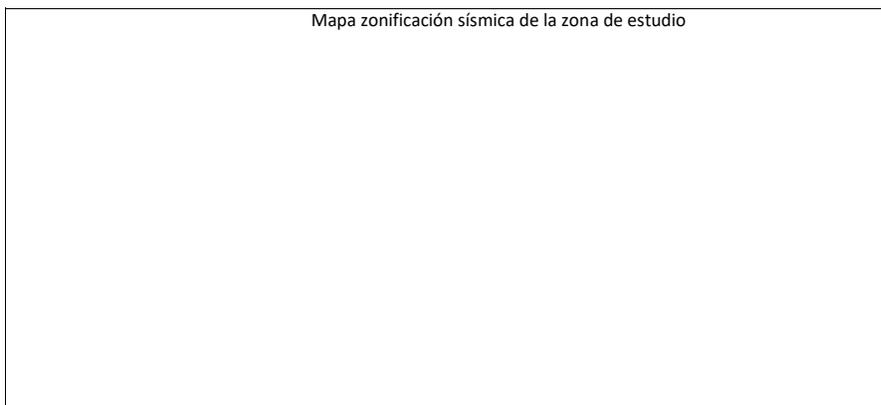
E= Edificación; 2P= 2 pisos; P= 1 piso; Ac= área de columna; Av= área de viga; Hv= peralte de viga; Bc= ancho de columna; e= espesor de losa; L= luz crítica

**9. RIESGO POR UBICACIÓN**

PELIGRO POR ZONA SISMICA Y TOPOGRAFIA DEL SITIO



ZONA SISMICA	I	II	III	IV	V	VI
FACTOR Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta



PENDIENTE DE LADERAS RECOMENDABLES SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE OBRAS CIVILES

- a) Pendiente entre 0 -12% \_\_\_\_\_      b) Pendiente entre 12-25% \_\_\_\_\_      c) Pendiente entre 25-35% \_\_\_\_\_

PUNTAJE DE INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES APORTICADAS DE CONCRETO REFORZADO.					
CARACTERISTICAS	LEVE	MODERADO	SEVERO	FI	CALIFICACION OBTENIDA x FI
1. Daño anterior de la estructura					
Sismo, inundación, incendio	-	-	-	0,05	
2. Requisitos de construcción					
Memoria y Planos	-	-	-	0,1	
3. Configuración Estructural					
Longitud/ancho	-	-	-	0,03	
Retroceso de esquinas	-	-	-	0,03	
Entrantes	-	-	-	0,03	
Eje vertical discontinuo	-	-	-	0,03	
Altura de entrepiso	-	-	-	0,03	
Volado lateral	-	-	-	0,03	
4. Comportamiento Estructural					
Ductilidad de elementos	-	-	-	0,12	
Excentricidad	-	-	-	0,12	
Derivas de piso	-	-	-	0,12	
5. Elementos Estructurales					
Columnas	-	-	-	0,05	
Muros	-	-	-	0,05	
Vigas	-	-	-	0,05	
Losas	-	-	-	0,05	
Nudos	-	-	-	0,05	
Escaleras	-	-	-	0,05	
6. Ubicación					
Zona sísmica	-	-	-	0,03	
Ladera	-	-	-	0,03	
Seguras	0 - 0,47				
Medianamente Vulnerables	0,48 - 0,95		<b>TOTAL</b>		
Altamente Vulnerables	0,96 - 1,9				

**NOTA: EL PUNTAJE SE DA EN RANGO DE 0 a 2**

**0 = Leve:** Cumple con las condiciones y por ende no tiene ninguna penalidad

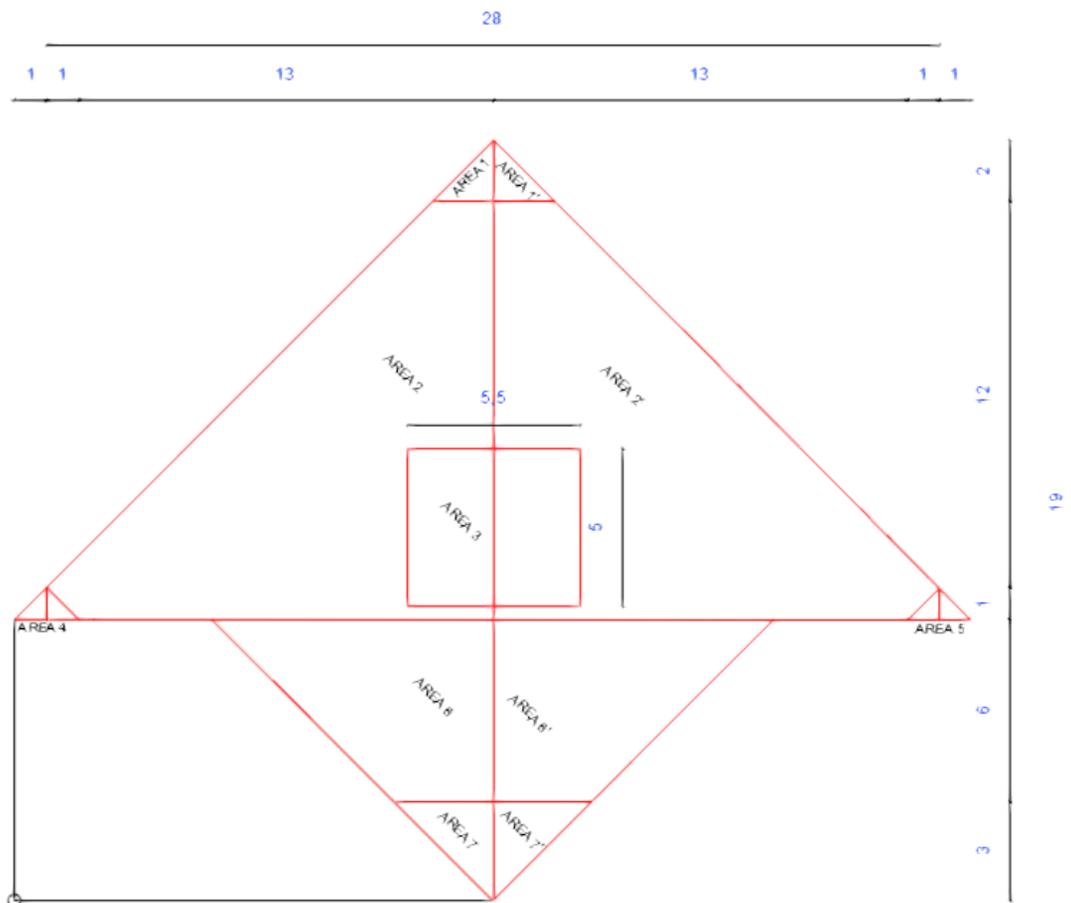
**1= Moderado:** Incumplimiento de una condición

**2 = Severo:** Incumplimiento total de condiciones de la metodología

Recomendación: Una vez obtenido las inspecciones con sus respectivas calificaciones en el ítem que corresponda, esta se multiplica por un factor de incidencia (FI). Los resultados se miden en tres niveles de inseguridad; Bajo, Medio y Alto, que nos indican si la edificación debe ser evaluada mediante la aplicación de ensayos y análisis de comportamiento dinámico.

**7.14. Anexo 10. Cálculo de excentricidad de los bloques de la Universidad Nacional de Chimborazo.**

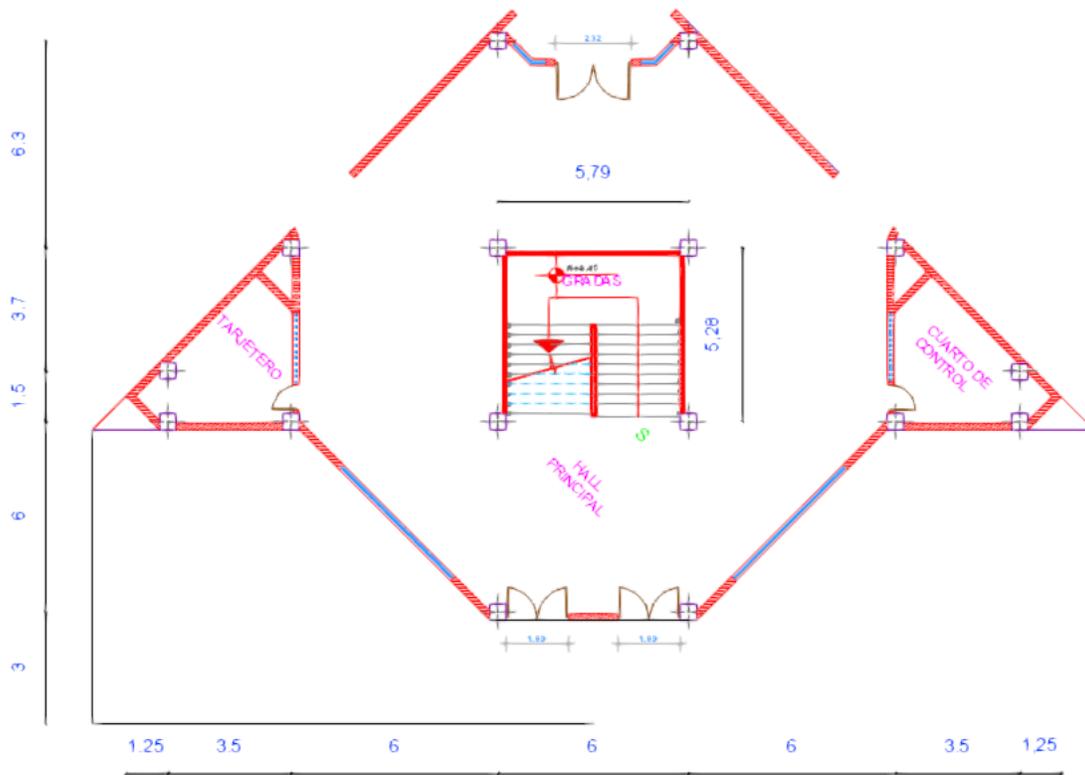
**EXCENTRICIDAD BLOQUE A SEGMENTO CENTRAL**



PISO 1-5					
Figura	Área	X	Y	Ax	Ay
AREA 1	-3.125	14.24	22.33	-44.5	-69.78
AREA 1'	-3.125	15.83	22.33	-49.46	-69.78
AREA 2	1 12.50	10	14	1125	1575
AREA 2'	1 12.50	20	14	2250	1575
AREA 3	-27.5	15	12	-412.5	-330
AREA 4	-0.5	0.67	9.33	-0.335	-4.665
AREA 4'	-0.5	1.33	9.33	-0.665	-4.665
AREA 5	-0.50	28.67	9.33	-14.34	-4.67

AREA 5'	-0.50	29.33	9.33	-14.67	-4.67
AREA 6	40.50	12.00	6.00	486.00	243.00
AREA 6'	40.50	18.00	6.00	729.00	243.00
AREA 7	-4.50	14.00	2.00	-63.00	9.00
AREA 7'	-4.50	16.00	2.00	-72.00	9.00
	<b>261.25</b>			<b>3918.53</b>	<b>3165.78</b>

Xcg =	15.0
Ycg =	12.1



EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0.50	0.50	0.0052	0.0052	3745.81	3745.81	1	9	33712.29	3745.81
A2	0.50	0.50	0.0052	0.0052	3745.81	3745.81	1	10.5	39331.00	3745.81
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
B1	0.50	0.50	0.0052	0.0052	3745.81	3745.81	4	9	33712.29	14983.24
B2	0.50	0.50	0.0052	0.0052	3745.81	3745.81	4	14.2	53190.50	14983.24
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				

<b>C1</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	10	3	11237.43	37458.10
<b>C2</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	10	9	33712.29	37458.10
<b>C3</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	10	14.2	53190.50	37458.10
<b>C4</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	10	20.5	76789.10	37458.10
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>I<sub>x</sub></b>	<b>I<sub>y</sub></b>	<b>t<sub>x</sub></b>	<b>t<sub>y</sub></b>				
<b>D1</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	19	3	11237.43	71170.38
<b>D2</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	19	9	33712.29	71170.38
<b>D3</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	19	14.2	53190.50	71170.38
<b>D4</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	19	20.5	76789.10	71170.38
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>I<sub>x</sub></b>	<b>I<sub>y</sub></b>	<b>t<sub>x</sub></b>	<b>t<sub>y</sub></b>				
<b>E1</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	22	9	33712.29	82407.81
<b>E2</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	22	14.2	53190.50	82407.81
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>I<sub>x</sub></b>	<b>I<sub>y</sub></b>	<b>t<sub>x</sub></b>	<b>t<sub>y</sub></b>				
<b>F1</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	25	9	33712.29	93645.24
<b>F2</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0052</b>	<b>3745.81</b>	<b>3745.81</b>	25	10.5	39331.00	93645.24
									<b>669750.76</b>	<b>824078.12</b>

### Excentricidad Máxima.

ex máx=	1.40
ey máx=	0.95

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 59932.95$$

$$Mx = 669750.76$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 59932.95$$

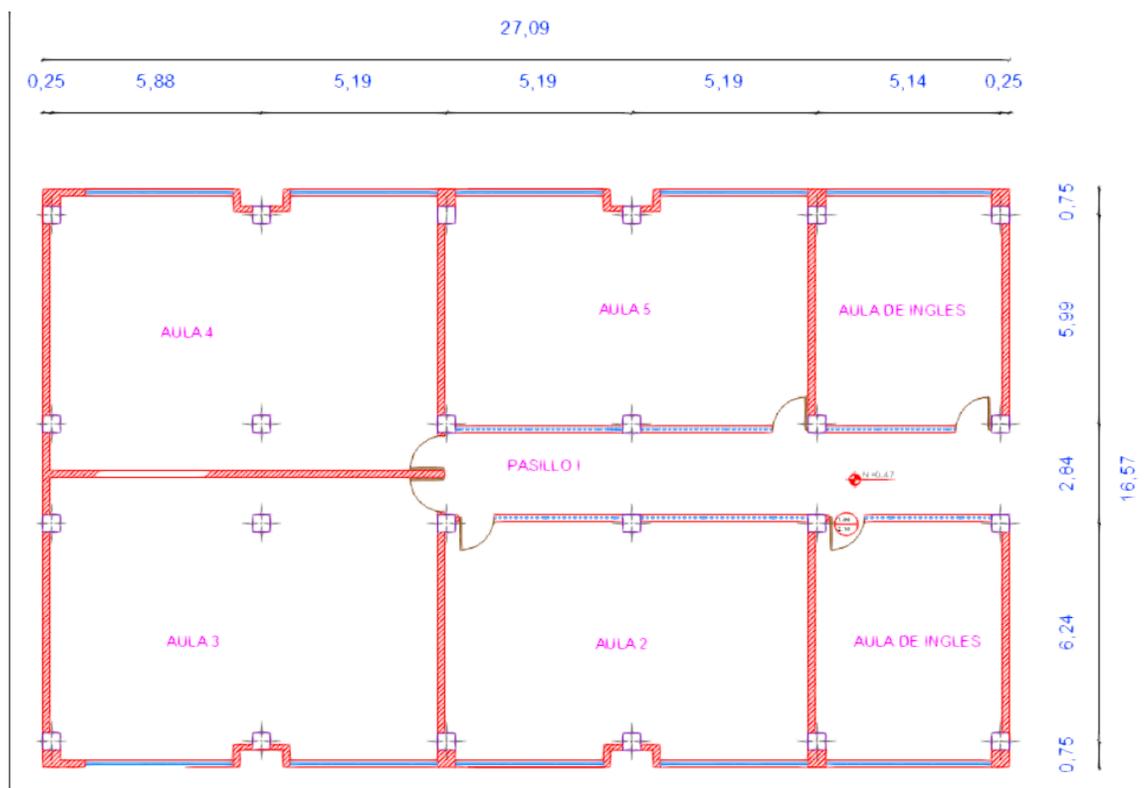
$$My = 824078.12$$

CENTRO DE RIGIDECES	
X <sub>cr</sub> =	13.75
Y <sub>cr</sub> =	11.18

CENTRO DE MASAS PISO 1-3	
X <sub>cm</sub> =	15.00
Y <sub>cm</sub> =	12.12

Excentricidad	Datos	Condición
ex	1.25	Cumple
ey	0.94	Cumple

## EXCENTRICIDAD BLOQUE A SEGMENTO IZQUIERDA - DERECHA



### CALCULO DEL CENTRO DE MASAS

PISO 1-5					
Figura	Área	X	Y	Ax	Ay
AREA 1	445,5	13,5	8,25	6014,25	3675,375
AREA 2	-0,6	6,1	16,25	-3,66	-9,75
AREA 3	-0,6	16,5	16,25	-9,9	-9,75
AREA 4	-0,6	6,1	0,25	-3,66	-0,15
AREA 5	-0,6	16,5	0,25	-9,9	-0,15
	443,10			5987,13	3655,58

<b>Xcg =</b>	13,5
<b>Ycg =</b>	8,3

EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	0,25	0,75	2809,36	936,45
A2	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	0,25	7	26220,67	936,45

A3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	0,25	9,5	35585,19	936,45
A3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	0,25	16	59932,95	936,45
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
B1	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	6	0,75	2809,36	22474,86
B2	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	6	7	26220,67	22474,86
B3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	6	9,5	35585,19	22474,86
B3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	6	16	59932,95	22474,86
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
C1	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	11	0,75	2809,36	41203,91
C2	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	11	7	26220,67	41203,91
C3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	11	9,5	35585,19	41203,91
C4	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	11	16	59932,95	41203,91
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
D1	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	16,5	0,75	2809,36	61805,86
D2	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	16,5	7	26220,67	61805,86
D3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	16,5	9,5	35585,19	61805,86
D4	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	16,5	16	59932,95	61805,86
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
E1	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	21,5	0,75	2809,36	80534,91
E2	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	21,5	7	26220,67	80534,91
E3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	21,5	9,5	35585,19	80534,91
E4	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	21,5	16	59932,95	80534,91
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
F1	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	27	0,75	2809,36	101136,86
F2	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	27	7	26220,67	101136,86
F3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	27	9,5	35585,19	101136,86
F4	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	27	16	59932,95	101136,86
									<b>687356,07</b>	<b>1131234,51</b>

### Excentricidad Máxima.

ex máx=	1,35
ey máx=	0,83

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 89899,43$$

$$Mx = 687356,07$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 89899,43$$

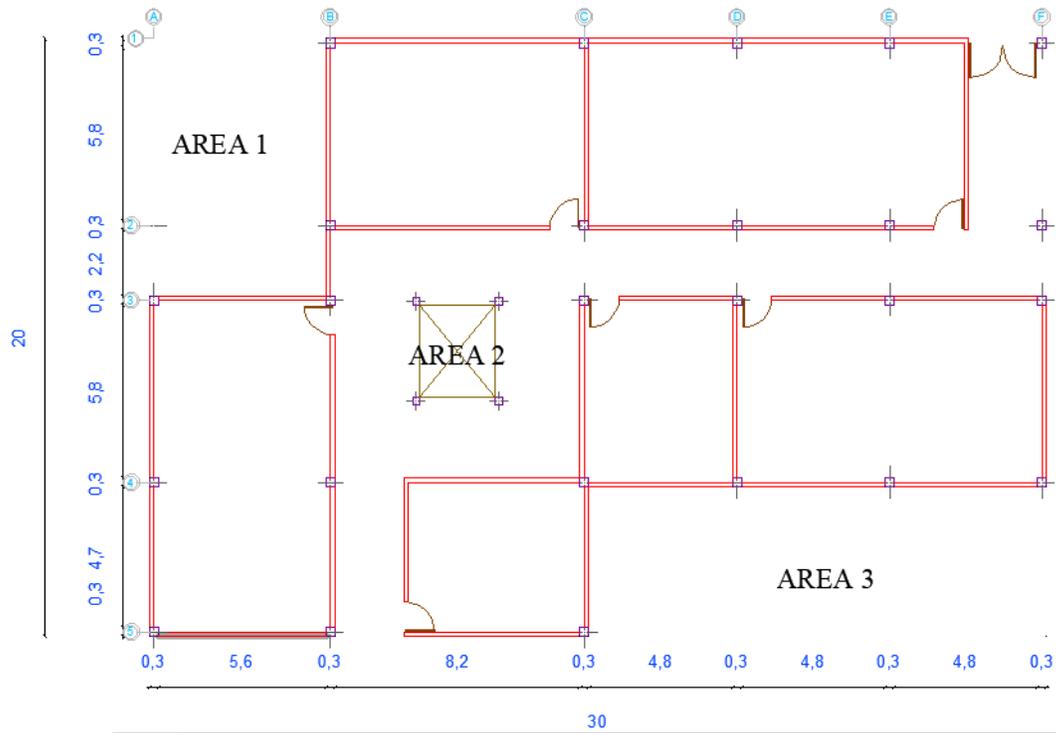
$$My = 1131234,51$$

<b>CENTRO DE RIGIDEZES</b>	
<b>Xcr=</b>	<b>12,58</b>
<b>Ycr=</b>	<b>7,65</b>

<b>CENTRO DE MASAS PISO 1-3</b>	
<b>Xcm=</b>	<b>13,51</b>
<b>Ycm=</b>	<b>8,25</b>

<b>Excentricidad</b>	<b>Datos</b>	<b>Condición</b>
ex	0.93	Cumple
ey	0.60	Cumple

### EXCENTRICIDAD BLOQUE B SEGMENTO CENTRAL



### CALCULO DEL CENTRO DE MASAS

PISO 1-5					
Figura	Área	X	Y	Ax	Ay
AREA TOTAL	600	15	10	9000	6000
AREA1	-50,74	2,95	15,7	-149,683	-796,618
AREA 2	-7,75	10,3	9,55	-79,825	-74,0125
AREA 3	-76,5	22,35	2,5	-1709,775	-191,25
	465,01			7060,72	4938,12

<b>Xcg =</b>	15,2
<b>Ycg =</b>	10,6

y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
					x(m)	y(m)	Mx	My
0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	11,25	10117,90	0,00
0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	5,15	4631,75	0,00
0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	0,15	134,91	0,00

<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>					
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	5,45	19,85	9636,32	2645,74	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	5,45	13,75	6675,03	2645,74	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	5,45	11,25	5461,39	2645,74	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	5,45	5,15	2500,10	2645,74	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	5,45	0,15	72,82	2645,74	
<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>					
0,20	0,00013333	0,00013333	95,89	95,89	8,93	11,2	1074,00	856,32	
0,20	0,00013333	0,00013333	95,89	95,89	8,93	7,8	747,96	856,32	
<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>					
0,20	0,00013333	0,00013333	95,89	95,89	11,6	11,2	1074,00	1112,36	
0,20	0,00013333	0,00013333	95,89	95,89	11,6	7,8	747,96	1112,36	
<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>					
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	14,55	19,85	9636,32	7063,40	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	14,55	13,75	6675,03	7063,40	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	14,55	11,25	5461,39	7063,40	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	14,55	5,15	2500,10	7063,40	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	14,55	0,15	72,82	7063,40	
<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>					
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	19,65	19,85	9636,32	9539,23	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	19,65	13,75	6675,03	9539,23	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	19,65	11,25	5461,39	9539,23	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	19,65	5,15	2500,10	9539,23	
<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>					
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	24,75	19,85	9636,32	12015,06	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	24,75	13,75	6675,03	12015,06	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	24,75	11,25	5461,39	12015,06	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	24,75	5,15	2500,10	12015,06	
<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>					
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	29,85	19,85	9636,32	14490,89	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	29,85	13,75	6675,03	14490,89	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	29,85	11,25	5461,39	14490,89	
0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	29,85	5,15	2500,10	14490,89	
							<b>140038,35</b>	<b>196663,76</b>	

**Excentricidad Máxima.**

ex máx=	1,50
ey máx=	1,00

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 13761,73$$

$$Mx = 140038,35$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 13761,73$$

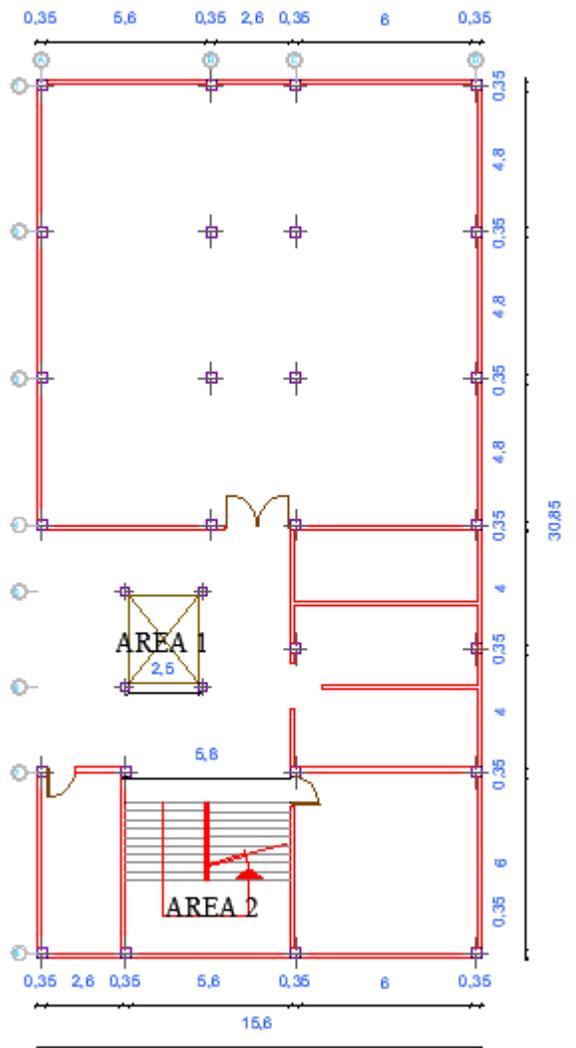
$$My = 196663,76$$

<b>CENTRO DE RIGIDECES</b>	
<b>Xcr=</b>	<b>14,29</b>
<b>Ycr=</b>	<b>10,18</b>

<b>CENTRO DE MASAS PISO 1-3</b>	
<b>Xcm=</b>	<b>15,18</b>
<b>Ycm=</b>	<b>10,62</b>

<b>Excentricidad</b>	<b>Datos</b>	<b>Condición</b>
ex	0.89	Cumple
ey	0.44	Cumple

## EXCENTRICIDAD BLOQUE B SEGMENTO DERECHO



CALCULO DEL CENTRO DE MASAS					
PISO 1-5					
Figura	Área	X	Y	Ax	Ay
AREA TOTAL	481,26	7,8	15,42	3753,828	7421,0292
AREA1	-7,75	6,1	16,25	-47,275	-125,9375
AREA 2	-30,74	16,5	16,25	-507,21	-499,525
	442,77			3199,34	6795,57

<b>Xcg =</b>	7,2
<b>Ycg =</b>	15,3

EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	30,67	27583,64	0,00
A2	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	25,53	22960,89	0,00
A3	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	20,37	18320,14	0,00
A4	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	15,22	13688,39	0,00
A5	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	6,52	5863,89	0,00
A6	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	0	0,175	157,39	0,00
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
B1	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	3,12	30,67	27583,64	2806,03
B2	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	3,12	25,53	22960,89	2806,03
B3	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	3,12	20,37	18320,14	2806,03
B4	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	3,12	15,22	13688,39	2806,03
B5	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	3,12	12,88	3015,38	730,43
B6	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	3,12	9,53	2231,10	730,43
B7	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	3,12	6,52	5863,89	2806,03
B8	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	3,12	0,175	157,39	2806,03
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
B'1	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	5,83	12,88	3015,38	1364,88
B'2	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	5,83	9,53	2231,10	1364,88
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
C1	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	9,08	30,67	27583,64	8166,27
C2	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	9,08	25,53	22960,89	8166,27
C3	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	9,08	20,37	18320,14	8166,27
C4	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	9,08	15,22	13688,39	8166,27
C5	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	9,08	10,87	9776,14	8166,27
C6	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	9,08	6,52	5863,89	8166,27
C7	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	9,08	0,175	157,39	8166,27
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
F1	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	15,42	30,67	27583,64	13868,27
F2	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	15,42	25,53	22960,89	13868,27
F3	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	15,42	20,37	18320,14	13868,27
F4	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	15,42	15,22	13688,39	13868,27
F5	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	15,42	10,87	9776,14	13868,27
F6	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	15,42	6,52	5863,89	13868,27
F7	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	15,42	0,175	157,39	13868,27
									<b>354856,80</b>	<b>119795,50</b>

**Excentricidad Máxima.**

ex máx=	0,78
ey máx=	1,54

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 24320,04$$

$$MX = 354856,80$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 24320,04$$

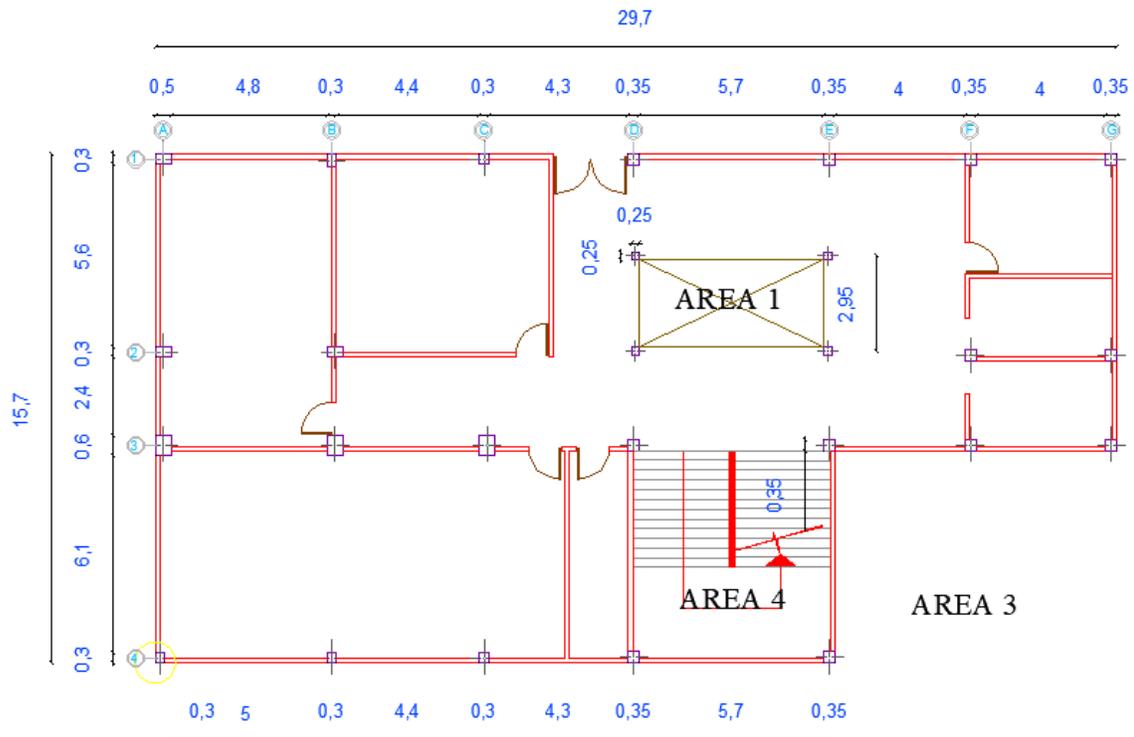
$$MY = 119795,50$$

<b>CENTRO DE RIGIDECES</b>	
<b>Xcr=</b>	<b>4,93</b>
<b>Ycr=</b>	<b>14,59</b>

<b>CENTRO DE MASAS PISO 1-3</b>	
<b>Xcm=</b>	<b>7,23</b>
<b>Ycm=</b>	<b>15,35</b>

<b>Excentricidad</b>	<b>Datos</b>	<b>Condición</b>
ex	2.30	No Cumple
ey	0.76	Cumple

## EXCENTRICIDAD BLOQUE B SEGMENTO IZQUIERDO



### CALCULO DEL CENTRO DE MASAS

PISO 1-5					
Figura	Área	X	Y	Ax	Ay
AREA 1	-18	17,8	11,2	-320,4	-201,6
AREA TOTAL	466,29	14,85	7,85	6924,4065	3660,3765
AREA 3	-53,07	25,3	3,45	-1342,671	-183,0915
AREA 4	-34,77	17,8	3,45	-618,906	-119,9565
	360,45			4642,43	3155,73

<b>Xcg =</b>	12,9
<b>Ycg =</b>	8,8

EJE	x	y	Ix	Iy	Tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0,50	0,30	0,001125	0,003125	809,09	2247,49	0	15,45	34723,66	0,00
A2	0,50	0,30	0,001125	0,003125	809,09	2247,49	0	9,55	21463,49	0,00
A3	0,50	0,65	0,01144271	0,00677083	8229,54	4869,55	0	6,7	32626,00	0,00

A4	0,30	0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	0	0,15	72,82	0,00
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>Tx</b>	<b>ty</b>				
B1	0,30	0,40	0,0016	0,0009	1150,71	647,28	5,45	15,45	10000,41	3527,65
B2	0,50	0,30	0,001125	0,003125	809,09	2247,49	5,45	9,55	21463,49	12248,80
B3	0,50	0,65	0,01144271	0,00677083	8229,54	4869,55	5,45	6,7	32626,00	26539,06
B4	0,30	0,30	0,000675	0,000675	485,46	485,46	5,45	0,15	72,82	2645,74
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>Tx</b>	<b>ty</b>				
C1	0,30	0,50	0,003125	0,001125	2247,49	809,09	10,15	15,45	12500,52	8212,31
C3	0,50	0,50	0,00520833	0,00520833	3745,81	3745,81	10,15	9,55	35772,48	38019,97
C4	0,30	0,50	0,003125	0,001125	2247,49	809,09	10,15	0,15	121,36	8212,31
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>Tx</b>	<b>ty</b>				
D1	0,35	0,30	0,0007875	0,00107188	566,37	770,89	14,77	15,45	11910,21	11386,01
D2	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	14,77	12,5	2926,41	3457,85
D3	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	14,77	9,55	2235,78	3457,85
D4	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	14,77	6,7	6025,77	13283,68
D5	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	14,77	0,15	134,91	13283,68
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
E1	0,35	0,30	0,0007875	0,00107188	566,37	770,89	20,8	15,45	11910,21	16034,46
E2	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	20,8	12,5	2926,41	4869,55
E3	0,25	0,25	0,00032552	0,00032552	234,11	234,11	20,8	9,55	2235,78	4869,55
E4	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	20,8	6,7	6025,77	18706,87
E5	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	20,8	0,15	134,91	18706,87
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
F1	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	25,18	15,45	13895,25	22646,11
F2	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	25,18	9,55	8588,97	22646,11
F3	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	25,18	6,7	6025,77	22646,11
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
G1	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	29,53	15,45	13895,25	26558,36
G2	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	29,53	9,55	8588,97	26558,36
G3	0,35	0,35	0,00125052	0,00125052	899,37	899,37	29,53	6,7	6025,77	26558,36
									<b>304929,21</b>	<b>355075,65</b>

**Excentricidad Máxima.**

ex máx=	1,49
ey máx=	0,79

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 40311,65$$

$$Mx = 304929,21$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 34935,67$$

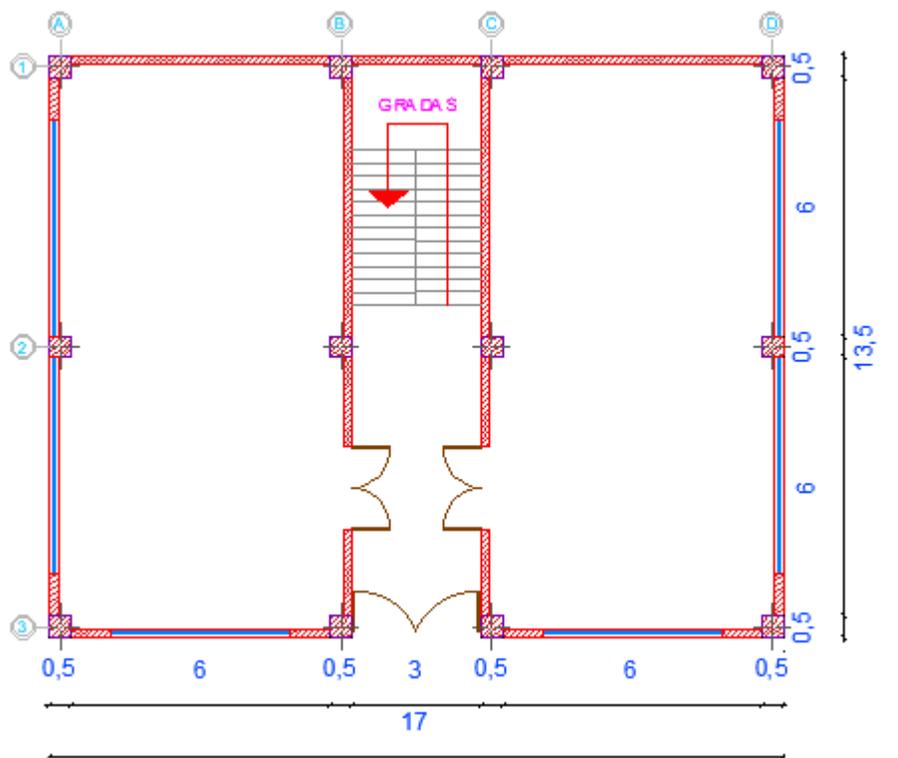
$$My = 355075,65$$

<b>CENTRO DE RIGIDECES</b>	
<b>Xcr=</b>	<b>10,16</b>
<b>Ycr=</b>	<b>7,56</b>

<b>CENTRO DE MASAS PISO 1-3</b>	
<b>Xcm=</b>	<b>12,88</b>
<b>Ycm=</b>	<b>8,75</b>

<b>Excentricidad</b>	<b>Datos</b>	<b>Condición</b>
ex	2.72	No Cumple
ey	1.19	No Cumple

## EXCENTRICIDAD BLOQUE C - D



PISO 1-5					
Figura	Área	X	Y	Ax	Ay
1 (Total)	195,00	6,50	7,50	1267,50	1462,50
2 (Grada)	18,00	10,00	7,50	180,00	135,00
3 (no Volado)	6,00	0,50	12,00	-3,00	-72,00
4 (no Volado 2)	6,00	0,50	3,00	-3,00	-18,00
	225,00			1441,50	1507,50

<b>Xcg =</b>	6,41
<b>Ycg =</b>	6,70

EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	1	15	56187,14	3745,81

A2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	7	15	56187,14	26220,67
A3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	13	15	56187,14	48695,53
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
B1	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	1	9	33712,29	3745,81
B2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	7	9	33712,29	26220,67
B3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	13	9	33712,29	48695,53
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
C1	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	1	6	22474,86	3745,81
C2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	7	6	22474,86	26220,67
C3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	13	6	22474,86	48695,53
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
D1	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	1	0	0,00	3745,81
D2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	7	0	0,00	26220,67
D3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	13	0	0,00	48695,53
									<b>337122,87</b>	<b>314648,01</b>

### Excentricidad Máxima.

ex máx=	0,65
ey máx=	0,75

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 44949,72$$

$$MX = 337122,87$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 44949,72$$

$$MY = 314648,01$$

CENTRO DE RIGIDECES	
Xcr=	7,00
Ycr=	7,50

CENTRO DE MASAS PISO 1-3	
Xcm=	6,41
Ycm=	6,70

Excentricidad	Datos	Condición
ex	0.59	Cumple
ey	0.80	Cumple



EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
B1	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	5,25	20,48	99728,44	25565,15
B2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	5,25	12,9	48320,94	19665,50
B3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	5,25	7,9	29591,90	19665,50
B4	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	5,25	0,33	1606,95	25565,15
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
C1	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	10,25	20,48	99728,44	49912,91
C2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	10,25	12,9	48320,94	38394,55
C3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	10,25	7,9	29591,90	38394,55
C4	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	10,25	0,33	1606,95	49912,91
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
D1	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	15,25	20,48	99728,44	74260,68
D2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	15,25	12,9	48320,94	57123,60
D3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	15,25	7,9	29591,90	57123,60
D4	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	15,25	0,33	1606,95	74260,68
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
E1	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	20,25	20,48	99728,44	98608,44
E2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	20,25	12,9	48320,94	75852,65
E3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	20,25	7,9	29591,90	75852,65
E4	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	20,25	0,33	1606,95	98608,44
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
F1	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	25,25	20,48	99728,44	122956,20
F2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	25,25	12,9	48320,94	94581,69
F3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	25,25	7,9	29591,90	94581,69
F4	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	25,25	0,33	1606,95	122956,20
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
G1	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	30,25	20,48	99728,44	147303,96
G2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	30,25	12,9	48320,94	113310,74
G3	0,35	0,35	0,0013	0,0013	899,37	899,37	30,25	7,9	7105,01	27205,91
G4	0,35	0,35	0,0013	0,0013	899,37	899,37	30,25	0,33	296,79	27205,91
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
H1	0,50	0,65	0,0114	0,0068	8229,54	4869,55	33,75	20,48	99728,44	164347,40
H2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	33,75	12,9	48320,94	126421,08
H3	0,35	0,35	0,0013	0,0013	899,37	899,37	33,75	7,9	7105,01	30353,70
H4	0,35	0,35	0,0013	0,0013	899,37	899,37	33,75	0,33	296,79	30353,70

<b>1355192,90 1982498,97</b>
------------------------------

**Excentricidad Máxima.**

ex máx=	1,70
ey máx=	1,04

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 159277,07$$

$$Mx = 1355192,90$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 115597,18$$

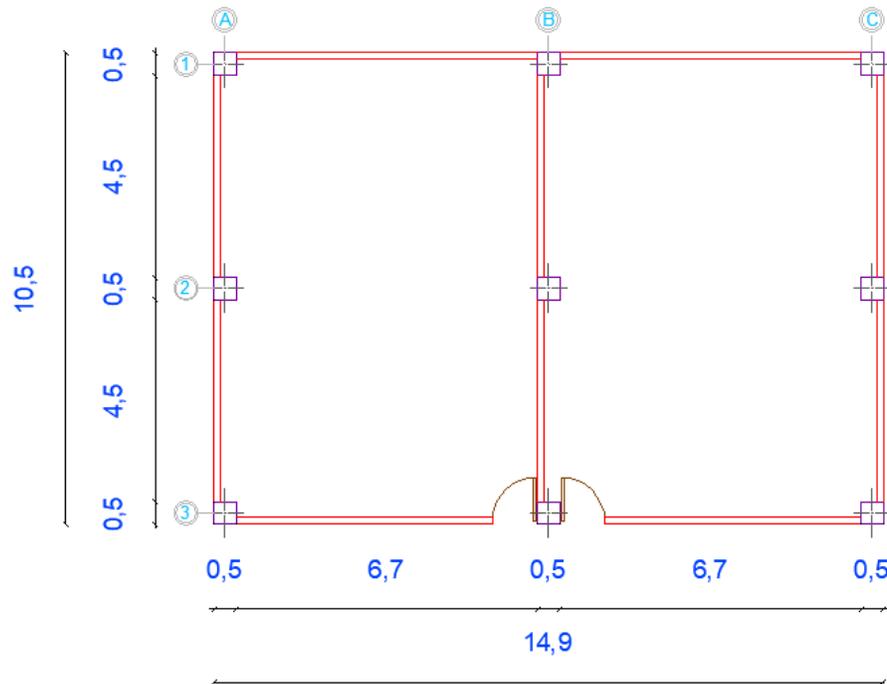
$$My = 1982498,97$$

<b>CENTRO DE RIGIDECES</b>	
<b>Xcr=</b>	<b>17,15</b>
<b>Ycr=</b>	<b>8,51</b>

<b>CENTRO DE MASAS PISO 1-3</b>	
<b>Xcm=</b>	<b>15,71</b>
<b>Ycm=</b>	<b>8,90</b>

<b>Excentricidad</b>	<b>Datos</b>	<b>Condición</b>
ex	1.44	Cumple
ey	0.40	Cumple

### EXCENTRICIDAD BLOQUE F



### CALCULO DEL CENTRO DE MASAS

PISO 1-5					
Figura	Área	X	Y	Ax	Ay
1 (Total)	156,45	7,45	5,25	1165,55	821,36
	156,45			1165,55	821,36

<b>X<sub>cg</sub> =</b>	7,45
<b>Y<sub>cg</sub> =</b>	5,25

EJE	x	y	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	t <sub>x</sub>	t <sub>y</sub>	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
A1	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	0,25	10,25	38394,55	936,45
A2	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	0,25	5,25	19665,50	936,45
A3	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	0,25	0,25	936,45	936,45
B1	0,50	0,50	0,0052	0,0052	3745,81	3745,81	7,45	10,25	38394,55	27906,28

<b>B2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0052</b>	<b>0,0052</b>	<b>3745,81</b>	<b>3745,81</b>	7,45	5,25	19665,50	27906,28
<b>B3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0052</b>	<b>0,0052</b>	<b>3745,81</b>	<b>3745,81</b>	7,45	0,25	936,45	27906,28
<b>EJE</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>I<sub>x</sub></b>	<b>I<sub>y</sub></b>	<b>t<sub>x</sub></b>	<b>t<sub>y</sub></b>				
<b>C1</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0052</b>	<b>0,0052</b>	<b>3745,81</b>	<b>3745,81</b>	14,65	10,25	38394,55	54876,11
<b>C2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0052</b>	<b>0,0052</b>	<b>3745,81</b>	<b>3745,81</b>	14,65	5,25	19665,50	54876,11
<b>C3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0052</b>	<b>0,0052</b>	<b>3745,81</b>	<b>3745,81</b>	14,65	0,25	936,45	54876,11
									<b>176989,51</b>	<b>251156,54</b>

### Excentricidad Máxima.

ex máx=	0,75
ey máx=	0,53

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 33712,29$$

$$Mx = 176989,51$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 33712,29$$

$$My = 251156,54$$

<b>CENTRO DE RIGIDECES</b>	
<b>X<sub>cr</sub>=</b>	<b>7,45</b>
<b>Y<sub>cr</sub>=</b>	<b>5,25</b>

<b>CENTRO DE MASAS PISO 1-3</b>	
<b>X<sub>cm</sub>=</b>	<b>7,45</b>
<b>Y<sub>cm</sub>=</b>	<b>5,25</b>

<b>Excentricidad</b>	<b>Datos</b>	<b>Condición</b>
ex	0.00	Cumple
ey	0.00	Cumple



<b>A2</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0007</b>	<b>485,46</b>	<b>485,46</b>	<b>0,25</b>	<b>11,58</b>	<b>5621,59</b>	<b>121,36</b>
<b>A3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>0,25</b>	<b>6,62</b>	<b>27276,99</b>	<b>1030,10</b>
<b>A4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>0,25</b>	<b>0,3</b>	<b>1348,49</b>	<b>1123,74</b>
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>B1</b>										
<b>B2</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0007</b>	<b>485,46</b>	<b>485,46</b>	<b>5,25</b>	<b>11,58</b>	<b>5621,59</b>	<b>2548,65</b>
<b>B3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>5,25</b>	<b>6,62</b>	<b>27276,99</b>	<b>21632,05</b>
<b>B4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>5,25</b>	<b>0,3</b>	<b>1348,49</b>	<b>23598,60</b>
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>C1</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>10,25</b>	<b>17,9</b>	<b>80459,99</b>	<b>46073,46</b>
<b>C2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>10,25</b>	<b>11,58</b>	<b>47714,12</b>	<b>42234,00</b>
<b>C3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>10,25</b>	<b>6,62</b>	<b>27276,99</b>	<b>42234,00</b>
<b>C4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>10,25</b>	<b>0,3</b>	<b>1348,49</b>	<b>46073,46</b>
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>D1</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>15,25</b>	<b>28,5</b>	<b>128106,69</b>	<b>68548,32</b>
<b>D2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>15,25</b>	<b>11,58</b>	<b>47714,12</b>	<b>62835,96</b>
<b>D3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>15,25</b>	<b>6,62</b>	<b>27276,99</b>	<b>62835,96</b>
<b>D4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>15,25</b>	<b>0,3</b>	<b>1348,49</b>	<b>68548,32</b>
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>E1</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>20,25</b>	<b>28,5</b>	<b>128106,69</b>	<b>91023,17</b>
<b>E2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>20,25</b>	<b>11,58</b>	<b>47714,12</b>	<b>83437,91</b>
<b>E3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>20,25</b>	<b>6,62</b>	<b>27276,99</b>	<b>83437,91</b>
<b>E4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>20,25</b>	<b>0,3</b>	<b>1348,49</b>	<b>91023,17</b>
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>F1</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>25,25</b>	<b>28,5</b>	<b>128106,69</b>	<b>113498,03</b>
<b>F2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>25,25</b>	<b>11,58</b>	<b>47714,12</b>	<b>104039,86</b>
<b>F3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>25,25</b>	<b>6,62</b>	<b>27276,99</b>	<b>104039,86</b>
<b>F4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>25,25</b>	<b>0,3</b>	<b>1348,49</b>	<b>113498,03</b>
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>G1</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>30,25</b>	<b>28,5</b>	<b>128106,69</b>	<b>135972,89</b>
<b>G2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>30,25</b>	<b>11,58</b>	<b>47714,12</b>	<b>124641,82</b>
<b>G3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	<b>30,25</b>	<b>6,62</b>	<b>27276,99</b>	<b>124641,82</b>
<b>G4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	<b>30,25</b>	<b>0,3</b>	<b>1348,49</b>	<b>135972,89</b>
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				

<b>H1</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	36,41	28,5	128106,69	163661,91
<b>H2</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	36,41	11,58	47714,12	150023,42
<b>H3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,0069</b>	<b>0,0057</b>	<b>4985,67</b>	<b>4120,39</b>	36,41	6,62	27276,99	150023,42
<b>H4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,009</b>	<b>0,0063</b>	<b>6472,76</b>	<b>4494,97</b>	36,41	0,3	1348,49	163661,91
									<b>1247525,18</b>	<b>2422036,02</b>

### Excentricidad Máxima

ex máx=	1,83
ey máx=	0,91

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 161388,96$$

$$Mx = 1247525,18$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 121585,98$$

$$My = 2422036,02$$

### CENTRO DE RIGIDECES

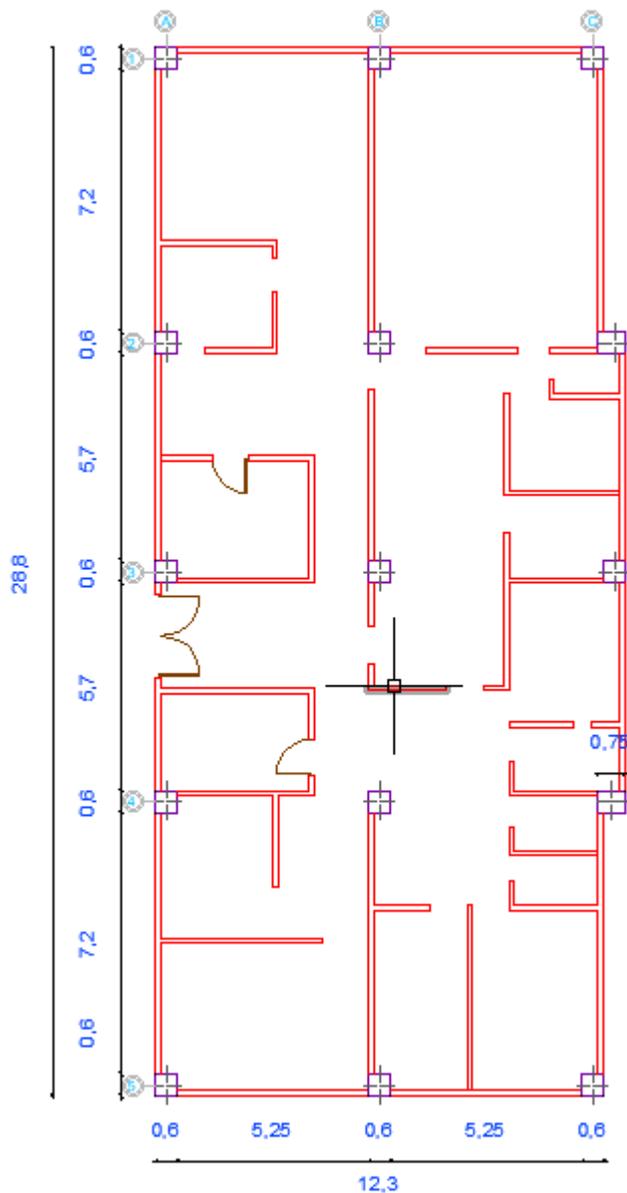
<b>Xcr=</b>	<b>19,92</b>
<b>Ycr=</b>	<b>7,73</b>

### CENTRO DE MASAS PISO 1-3

<b>Xcm=</b>	<b>19,88</b>
<b>Ycm=</b>	<b>8,60</b>

Excentricidad	Datos	Condición
ex	0.04	Cumple
ey	0.87	Cumple

### EXCENTRICIDAD BLOQUE H



CALCULO DEL CENTRO DE MASAS					
PISO 1-5					
Figura	Area	X	Y	Ax	Ay
1 (Total)	354,24	6,15	14,40	2178,58	5101,06
	354,24			2178,58	5101,06
	<b>Xcg =</b>	6,15			

$Y_{cg} =$	14,40
------------	-------

EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	0,3	28,5	221368,36	2330,19
A2	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	0,3	20,7	160783,34	2330,19
A3	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	0,3	14,4	111849,28	2330,19
A4	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	0,3	8,1	62915,22	2330,19
A5	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	0,3	0,3	2330,19	2330,19
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
B1	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	6,15	28,5	221368,36	47768,96
B2	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	6,15	20,7	160783,34	47768,96
B3	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	6,15	14,4	111849,28	47768,96
B4	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	6,15	8,1	62915,22	47768,96
B5	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	6,15	0,3	2330,19	47768,96
EJE	x	y	Ix	Iy	tx	ty				
C1	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	12	28,5	221368,36	93207,73
C2	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	13	20,7	160783,34	100975,04
C3	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	12	14,4	111849,28	93207,73
C4	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	13	8,1	62915,22	100975,04
C5	0,60	0,60	0,0108	0,0108	7767,31	7767,31	12	0,3	2330,19	93207,73
									<b>1677739,15</b>	<b>732069,05</b>

### Excentricidad Máxima

ex máx=	0,62
ey máx=	1,43

$$\begin{aligned}\Sigma Fx &= 0 \\ Rx &= 116509,66 \\ Mx &= 1677739,15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma Fy &= 0 \\ Ry &= 116509,66 \\ My &= 732069,05\end{aligned}$$

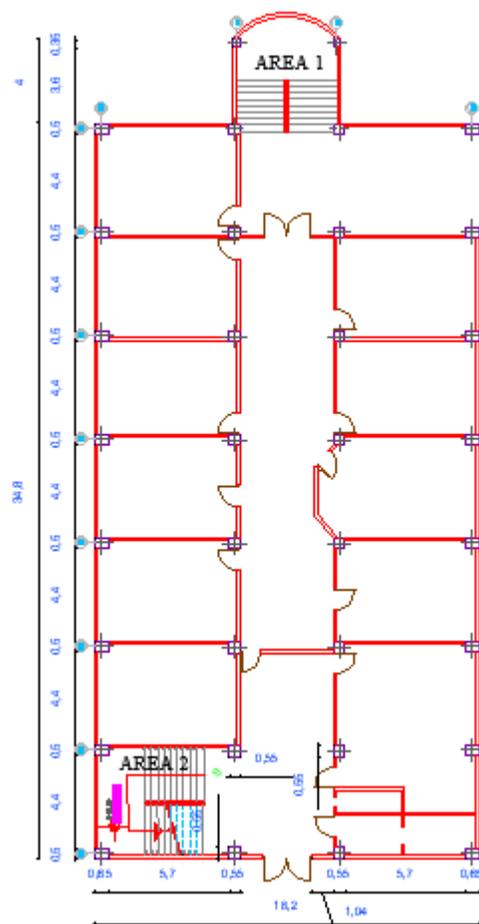
CENTRO DE RIGIDECES	
Xcr=	6,28
Ycr=	14,40

CENTRO DE MASAS PISO 1-3	
Xcm=	6,15

<b>Y<sub>cm</sub>=</b>	<b>14,40</b>
------------------------	--------------

<b>Excentricidad</b>	<b>Datos</b>	<b>Condición</b>
ex	0.13	Cumple
ey	0.00	Cumple

### EXCENTRICIDAD BLOQUE J



### CALCULO DEL CENTRO DE MASAS

<b>PISO 1-5</b>					
Figura	Area	X	Y	Ax	Ay
1 (Total)	633,36	9,10	17,40	5763,58	11020,46
AREA1	17,60	9,10	36,60	160,16	644,16
AREA2	-25,08	3,50	2,70	-87,78	-67,72

625,88		5835,96	11596,91
<b>Xcg =</b>	9,32		
<b>Ycg =</b>	18,53		

EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	34,55	223633,83	1941,83
A2	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	29,65	191917,31	1941,83
A3	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	24,75	160200,79	1941,83
A4	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	19,85	128484,27	1941,83
A5	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	14,95	96767,75	1941,83
A6	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	10,05	65051,23	1941,83
A7	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	5,15	33334,71	1941,83
A8	0,60	0,50	0,0063	0,009	4494,97	6472,76	0,3	0,25	1618,19	1941,83
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
B1	0,30	0,30	0,0007	0,0007	485,46	485,46	6,6	38,61	18743,49	3204,02
B2	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	34,55	142359,50	27194,58
B3	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	29,65	122169,58	27194,58
B4	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	24,75	101979,67	27194,58
B5	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	19,85	81789,75	27194,58
B6	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	14,95	61599,84	27194,58
B7	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	10,05	41409,93	27194,58
B8	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	5,15	21220,01	27194,58
B9	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	6,6	0,25	1030,10	27194,58
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				
C1	0,30	0,30	0,0007	0,0007	485,46	485,46	11,57	38,61	18743,49	5616,74
C2	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	34,55	142359,50	47672,92
C3	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	29,65	122169,58	47672,92
C4	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	24,75	101979,67	47672,92
C5	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	19,85	81789,75	47672,92
C6	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	14,95	61599,84	47672,92
C7	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	10,05	41409,93	47672,92
C8	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	5,15	21220,01	47672,92
C9	0,50	0,55	0,0069	0,0057	4985,67	4120,39	11,57	0,25	1030,10	47672,92
EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty				

<b>D1</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	34,55	223633,83	115668,20
<b>D2</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	29,65	191917,31	115668,20
<b>D3</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	24,75	160200,79	115668,20
<b>D4</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	19,85	128484,27	115668,20
<b>D5</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	14,95	96767,75	115668,20
<b>D6</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	10,05	65051,23	115668,20
<b>D7</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	5,15	33334,71	115668,20
<b>D8</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,009</b>	<b>4494,97</b>	<b>6472,76</b>	17,87	0,25	1618,19	115668,20
									<b>2986619,85</b>	<b>1548640,99</b>

### Excentricidad Máxima

ex máx=	0,91
ey máx=	1,83

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 152661,22$$

$$Mx = 2986619,85$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 170461,31$$

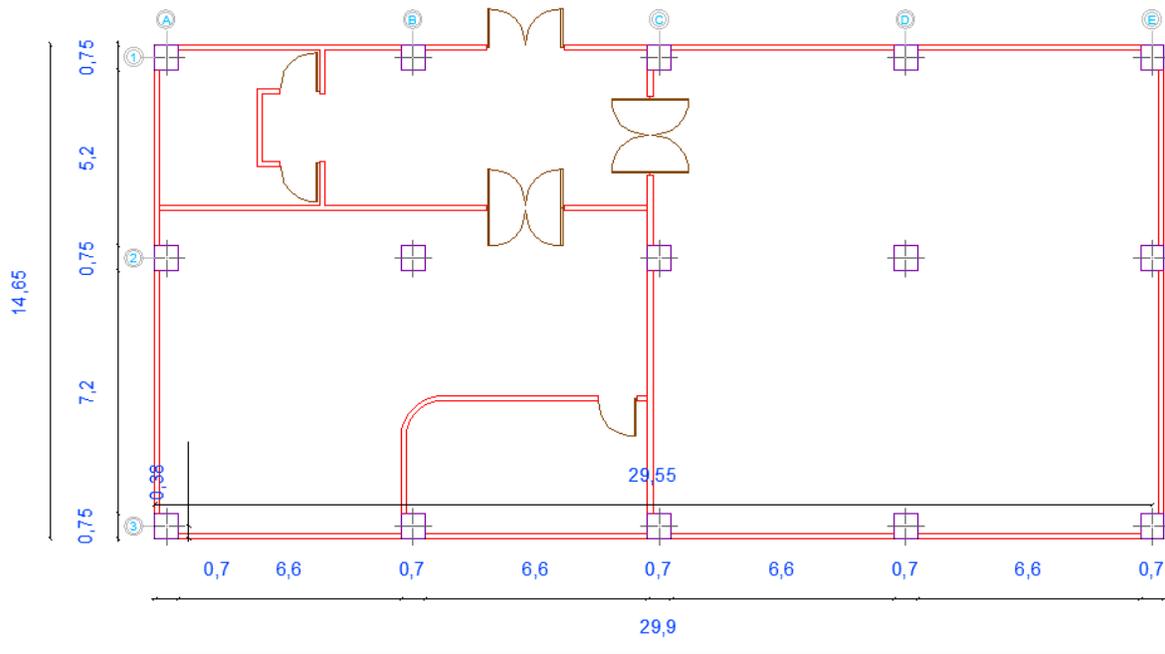
$$My = 1548640,99$$

CENTRO DE RIGIDECES	
Xcr=	<b>9,09</b>
Ycr=	<b>19,56</b>

CENTRO DE MASAS PISO 1-3	
Xcm=	<b>9,32</b>
Ycm=	<b>18,53</b>

Excentricidad	Datos	Condición
ex	0.24	Cumple
ey	1.03	Cumple

### EXCENTRICIDAD BLOQUE K



### CALCULO DEL CENTRO DE MASAS

#### PISO 1-5

Figura	Area	X	Y	Ax	Ay
1 (Total)	438,04	15,00	7,30	6570,53	3197,66
	438,04			6570,53	3197,66

<b>Xcg =</b>	15,00
<b>Ycg =</b>	7,30

EJE	X	y	Ix	Iy	tx	ty	distancias		Momentos	
							x(m)	y(m)	Mx	My
A1	0,70	0,75	0,0246	0,0214	17698,95	15417,75	0,35	14,28	220165,51	5396,21
A2	0,70	0,75	0,0246	0,0214	17698,95	15417,75	0,35	8,33	128429,88	5396,21
A3	0,70	0,75	0,0246	0,0214	17698,95	15417,75	0,35	0,38	5858,75	5396,21
B1	0,70	0,75	0,0246	0,0214	17698,95	15417,75	7,65	14,28	220165,51	117945,81
B2	0,70	0,75	0,0246	0,0214	17698,95	15417,75	7,65	8,33	128429,88	117945,81

<b>B3</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	7,65	0,38	5858,75	117945,81
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>C1</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	14,95	14,28	220165,51	230495,40
<b>C2</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	14,95	8,33	128429,88	230495,40
<b>C3</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	14,95	0,38	5858,75	230495,40
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>D1</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	22,95	14,28	220165,51	353837,42
<b>D2</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	22,95	8,33	128429,88	353837,42
<b>D3</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	22,95	0,38	5858,75	353837,42
<b>EJE</b>	<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Ix</b>	<b>Iy</b>	<b>tx</b>	<b>ty</b>				
<b>E1</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	29,55	14,28	220165,51	455594,59
<b>E2</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	29,55	8,33	128429,88	455594,59
<b>E3</b>	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0214</b>	<b>17698,95</b>	<b>15417,75</b>	29,55	0,38	5858,75	455594,59
									<b>1772270,65</b>	<b>3489808,27</b>

### Excentricidad Máxima

ex máx=	0,75
ey máx=	0,53

$$\Sigma Fx = 0$$

$$Rx = 265484,26$$

$$Mx = 1772270,65$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry = 231266,29$$

$$My = 3489808,27$$

CENTRO DE RIGIDECES	
Xcr=	15,09
Ycr=	6,68

CENTRO DE MASAS PISO 1-3	
Xcm=	15,00
Ycm=	7,30

Excentricidad	Datos	Condición
ex	0.09	Cumple
ey	0.62	Cumple

### 7.15. Anexo 11. Fotografías



**Toma de medidas del laboratorio de Ingeniería Civil**



**Levantamiento de información del laboratorio de Ingeniería Civil.**



**Levantamiento de información del bloque A de la Facultad de Ingeniería.**



**Toma de medidas del bloque A de la Facultad de Ingeniería.**