



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL  
MERCADO CENTRAL DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Alan Markc Centurion Casas

Omar Vasquez Charra

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2020

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Miguel Angel Mosqueira Moreno, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Centurion Casas, Alan Markc
- Vasquez Charra, Omar

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MERCADO CENTRAL DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC para aspirar al título profesional de: **INGENIERO CIVIL** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Alan Markc Centurion Casas y Omar Vasquez Charra para aspirar al título profesional con la tesis denominada: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MERCADO CENTRAL DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Dr. Ing. Elmer Roberto Mosqueira Ramírez

Jurado

Presidente

---

Ing.

Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna

Jurado

---

Mg. Ing. Matías Tejada Arias

Jurado

## DEDICATORIA

A mis padres, Rosendo y Soni, que son mi mayor fuente de inspiración y respeto; por su apoyo sincero a lo largo de toda mi vida, y sobre todo por motivarme a ser mejor cada día e inculcarme con su ejemplo valores que llevo conmigo siempre a mi esposa, Esmeralda e hijos por ser mi compañera de vida y apoyo incondicional; quien es mi soporte en momentos más cruciales quienes sin notarlos son mi fuerza y motor que cada día mueven en mí el deseo de superación.

*Alan*

A mis padres Luis y María por darme la educación desde mi infancia, a mi esposa Carmen por su paciencia y apoyo incondicional y a mi hijo Steven por ser el motor a seguir superándome

*Omar*

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte por habernos brindado los conocimientos respectivos, a nuestro asesor Ing. Miguel Ángel Mosqueira por su gran orientación y paciencia en esta nueva etapa, al Ing. Rober Collantes representante del Mercado de Bambamarca, por brindarnos todas las facilidades para dicha investigación.

*Alan y Omar*

## TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	10
RESUMEN .....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Realidad problemática .....	12
1.2. Formulación del problema .....	22
1.3. Objetivos .....	22
1.4. Hipótesis .....	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	24
2.1. Tipo de investigación .....	24
2.2. Población y muestra .....	24
2.2.1 Población .....	24
2.2.2 Muestra .....	25
2.3. Técnicas e instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....	26
2.3.1 Técnicas .....	26
2.3.2 Instrumentos .....	27
2.3.3 Procedimiento .....	30
2.3.3.1 Evaluación y clasificación de los parámetros de Benedetti – Petrini .....	37
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	50
3.1 Resultados de cada uno de los parámetros .....	50
3.1.1 Organización del sistema resistente .....	50
3.1.2 Calidad del sistema resistente .....	50
3.1.3 Resistencia convencional .....	51
3.1.4 Posición del edificio y cimiento .....	55
3.1.5 Diafragmas horizontales .....	55

3.1.6 Configuración en planta .....	56
3.1.7 Configuración en elevación.....	57
3.1.8 Distancia máxima entre los muros .....	57
3.1.9 Tipo de cubierta.....	58
3.1.10 Elementos no estructurales .....	58
3.1.11 Estado de conservación .....	59
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	61
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES .....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXOS.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipificación de Investigación .....	24
Tabla 2 Ficha de evaluación para estructuras de mampostería .....	28
Tabla 3 Ficha de evaluación para estructuras de concreto armado .....	29
Tabla 4. Parámetros de la vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.....	34
Tabla 5 Escala numérica del índice de vulnerabilidad de los edificios de albañilería ....	35
Tabla 6 Factores de Zona.....	41
Tabla 7 Categoría de las edificaciones y factor “U” .....	42
Tabla 8 Tipo de edificación .....	43
Tabla 9 Calificación del parámetro 1 .....	50
Tabla 10 Calificación del Parámetro 2 .....	50
Tabla 11 Calificación del parámetro 3 .....	55
Tabla 13 Calificación del parámetro 4 .....	55
Tabla 14 Calificación del Parámetro 5 .....	56
Tabla 15 Calificación del parámetro 6 .....	56
Tabla 17 Calificación del parámetro 7 .....	57
Tabla 18 Calificación del parámetro 8 .....	58
Tabla 19 Calificación del parámetro 9 .....	58
Tabla 20 Calificación del parámetro 10 .....	59
Tabla 21 Calificación del parámetro 11 .....	60
Tabla 22 Evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini .....	60



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Zonificación sísmica según Norma E.030.....	18
Figura 2 Mercado central de Bambamarca.....	25
Figura 3 Planta de distribución, Bloque A (lado izquierdo) y Bloque B (lado derecho)	25
Figura 4 Corte A-A, transversal a ambos bloques.....	26
Figura 5 Vista de bloque A.....	30
Figura 6 Vista de bloque B.....	31
Figura 7 Vigas de concreto armado para el techo .....	31
Figura 8 Columnas y vigas de concreto .....	31
Figura 9 Medición de vigas y columnas.....	32
Figura 10. Toma de datos .....	32
Figura 11 Inspección de colunas bloque A.....	33
Figura 12 Inspección de columnas bloque B.....	33
Figura 13 Inspección de la estructura del tanque .....	33
Figura 14 Inspección pasamanos del bloque B. ....	33
Figura 15 Ubicación geográfica del departamento de Cajamarca.....	41
Figura 16 Configuración en planta de la estructura.....	46
Figura 17 Configuración en elevación de la estructura.....	47
Figura 18 Bloque A vista externa.....	59
Figura 19 Bloque A Vista interna.....	59
Figura 20 Bloque B. Vista externa .....	59
Figura 21 Bloque B. Vista interna.....	59

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Índice de vulnerabilidad.....	35
Resistencia a la cortante.....	39
Coefficiente sísmico resistente.....	40
Coefficiente sísmico exigido .....	40
Demanda de ductilidad DD .....	40
Coefficiente de amplificación sísmico .....	42
Relación de Alturas (RL) .....	47

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica del mercado central de Bambamarca - Hualgayoc. La investigación es de tipo descriptiva, con un enfoque cualitativo – cuantitativo, con un diseño no experimental. La metodología utilizada es la de Benedetti y Petrini, el índice de vulnerabilidad, dicha propuesta se escogió porque permite valorar la calidad de los elementos de las estructuras de los edificios mediante la apreciación de 11 parámetros; de los cuales 7 parámetros son de naturaleza descriptiva y 4 son de naturaleza cuantitativa. Así mismo, la recolección de datos se realizó in situ, tomando medidas y fotos de los elementos estructurales y no estructurales del mercado de Bambamarca, también se recogió información bibliográfica relacionada al tema de investigación y se consultó los planos arquitectónicos y estructurales para su respectivo análisis. Los resultados en términos generales, después de aplicar el índice de vulnerabilidad al mercado central de Bambamarca, presenta en promedio una vulnerabilidad baja, por lo que ante un evento sísmico puedan suceder daños moderados o leves, en el sistema estructural de la edificación.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad sísmica, rigidez y estructuras.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

En la actualidad la evaluación de vulnerabilidad sísmica es de mucha importancia, puesto que se evitaría muchas pérdidas humanas y materiales, sobre todo en lugares donde hay una mayor concurrencia de personas, es por ello que dicha evaluación busca encontrar los puntos más críticos que podrían fallar ante un sismo tanto como elementos estructurales como en elementos no estructurales.

En la Universidad de Meryland los investigadores indican que: “usando un algoritmo de aprendizaje automático llamado Sequencer, los investigadores analizaron 7,000 sismogramas de cientos de terremotos de magnitud 6.5 y mayores que ocurrieron alrededor de la cuenca del Océano Pacífico entre 1990 y 2018”. (Lekic, 2020).

Por otro lado, el Perú se encuentra ubicado sobre el cinturón de fuego, el cual es considerado una de las zonas con más alta actividad sísmica, en el cual sucede más del 80% de los sismos que perturban al mundo. Así mismo, en nuestro país los movimientos sísmicos se encuentran relacionados a la subducción de la placa oceánica de Nazca, que se encaja bajo la placa continental sudamericana. (Kuroiwa, 2002).

Ante ello, nuestro país ha tomado cartas sobre el asunto, es decir ha creado normas que ayudan a mejorar las edificaciones y por lo tanto a reducir daños severos en la infraestructura y pérdidas de vidas humanas. Es así que en 1977 se difunde las normas de diseño sismorresistente, donde se muestra, por primera vez, un mapa de zonificación sísmica del Perú, la cual ha servido de base para la norma NTE – E030, (MTC, 2016).

Según el reglamento nacional de edificaciones (2018), en la norma E.030, en el capítulo II parámetros de sitio, el territorio peruano se encuentra dividido en cuatro zonas de sismicidad. El departamento y provincia de Cajamarca se encuentran dentro de las zonas 2 y 3; mientras que el distrito de Bambamarca se ubica en la zona 3. Del mismo modo, los movimientos sísmicos en la región son de carácter intermedio, con sismos de intensidad promedio de VII en la escala modificada de Mercalli, con una depresión promedio de 40 km/s e inducidos por fallas. (INDECI – PNUD, 2005, Págs. 52 y 53).

En el mismo contexto, el mercado central de Bambamarca situado en el distrito de Bambamarca provincia de Hualgayoc, está ubicado dentro de la Zona de sismicidad 3, según modificación de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones – 2018. Debido a que representa un área donde el potencial sísmico es alto debido a que es afectada por la ocurrencia de sismo de magnitud elevada ( $M > 7.0$ ) que producen aceleraciones mayores a 300cm/seg. (Memoria descriptiva Mercado central de Bambamarca, 2012).

Sin embargo, la construcción del mercado central de Bambamarca – Hualyayoc, es una obra que ayudará a mejorar la calidad de vida de los pobladores, debido a que ayuda a dinamizar la economía a través del acopio de los diferentes productos agrícolas y ganaderos entre los pobladores y las zonas más cercanas del distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc. Además, es de gran importancia que esta tiene para los pobladores pues genera más de 3000 puestos de trabajo entre vendedores del mismo mercado, acopiadores, estibadores, etc. Al mismo tiempo, sirve como refugio ante algún desastre natural, por ello, es fundamental la realización de una evaluación de vulnerabilidad sísmica de la edificación y evitar pérdidas de vidas humanas.

Existen algunas investigaciones relacionadas a los estudios de vulnerabilidad sísmica, las cuales utilizaron la metodología de Benedetti y Petrini de las cuales podemos mencionar:

Nisperuza (2019) en su tesis “Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti – Petrini y la NRS 2010, Desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el Barrio Bijao, Municipio del Bagre Antioquia”. Tuvo como objetivo la comparación del método Benedetti – Petrini con la NRS (2010). La investigación llegó a los siguientes resultados. La vulnerabilidad de las viviendas del barrio Bijao, por el método Benedetti – Petrini es de un 72,6% vulnerabilidad alta y por el método NRS 2010 es de 73,8% vulnerabilidad alta. Los parámetros que más influyen son la organización del sistema resistente (muros de concreto armado y muros de mampostería confinada cumplen con la norma sismorresistente), calidad del sistema resistente (materiales de buena calidad), resistencia convencional (diferencia en los datos utilizados entre ambas metodologías) y los elementos estructurales y no estructurales que cumple con la norma y asistencia técnica.

Carpeta (2014) en su tesis “Determinación de la vulnerabilidad sísmica de siete viviendas mediante cuatro metodologías en la ciudad de Bogotá”. Tuvo como objetivo determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de dos pisos en la ciudad de Bogotá. Los resultados obtenidos son: De los cuatro métodos estudiados las metodologías más confiables son la de AIS y de Benedetti – Petrini, puesto que están evaluadas de manera más detallada cada uno de los parámetros de diseño y construcción. Se evidenció que el índice de vulnerabilidad sísmica de las 7 viviendas es Media. Los factores que más inciden en la edificación están relacionados con la geometría

de la edificación, los aspectos estructurales y el suelo; así mismo se pudo evidenciar que la distancia máxima entre muros estructurales supera los 4 metros, lo cual disminuye la rigidez a la estructura, algo necesario para resistir las cargas horizontales. Otro parámetro que a tener en cuenta es la configuración en planta, pues las formas irregulares que presentan las viviendas, por una excesiva longitud con respecto a su corto ancho. Otro factor es el incumplimiento de las Normas Sismo Resistente, pues se evidencio algunas irregularidades en la construcción.

En un segundo lugar mencionaremos los antecedentes nacionales:

Carhuallanqui y Medina (2019) en su tesis “Vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en los edificios de la ciudad de Tumbán”. Tuvo como objetivo elaborar el estudio de vulnerabilidad sísmica del casco urbano del distrito de Tumbán, provincia de Chiclayo. Se obtuvo los siguientes resultados: la estructura de concreto armado dio un puntaje de 53.59%, dando como resultado una vulnerabilidad alta, los parámetros más influyentes son: la organización del sistema resistente (fue construida sin asesoría técnica y más o menos en el año 1970), calidad del sistema resistente (buena calidad de materiales), posición del edificio (no fue construida acorde a la norma E.030), diafragmas horizontales (presentan irregularidades en el diafragma), tipo de cubierta (concreto armado y losas aligeradas), estado conservación (presenta fisuras y muros no aislados adecuadamente).

Criollo y Santisteban (2018) en su tesis “Vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) en la ciudad de San José – Lambayeque”. Este trabajo tuvo como objetivo determinar las zonas

alta, media y baja vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) en la ciudad de San José – Lambayeque. Los resultados obtenidos son: el 75% de viviendas presentan una vulnerabilidad BAJA, pues son edificaciones que han seguido las normas actuales y se encuentran en buen estado de conservación. El 50.17% de viviendas tiene vulnerabilidad media, ya que se pudo deducir que el proceso constructivo es deficiente, el uso de materiales de mala calidad, falta de densidad de muros, ampliaciones, muros no confinados etc. El 90.86% de edificaciones presentan una vulnerabilidad alta, debido a que las edificaciones fueron construidas sin asesoramiento técnico y sus componentes están deteriorados por el tiempo de construcción.

Girón y Carrasco (2019) En su tesis “Vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad del instituto pedagógico Víctor Andrés Belaunde, Jaén, Cajamarca – 2019” tuvo como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante el método de índices de Benedetti- Petrini de las edificaciones del Instituto Pedagógico Víctor Andrés Belaúnde, Jaén, Cajamarca. Los resultados de esta investigación fueron los siguientes: los módulos 01 y 02 presentan UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIA, en tanto el módulo 03 presenta UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD BAJA. En conclusión, el Instituto Superior pedagógico Víctor Andrés Belaunde, de acuerdo con esta investigación y la zona sísmica donde se encuentra, no sufriría mayores daños en sus estructuras ni en sus ocupantes ante un evento sísmico.

Díaz (2015). En su tesis de grado, Determinó la vulnerabilidad sísmica de la casona Espinach – Ex Palacio Municipal en la Ciudad de Cajamarca,



concluyendo, que la edificación patrimonial de adobe “Casona Espinach” presenta una VULNERABILIDAD SÍSMICA ALTA, esto debido a la falta de refuerzo en su estructura, antigüedad de la edificación y comportamiento sísmico de la edificación de adobe ante sollicitaciones sísmicas.

Las bases teóricas relacionadas al tema de estudio son las siguientes:

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2019), define al sismo “como un movimiento o sacudida de la tierra causa por el choque de las placas tectónicas”. Sin embargo, estas sacudidas de la tierra son sentidas por la población y por las edificaciones, estas últimas son las que llegan a sufrir daños en la estructura.

Con respecto a la *Zonificación sísmica del Perú*, la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones, clasifica en cuatro zonas sísmicas y cada zona se le asigna un factor  $z$  según se indica la figura 1. La zonificación mostrada en el reglamento se fundamenta en la distribución espacial de la sismicidad observada, las tipologías generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. La ciudad de Bambamarca se encuentra ubicada en la zona sísmica 3. (Norma E.030, 2018, p. 4).

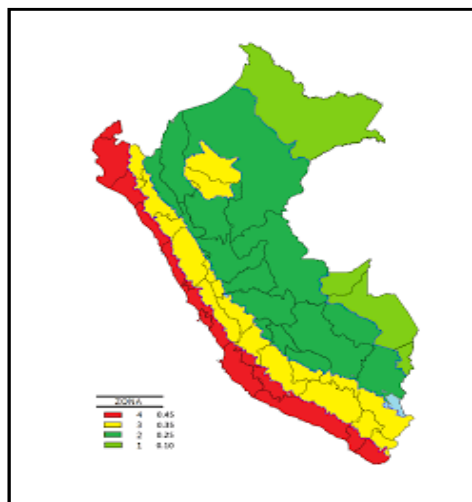


Figura 1. Mapa de Zonificación sísmica según Norma E.030.  
Fuente: Diario el peruano modificación de la Norma – E030. 2018.

Según Vizconde (2004) define a la **vulnerabilidad sísmica** como “el nivel de perjuicio que sufre la estructura de un edificio debido a un movimiento o sacudida de determinadas características”.

La atmósfera en la cual se encuentra la vulnerabilidad no es estática, por el contrario, es una atmosfera que siempre está en un movimiento constante de espacio – tiempo en relación con los peligros que la originan y el ambiente en los que se presentan, así mismo, debemos considerar el campo de incertidumbre al cual pertenecen y al azar, la cual lo convierte en constante y oportuna de cada lugar o comunidad, y evolucionada. (Chardón, 2008).

Cuando hablamos de las edificaciones y el daño que puedan seguir por la vulnerabilidad sísmica, hablamos de que ésta contiene una propiedad específica a sí misma, también, es autónoma del peligro del lugar debido a que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes. En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica. (Vizconde, 2004).

Según Benjamín Hernández (2009), *clasifica a la vulnerabilidad sísmica en:*

- **Vulnerabilidad física.**

“Es el nivel de delicadeza o propensión de los componentes estructurales y no estructurales a sufrir algún tipo de deterioro o pérdida, el cual puede ser de tipo estructural y no estructural”. (Peralta, 2002).

Para la Institución Geofísica del Perú (2009), la vulnerabilidad estructural “es aquella en la que los edificios cuentan con elementos que presenten daños intensos ante un movimiento sísmico. Estos incluyen los cimientos, muros, vigas, losas, columnas”. Así mismo se alcanza un deterioro físico de aquellos elementos o componentes que forman parte integral del sistema resistente, debido a que estos componen la estructura de los edificios.

Por otro lado, Cardona (1999), define a la vulnerabilidad no estructural “a los elementos que no forman parte del sistema resistente de una edificación tales como parapetos, paneles, tabiques, puertas, ventanas, cerramientos, cielos rasos, etc.”

- **Vulnerabilidad funcional.**

Dentro de la vulnerabilidad funcional podemos considerar a todos los elementos externos a la edificación como los servicios públicos, las restricciones ambientales, la selección del terreno y su tamaño, las vías de contiguas y su unión con las vías urbanas. (OPS; 1993; 87).

Para Barbat (1998). La vulnerabilidad funcional representa la propensión de la instalación de ser alterado su funcionamiento como consecuencia del aumento de la demanda de sus servicios. En este caso son diversos los elementos que pueden contribuir a incrementar el nivel de perturbación funcional, generando así las condiciones necesarias para aumentar la vulnerabilidad funcional de estas instalaciones.

Según Mayer (1986) define al riesgo sísmico “como la combinación del peligro sísmico, con la vulnerabilidad y el suceso de que se pueda producir daños por movimientos sísmicos en un lapso de tiempo determinado.

Así mismo el riesgo aumenta debido al factor de vulnerabilidad pues la razón es que el peligro es un fenómeno natural que no puede ser eliminado o reducido. Debido a que adivinar un sismo es muy dificultoso, se puede establecer la ocurrencia de un evento sísmico en un periodo de años, pero no se puede en una fecha determinada. (Sarmiento, 2004).

*La metodología utilizada en esta investigación* es el índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, 1982. Esta metodología fue desarrollada por un conjunto de investigadores italianos, la idea nace por la información que se recoge de los daños sufridos por edificaciones causados por terremotos desde 1976. En base a esa información se logró confeccionar una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por terremotos de determinada intensidad. (Girón y Carrasco, 2019).

Los motivos que se consideraron para elegir esta metodología fueron: a) Se baso en datos reales b) se puede utilizar en estudios a nivel urbano c) En la práctica se aplica en diferentes ciudades de Italia con buenos resultados y como consecuencia fue adoptado oficialmente por un organismo gubernamental de protección civil d) esta metodología se utilizó en los sismos de Almería y Murcia en el país de España e) en conclusión el índice de vulnerabilidad fue utilizado en muchos estudios a nivel internacional con buenos resultados. (Girón y Carrasco, 2019).

Los motivos que nos impulsaron a utilizar esta metodología son los buenos resultados que se obtuvieron al aplicarse en los países de Italia y España y otros lugares. Otra de las razones para utilizar esta metodología la facilidad para identificar los elementos estructurales de forma cualitativa y cuantitativa y la facilidad para ser adaptada a otros países como el nuestro.

Según Herrera (2013), Para evaluar los daños de un elemento estructural de un edificio según la metodología de Benedetti y Petrini, se realiza en base a 11 parámetros de los cuales 7 se evalúan de forma cualitativa y 4 de forma cuantitativa. Los parámetros a seguir según la metodología son las siguientes:

1. Tipo y organización del sistema resistente.
2. Calidad del sistema resistente.
3. Resistencia convencional.
4. Posición del edificio y cimentación.
5. Diafragmas horizontales.
6. Configuración en planta.

7. Configuración en elevación.
8. Distancia máxima entre muros o columnas.
9. Tipo de cubierta.
10. Elementos no estructurales.
11. Estado de conservación.

Por todo, lo mencionado líneas arriba es necesario determinar la vulnerabilidad sísmica del mercado central de Bambamarca debido a su importancia pues es el centro y acopio de la comercialización del distrito de Bambamarca, alberga a más de 150 comerciantes y a más de 1000 usuarios a la semana; convirtiéndose en un sector estratégico para la economía de la ciudad. Así mismo nos permite identificar el nivel de vulnerabilidad del mercado central de Bambamarca - Hualgayoc con la finalidad de elaborar estrategias que nos permitan corregir las deficiencias en algunas estructuras y cuidar la vida de los trabajadores y público en general que asiste a dicho mercado.

## **1.2. Formulación del problema.**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica del mercado central de Bambamarca-Hualgayoc según el método de Benedetti y Petrini?

## **1.3. Objetivos.**

### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar la vulnerabilidad sísmica del mercado central de Bambamarca-Hualgayoc según el método de Benedetti y Petrini.

### 1.3.2. Objetivos específicos.

- ✓ Determinar y clasificar los once factores que intervienen en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, según el método del índice de Benedetti y Petrini.
- ✓ Determinar y el índice de vulnerabilidad sísmica aplicando el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini del mercado de Bambamarca -Hualgayoc.
- ✓ Analizar si el sistema estructural de albañilería confinada, columnas de concreto armado, viga de concreto armado y placas cumple con la norma de diseño sismorresistente E.030.
- ✓ Evaluar la calidad de los materiales usados en la edificación del mercado de Bambamarca – Hualgayoc.
- ✓ Evaluar si la deformabilidad del diafragma tiene influencia sobre el nivel de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura.

### 1.4. Hipótesis.

La vulnerabilidad sísmica del mercado central de Bambamarca – Hualgayoc es baja.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.

### 2.1. Tipo de investigación.

La investigación por su finalidad es aplicada ya que puede ayudar a prevenir pérdidas humanas y materiales, por su objetivo es de tipo *descriptiva no experimental*, por cuanto se observa las condiciones estructurales y otras características del mercado central de Bambamarca - Hualgayoc. Por el enfoque es cualitativa ya que se evalúa parámetros mediante la observación y cuantitativa porque se realizan cálculos para establecer valores de otras variables. Por su diseño es no experimental, los medios para obtener la información fueron documental y en campo de fuentes primarias y secundarias. Por su temporalidad es transversal.

**Tabla 1.**

*Tipificación de Investigación.*

Criterio	Tipo de Investigación
Finalidad	: Aplicada
Enfoque metodológico	: Cuantitativa Cualitativa
Objetivo	: Descriptiva
Fuente de datos	: Primaria y Secundaria
Diseño	: No experimental
Temporalidad	: Transversal

### 2.2. Población y muestra.

#### 2.2.1 Población.

Está constituida por los dos pabellones (A y B) del mercado central de distrito de Bambamarca - Hualgayoc.





Figura 2. Mercado central del distrito de Bambamarca.

### 2.2.2 Muestra.

La muestra es igual a la población, por lo tanto, está constituida por los dos pabellones A y B del mercado central del distrito de Bambamarca - Hualgayoc.

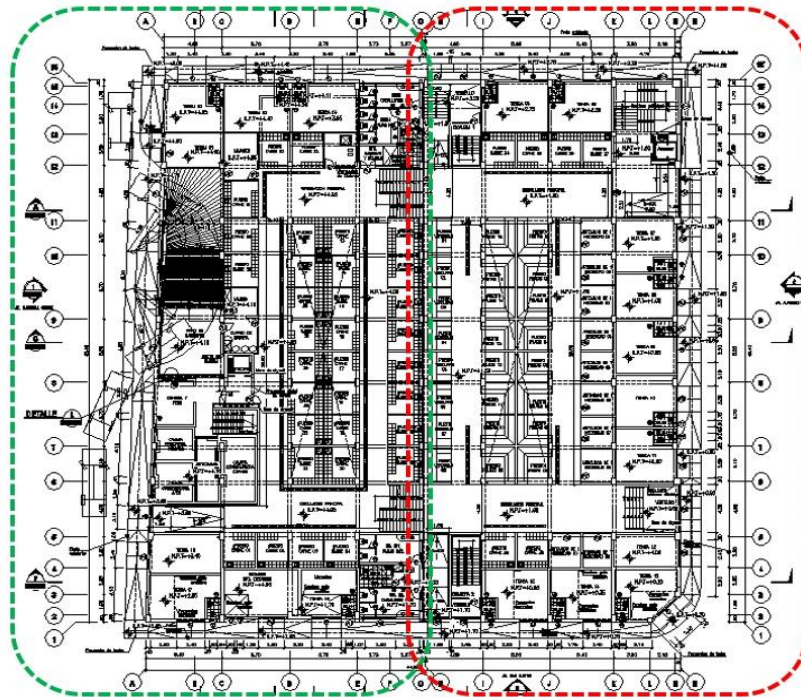


Figura 3. Planta de distribución, Bloque A (lado izquierdo) y Bloque B (lado derecho).

En la figura 4 se puede observar el corte transversal a ambos bloques.

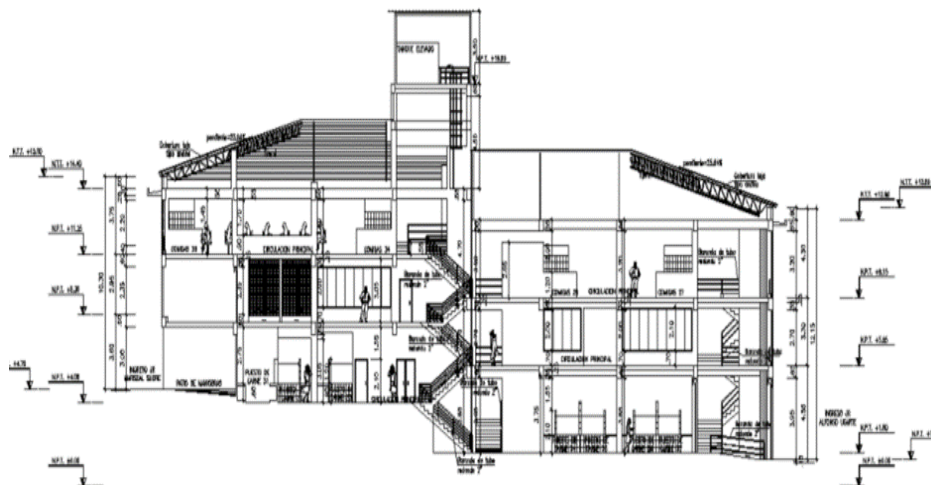


Figura 4. Corte A-A, transversal a ambos bloques.

## 2.3. Técnicas e instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

### 2.3.1 Técnicas.

- a. **Observación directa:** según Carrasco (2013). “esta técnica nos permite recoger información de forma intencional y objetiva sobre las características y elementos de las unidades de estudio”. Esta técnica nos permite tener una visión general de cómo se encuentra la infraestructura del mercado central de Bambamarca.
- b. **Análisis documental:** esta técnica nos permitirá fundamentar el problema de investigación a través de la revisión de fuentes escritas como: artículos científicos, tesis, documentos, etc., afines al tema de estudio. Así mismo, se utilizará el expediente técnico del mercado central de Bambamarca con la finalidad de tener una visión sobre las dimensiones, elementos estructurales, ambientes, etc.

### 2.3.2 Instrumentos.

a) **Cuaderno de notas:** nos permitió apuntar datos relevantes sobre la estructura que se obtengan de la observación directa y del análisis documental referidas al tema de investigación.

b) **Ficha de evaluación:** es una tarjeta donde se muestra y desarrollan los parámetros propuestas por Benedetti y Petrini para la determinación del índice de vulnerabilidad.

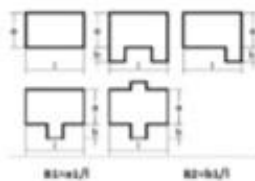
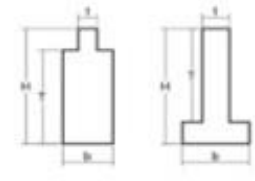
En la tabla 2 y 3 se puede observar las fichas de evaluación para estructuras de mampostería – tipología albañilería y para estructuras de concreto armado que contiene cada uno de los parámetros a evaluar.

c) **Validación del instrumento (Ficha de evaluación).**

El instrumento fue adaptado de la investigación de Criollo y Santisteban en su investigación “vulnerabilidad sísmica según la metodología de Benedetti y Petrini en la ciudad de San José”. En la cual se determinó por medio de 3 expertos que las mediciones cualitativas y cuantitativas de cada uno de los parámetros en estudio son coherentes con los parámetros que proponen Benedetti y Petrini. En tal sentido se escogió esta ficha de evaluación porque presenta similares características de estudio en cuanto a la infraestructura del mercado central de Bambamarca.

Tabla 2

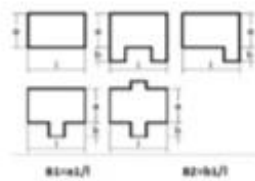
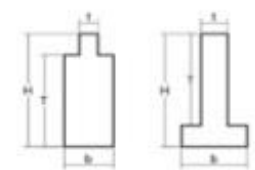
Ficha de evaluación para estructuras de mampostería – Tipología albañilería

DATOS REFERENCIALES		PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: ..... Ubicación: ..... ..... ..... Uso actual: ..... ..... .....		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica ( ) Nueva construcción y/o reparación ( ) Elementos de arrioste horizontales y verticales ( ) Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción ( ) Muros sin confinar o autoconstrucción ( )
		2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Marca según lo observado Mampostería de buena calidad Si ( ) No ( ) Muros con mampostería artesanal Si ( ) No ( ) Buena trabazón en mampostería Si ( ) No ( ) Mortero de buena calidad (9 – 12mm) Si ( ) No ( )
Parámetro o configuración en planta  		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado: N: Número de pisos ..... Ax: Área de muros en x (m <sup>2</sup> ) ..... Ay: Área de muros en y (m <sup>2</sup> ) ..... h: Altura promedio de entrepiso (m) ..... P <sub>d</sub> : Peso del diafragma (ton/m <sup>2</sup> ) ..... P <sub>c</sub> : Peso de cubierta (ton/m <sup>2</sup> ) .....
		4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marca según lo observado Presencia de sales Si ( ) No ( ) Presencia de filtración Si ( ) No ( ) Estado de conservación deterioro Si ( ) No ( )
		5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado Discontinuidades abruptas Si ( ) No ( ) Buena conexión diafragma – muro Si ( ) No ( ) Deflexión del diafragma Si ( ) No ( )
Configuración de elevación  		6	CONFIGURACION DE PLANTA	Especificar según lo observado: a. ....
		7	CONFIGURACION EN PLANTA	Aumento o reducción de masas o áreas % T/H Piso blando ( ) Irregularidades del sistema resistente ( )
		8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE MUROS	L: (espaciamiento de muros trans. Metros) .... S: (espesor de muro maestro en metros) ..... Factor L/S
		9	TIPO DE CUBIERTA	Cubierta estable Si ( ) No ( ) Conexión cubierta – muro Si ( ) No ( ) Cubierta plana Si ( ) No ( ) Material liviano Si ( ) No ( ) Cubierta en buenas condiciones Si ( ) No ( )
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno), R (regular) y M (malo) según conexión al sistema resistente Cornisa y parapetos ( ) Tranqueras de agua prefabricadas ( ) Balcones y volados ( ) Pequeños elementos ( )
		11	ESTADO DE CONSERVACION	Marca según lo observado: Estado de conservación Buena ( ) regular ( ) mala ( ) Muros en buena condición, sin fisuras visibles ( ) Muros que presentan fisuras pequeñas ( ) Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidos por sismos ( ) Muros con fuerte deterioro en sus componentes ( )

Fuente: Adaptado de Criollo y Santisteban Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) en la ciudad de San José.

Tabla 3

Ficha de evaluación para estructuras de concreto armado.

DATOS REFERENCIALES		PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha:..... Ubicación:..... ..... ..... Uso actual:..... ..... .....		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica ( ) Nueva construcción y/o reparación ( ) Elementos de arrioste horizontales y verticales ( ) Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción ( ) Muros sin confinar o autoconstrucción ( )
		2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Marca según lo observado Mampostería de buena calidad Si ( ) No ( ) Muros con mampostería artesanal Si ( ) No ( ) Buena trabazón en mampostería Si ( ) No ( ) Mortero de buena calidad (9 – 12mm) Si ( ) No ( )
Parámetro o configuración en planta 		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado: N: Número de pisos..... Ax: Área de muros en x (m2)..... Ay: Área de muros en y (m2)..... h: Altura promedio de entrepiso (m)..... P <sub>d</sub> : Peso del diafragma (ton/m2)..... P <sub>c</sub> : Peso de cubierta (ton/m2).....
		4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marca según lo observado Presencia de sales Si ( ) No ( ) Presencia de filtración Si ( ) No ( ) Estado de conservación deterioro Si ( ) No ( )
		5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado Discontinuidades abruptas Si ( ) No ( ) Buena conexión diafragma – muro Si ( ) No ( ) Deflexión del diafragma Si ( ) No ( )
Configuración de elevación 		6	CONFIGURACION DE PLANTA	Especificar según lo observado: a.....
		7	CONFIGURACION EN PLANTA	Aumento o reducción de masas o áreas % T/H ( ) Piso blando ( ) Irregularidades del sistema resistente ( )
		8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	L: (espaciamiento de muros trans. Metros) .... S: (espesor de muro maestro en metros) ..... Factor L/S
		9	TIPO DE CUBIERTA	Cubierta estable Si ( ) No ( ) Conexión cubierta – muro Si ( ) No ( ) Cubierta plana Si ( ) No ( ) Material liviano Si ( ) No ( ) Cubierta en buenas condiciones Si ( ) No ( )
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno), R (regular) y M (malo) según conexión al sistema resistente Cornisa y parapetos ( ) Tranqueras de agua prefabricadas ( ) Balcones y volados ( ) Pequeños elementos ( )
		11	ESTADO DE CONSERVACION	Marca según lo observado: Estado de conservación Buena ( ) regular ( ) mala ( ) Muros en buena condición, sin fisuras visibles ( ) Muros que presentan fisuras pequeñas ( ) Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidos por sismos ( ) Muros con fuerte deterioro en sus componentes ( )

Fuente: Adaptado de Criollo y Santisteban Vulnerabilidad (Benedetti y Petri) en la ciudad de San José.

## 2.4. Procedimiento.

### Etapa 1: Recolección de Información.

En esta etapa se realizó la revisión de la NTE – E.030 y de las especificaciones técnicas del mercado central de Bambamarca los cuales cumplen con las características del sistema resistente de esta norma.

### Etapa 2: Visita a las instalaciones del mercado central de Bambamarca.

En esta etapa se realizó el reconocimiento visual de cada uno de los bloques A y B; y de la infraestructura que lo componen.

#### a) Situación actual del bloque A.

El bloque A consta de 3 pisos. El primer piso consta de 10 ambientes, 1 baño, 1 escalera; 3 cámaras frigoríficas, 1 laboratorio bromatológico, 1 balcón, 1 ducto para ascensor, etc.



Figura 5. Vista del bloque A.

#### b) Situación actual del bloque B.

El bloque B consta de 3 pisos. El primer piso consta de 9 ambientes, 1 baño, 1 almacén, 1 cuarto de máquinas / equipos, 1 depósito de limpieza, 1 montacarga de construcción cisterna / tanque elevado, etc.



Figura 6. Vista del Bloque B.

### **Etapa 3: Etapa Identificación de los materiales predominantes en la construcción.**

En esta etapa se identifica los materiales utilizados para la construcción, donde los materiales predominantes fueron:

- Muros de concreto armado (placas).
- Muros de albañilería para dividir los ambientes comerciales.
- Vigas de concreto armado para el tercer nivel.
- Columnas de concreto.

Como se pueden apreciar en la figura 10 y 11.



Figura 7. Vigas de concreto armado para el techo.

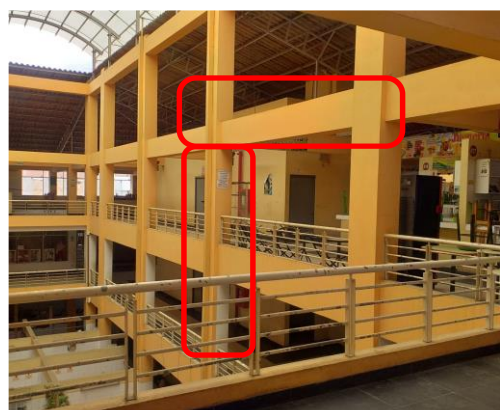


Figura 8. Columnas y vigas de concreto.

#### **Etapa 4: Medición de algunos elementos estructurales.**

En la figura 12 y 13, se muestra las columnas, vigas y losas de techo las cuales se midieron obteniendo las siguientes medidas:

- Dimensiones de vigas:  $V1 = 0.35 \times 0.50$ ;  $V2 = 0.35 \times 0.60$
- Columnas  $0.47 \times 0.65$
- Dos losas (techo de concreto): Altura de losa =  $0.27 \text{ cm}$ .

Se realizó con la finalidad de corroborar las medidas que especifican en los planos de los boques A y B.



*Figura 9. Medición de vigas y columnas*



*Figura 10. Toma de datos.*

#### **Etapa 6: Identificación y situación actual de los elementos estructurales.**

La figura 14, se puede observar la inspección visual de la columna (bloque A) la cual presenta una fisura de 1.10 m y de 2 milímetros de espesor; mientras que en la figura 15 se muestra otra fisura en el bloque B de 1.50 m de largo y de 2 milímetros de espesor.





*Figura 11.* Inspección de Columna (Bloque A).



*Figura 12.* Inspección de Columna (Bloque B)

### **Etapa 7: Identificación de los elementos no estructurales.**

Se puede observar en la figura 16 que la estructura del tanque elevado estado conectada sobre una losa maciza con conexiones eficientes, mientras que en la figura 17 se presenta los pasamanos del bloque A, los cuales se encuentran en condiciones normales.



*Figura 13.* Inspección de la estructura del tanque.



*Figura 14.* Pasamanos del bloque B.

### **Etapa 8: Índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.**

Una vez estudiada los conceptos y teorías se determinó que la metodología que mejor se enfoca al tipo de estudio que vamos a desarrollar, es el índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, pues nos ayuda a identificar los elementos estructurales que son más vulnerables frente a un movimiento sísmico. La metodología nos permite estimar diversas características de los edificios buscando la diferencia existente entre los mismos tipos de construcción o tipología. La información recolectada a simple vista, documentos, planos, etc., nos ayudarán a mostrar las características más importantes de una edificación. (Olarte, Orbegoso y Julca, 2015).

En la tabla 4, se puede observar los 11 parámetros a considerar en la siguiente investigación.

**Tabla 4.**

*Parámetros de la vulnerabilidad de Benedetti - Petrini.*

<b>i</b>	<b>Parámetro</b>
1	Organización del sistema resistente
2	Calidad del sistema resistente
3	Resistencia convencional
4	Posición del edificio y cimentación
5	Diafragmas horizontales
6	Configuración en planta
7	Configuración en elevación
8	Separación máxima entre muros
9	Tipo de cubierta
10	Elementos no estructurales
11	Estado de conservación

Los parámetros observados líneas arriba se pueden calificar en función de cuatro opciones (A, B, C y D) que van desde A óptimo y D desfavorable; así mismo cuenta con coeficientes de calificación posible  $K_i$  que se califica de acuerdo a la condición del elemento de la estructura y factores  $K_i$  y  $w_i$ , los cuales se obtienen de manera personal y la experiencia de este y de los datos reales obtenidos. (Benedetti y Petrini, 1984). Finalmente, para calcular el índice de vulnerabilidad global se determina utilizando la ecuación 1.

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot w_i \dots \dots \dots \text{Ecuación 1}$$

En la tabla 5, se puede observar los coeficientes de calificación, la condición de la estructura y los parámetros a evaluar:

**Tabla 5. Escala numérica del índice de vulnerabilidad de los edificios de albañilería (Benedetti- Petrini, 1984).**

<b>i</b>	<b>Parámetro</b>	<b>KiA</b>	<b>KiB</b>	<b>KiC</b>	<b>Wi</b>
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	1.50
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	1.00
3	Resistencia convencional	0	5	25	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	1.00
7	Configuración en elevación	0	5	25	1.00
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	0.50
9	Tipo de cubierta	0	15	25	0.25
10	Elementos no estructurales	0	5	25	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	0.25

Fuente: (castro P., 2011)

Una vez obtenido el resultado global de cada uno de los parámetros se procede a determinar el grado de vulnerabilidad que se tiene tomando en consideración que a medida que el resultado obtenido es mayor, más vulnerable la estructura y viceversa.

- ***Evaluación entre 0 – 70 Vulnerabilidad baja.***

Este tipo de edificaciones sufren daños moderados o leves, donde los elementos estructurales de la edificación siguen manteniendo gran parte de su resistencia y la infraestructura puede seguir siendo utilizada sin mayor temor a un peligro. (Castro, 2011).

- ***Evaluación entre 71 – 141 Vulnerabilidad media baja.***

Este tipo de edificaciones sufren daños importantes, que, aunque no colapsen los elementos estructurales han sufridos daños considerables y es peligroso seguir ocupándolos, pues pueden producir accidentes por caídas de bloques de albañilería o de concreto. (Castro, 2011).

- ***Evaluación entre 142 – 211 Vulnerabilidad media alta.***

Este tipo de edificaciones sufren daños muy severos o falla total en sus elementos estructurales, así mismo pueden ocasionar accidentes graves o hasta la muerte a sus ocupantes. (Castro, 2011).

- ***Evaluaciones mayores a 211 Vulnerabilidad alta.***

Este tipo de edificaciones sufren daños muy vulnerables y falla inminente de todos sus elementos estructurales, pues se vuelven inhabitables.

#### 2.4.1.1. Evaluación y clasificación de los parámetros de Benedetti – Petrini.

##### a) Parámetro 1: Tipo de organización del sistema resistente.

Para Santisteban (2015), la evaluación de este parámetro se realiza en función de la repartición del sistema resistente vertical de la edificación, para lo cual no considera el tipo de material utilizado para su construcción. Así mismo, toma como factores importantes a considerar en la evaluación la norma sismorresistente E. 0.30, pues dicha norma propone los lineamientos y características del sistema resistente, también se consideró la colaboración de un profesional en la construcción del edificio, debido a que aporta sus conocimientos y experiencia.

Por lo tanto, para la evaluación de este parámetro se realizará en función de la norma sismorresistente 2003 debido a que en esta norma se hicieron mejoras en cuanto a la resistencia de las edificaciones y la presencia de un experto en la construcción de la edificación.

- Edificaciones construidas  $\geq$  al año 2003 y asesoría de un experto. (*Clase A*).
- Edificaciones construidas  $<$  al año 2003 y asesoría de un experto (*Clase B*).
- Si asesoría de un experto (*Clase C*).

##### b) Parámetro 2: Calidad del sistema resistente.

Para Girón y Carrasco (2019), la evaluación de los edificios de concreto armado se realiza en función de los factores del parámetro uno, pues el tipo de organización del sistema resistente también nos proporciona la calidad del sistema resistente. Por lo tanto, se toma como

factores importantes a considerar en la evaluación la norma sismorresistente E. 0.30, pues dicha norma propone los lineamientos y características del sistema resistente, también se consideró la colaboración de un profesional en la construcción del edificio, debido a que aporta sus conocimientos y experiencia en la calidad de la mano de obra y la calidad del sistema de ejecución.

Por lo tanto, este parámetro se evalúa a partir de información que se cuenta en la base de datos, correspondientes al material utilizado en la construcción de las diferentes partes del edificio el año de construcción y la colaboración de un experto.

- Edificaciones construidas  $\geq$  al año 2003, que cumplan con la tipología estructural y asesoría de un experto. (*Clase A*).
- Edificaciones construidas  $<$  al año 2003, que no cumplan con la tipología estructural y asesoría de un experto. (*Clase B*).
- Sin asesoría de un experto. (*Clase C*).

### c) **Parámetro 3: Resistencia convencional.**

La evaluación de este parámetro se realizó en función de la metodología propuesta por hurtado y cardona. Esta metodología se enfoca a determinar el daño de los elementos estructurales en función de la demanda de ductilidad de la estructura. Para lo cual propone los siguientes pasos:

- **Primero**, se determina la distancia de los muros, tanto para el bloque A y bloque B. (datos tomados in situ).
- **Segundo**, se establece la resistencia cortante menos favorable (se toma la menor distancia de muros en el primer piso del edificio). Este cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$VR = L * e * v \dots \dots \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Vr: cortante resistente.

L: Longitud de los muros.

e: espesor de los muros.

V: valor de la resistencia a cortante de los muros.

El valor de la resistencia a cortante de los muros se calculó en función a los estudios realizados por la Universidad de los Andes 1990, donde se evidencio que el valor de resistencia para mampostería confinada y no confinada son los siguientes:

$$v = 1,50 \frac{kg}{cm^2} \text{ para mamposteria confinada.}$$

$$v = 0,75 \frac{kg}{cm^2} \text{ para mamposteria no confinada.}$$

- **Tercero**, realizamos el cálculo del peso de la edificación en base a las cargas vivas y muertas que son resistidos por la estructura (W).

- **Cuarto**, realizamos el cálculo del coeficiente resistente CSR, este punto de calcula dividiendo el cortante resistente entre el peso de la estructura.

$$CSR = \frac{V_r}{w} \dots \dots \dots \text{Ecuación 3.}$$

- **Quinto**, realizamos el cálculo del coeficiente exigido CSE, este punto se calcula tomando el valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado, así lo establece el reglamento de la norma sismorresistente 0.30.

$$CSE = \frac{ZUCS}{R} \dots \dots \dots \text{Ecuación 4}$$

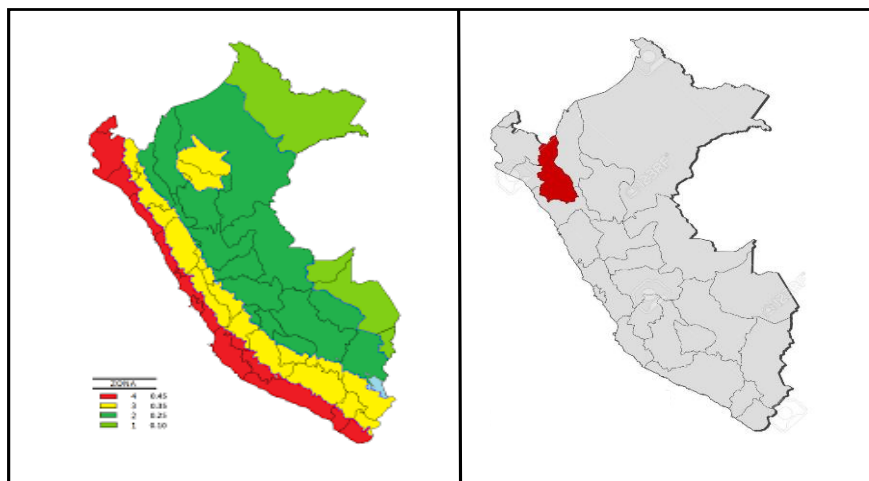
- **Sexto**, Finalmente se realiza el cálculo de la demanda de ductilidad DD con la siguiente fórmula:

$$DD = \frac{CSE}{CSR} \dots \dots \dots \text{Ecuación 5}$$

Para el cálculo del coeficiente exigido CSE, primero debemos hallar los valores del factor de zona (Z), el factor de uso (U), el coeficiente de ampliación sísmica (C) y el coeficiente de reducción sísmica (R). Para lo cual se utilizó la información del reglamento nacional de edificaciones 2018.



- a. Factor de Zona (Z):** la norma de diseño sismorresistente considera cuatro zonas con diferentes movimientos sísmicos.



*Figura 15* Ubicación Geográfica del departamento de Cajamarca en la microzonificación sísmica del Perú.

Fuente: Norma E.030, 2018.

**Tabla 6**

**Factores de Zona**

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Norma E.030, 2018.

En la tabla 6 se puede observar que el distrito de Bambamarca (donde se encuentra el mercado) se ubica en la zona 3 cuyo valor Z es igual a 0,35.

- b. Factor de uso (U):** en este punto consideramos la categorización hecha por la norma de diseño sismo resistente 0.30.

**Tabla 7**

***Categoría de las edificaciones y factor “U”***

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor U</b>
B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1,3

(\*) En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista. Fuente: Norma E.030, 2018.

*Como se puede observar en la tabla 7, el mercado de Bambamarca pertenece a la edificación importante por la tanto se toma un valor de uso U igual a 1,3.*

- c. Coeficiente de Ampliación sísmica (C).** Según las tipologías del sitio, se define el factor de ampliación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.5; \text{Si } T < T_p \dots \dots \dots \text{Ecuación 7}$$

$$C = 2.5 * \frac{T_p}{T}; \text{si } T_p < T < T_i$$

$$C = 2.5 * \frac{T_p * T_l}{T^2}; T > T_i$$

**Donde:**

$T_p$  y  $T_L$  = Periodos de suelo.

T = Periodo fundamental.

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

$h_n$  = Altura de la edificación.

**Tabla 8.**

*Tipo de edificación.*

CT	TIPO DE EDIFICACIÓN
35	<p>Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:</p> <p>Pórticos de concreto armado sin muros de corte.</p> <p>Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.</p>

Fuente: Norma E.030, 2018.

Según la tabla 8 se puede apreciar que el tipo de edificación está conformado por concreto armado por lo cual se toma el valor de 35.

#### **d. Factor de suelo**

En este punto se evalúa el tipo de suelo tomando en consideración las propiedades mecánicas del suelo. Clasificando el suelo por su tipología: S0 (Roca dura), S1 (Suelos muy rígidos), S2 (Suelos intermedios), S3 (Suelos Blandos) y S4 (Condiciones excepcionales).

Para este proyecto se toma el estudio de suelos realizado en el expediente técnico del mercado de Bambamarca. En donde con la actual clasificación de la Norma E.030, el suelo correspondería al perfil S3 cuyo factor  $S = 1.10$ .

**e. Coeficiente de reducción sísmica ( $r$ ):** Para el caso de Concreto Armado se adoptará un valor  $R = 6$ , y para el caso de Albañilería se adoptará un Valor  $R = 3$ .

Se podrá clasificar con la siguiente adaptación:

- Edificio con  $DD < 0.30$  (*clase A*).
- Edificio con  $0.30 \leq DD \leq 0.60$  (*clase B*).
- Edificio con  $0.60 \leq DD \leq 0.90$  (*clase C*).

**d) Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación.**

Según Yépez (1995) este parámetro se evalúa hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Sin embargo, la evaluación de este parámetro parece incompleta y difícil, ya que la observación de cotas de cimentación no siempre es posible a simple vista, requiriendo examinar los planos estructurales de la cimentación.

Por lo tanto, para evaluar el parámetro 4 para estructuras de concreto armado, se asignará de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

- Edificación cimentada sobre superficie intermedio o *flexible*. (*clase A*).
- Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible con presencia de sales y humedad. (*clase B*).
- Edificación cimentada sin asesoría técnica, y presencia de sales y humedad. (*clase C*).

#### e) **Parámetro 5: Diafragmas horizontales.**

Según Girón y Carrasco (2019), en este parámetro se evalúa el diafragma horizontal que tiene la edificación, se toma en cuenta los planos estructurales, arquitectónicos, la conexión de los muros eficaces y placas de concreto.

Por lo tanto, para evaluar el parámetro 5 para estructuras de concreto armado, se asignará de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

- Edificación con diafragmas que presenten las siguientes condiciones: (*clase A*)
  - ✓ Ausencia de planos a desnivel y las placas son de concreto.
  - ✓ La deformabilidad del diafragma es despreciable (ideal de concreto armado).
  - ✓ La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A. (*Clase B*).
- Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A. (*Clase C*).

#### f) **Parámetros 6: Configuración de planta.**

En este punto se evalúa la forma de la planta de la edificación y como este influye en el movimiento sísmico. Para este parámetro se toma en cuenta las medidas  $\beta_1 = a/L$  y  $\beta_2 = b/L$ , donde:

a = Dimensión menor del edificio.

L = Dimensión mayor del edificio.

$b$  = Dimensión de los elementos que sobresalgan de las dimensiones principales  $a$  y  $L$  de la planta.

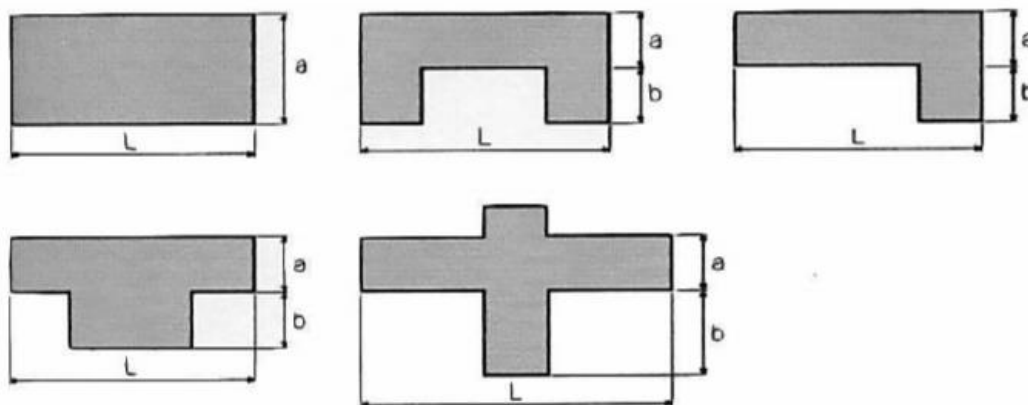


Figura 16 Configuración en planta de la estructura.

Fuente: Ulises Mena H. (Tesis UPC – España)

Por lo tanto, para evaluar el parámetro 6 para estructuras de concreto armado, se asignará de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

- Configuración convexa en planta  $\beta_1 \geq 0.8$  o  $\beta_2 \leq 0.1$ . (**Clase A**).
- Configuración cóncava en planta (compleja)  $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$  o  $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$ . (**clase B**).
- Configuración cóncava inadecuada en planta (compleja)  $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$  o  $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$  (**Clase C**).

#### g) Parámetro 7: Configuración en elevación.

Según Santisteban (2015) en este parámetro se toma en cuenta la anomalía en la elevación de edificios de concreto armado las cuales están determinadas por las distribuciones como las que se presenta en la figura 7.



#### **h) Parámetro 8: Distancia máxima entre muros o columnas.**

Según Carrasco (2016) Este parámetro se clasificará en función del factor  $L/S$ , donde  $S$  es el espesor del muro maestro y  $L$  es el espacio máximo entre los muros transversales.

Por lo tanto, la clasificación se realizó en base a los siguientes parámetros:

- Edificio con  $L/S < 15$ .
- Edificio con  $15 \leq L/S \leq 30$ .
- Edificación con  $L/S \geq 30$ .

#### **i) Parámetros 9: Tipo de cubierta.**

Según Carrasco (2016) Para este parámetro se evaluó en base al tipo de cubierta y la asistencia técnica, pues la experiencia, de un experto permite deducir que las conexiones y el comportamiento estructural son eficientes. Por lo tanto, en la evaluación de este parámetro sólo se utilizó los campos de asistencia técnica y tipo de material de cubierta.

Por lo tanto, para evaluar el parámetro 9 para estructuras de concreto armado, se asignará de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

- Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y material liviano. (*clase A*)
- Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones. (*clase B*)
- Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel. (*clase C*)



**j) Parámetros 10: Elementos no estructurales.**

Según Castro (2011) en este punto se calificó en base a los elementos no estructurales como: Tabiques, parapetos, mobiliario, acabados, cornisas y cualquier otro elemento no estructural que pueda causar daño.

Por lo tanto, para evaluar el parámetro 10, se asignará de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

- Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. (*clase A*)
- Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente. (*clase B*)
- Edificio que presenta malas conexiones en el techo, tanques de agua u otro tipo de elemento mal conectado. (*clase C*)

**k) Parámetro 11: Estado de conservación.**

Según Caballero (2007) en este punto se califica de manera personal a través de la observación la presencia de desperfectos externos de la edificación, así como posibles irregularidades como productos de fallos en el proceso constructivo.

- Buen estado (*clase A*)
- Ligeramente dañado (*clase B*)
- Mal estado de conservación (*clase C*)

## CAPÍTULO III. RESULTADOS.

### 3.1 Resultados de cada uno de los parámetros.

#### 3.1.1 Organización del sistema resistente.

El mercado central de Bambamarca consta de dos módulos. Los cuales fueron construidos en el año 2014 y cumple con las características del sistema resistente de la norma. E.030. Ver anexo 2 y 11.

*Tabla 9. Calificación del parámetro 1.*

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A	X		
	Bloque B	X		

#### 3.1.2 Calidad del sistema resistente.

Se consideró para su clasificación el tipo de material utilizado para la construcción, los cuales son de buena calidad según las especificaciones técnicas del mercado central de Bambamarca. BISA: SP-340IM0042A-770-01-100\_0. Ver anexo 12.

Así mismo, se consideró que la construcción cuenta con poco tiempo de construcción y cuenta con asistencia técnica.

*Tabla 10. Calificación del parámetro 2.*

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A	X		
	Bloque B	X		

### 3.1.3 Resistencia convencional.

Se realizó el cálculo tomando en cuenta la resistencia de los muros en las direcciones principales. Como se puede apreciar en el anexo 7.

#### Bloque A

##### Paso 1. Determinar la longitud de los muros.

Longitud (m)	L	UM
Total, muro Eje X	134.44	<b>m</b>
Total, muro Eje y	98.58	<b>m</b>

Resistencia al efecto cortante en mampostería confinada (v) mampostería confinada  $T_n/m^2 = 14.76$

Espesor (m)	e	UM
promedio muro Eje X	0.17	<b>m</b>
promedio muro Eje y	0.17	<b>m</b>

##### Paso 2. Calcular la resistencia a cortante menos favorable.

##### Cortante resistente de muros en la dirección.

$$VR = (L) \times (e) \times (v)$$

	VR	L	e	v
VRx (Tn)	<b>337.34</b>	134.44	0.17	14.76
VRy (Tn)	<b>247.36</b>	98.58	0.17	14.76

El valor más favorable (valor más bajo)  $VR_x(tn) = 247.36$

### Paso 3. Calcular el peso de la edificación.

#### Peso de carga muerta.

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso de estructura
Primera Planta	617.13	0.12	74.06
Primera Segunda	592.14	0.12	71.06
Primera Tercera	540.75	0.12	64.89
<b>TOTAL</b>			<b>210.00</b>

#### Peso de carga viva.

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso de estructura
Primera Planta	617.13	0.2	123.43
Primera Segunda	592.14	0.2	118.43
Primera Tercera	540.75	0.2	108.15
<b>TOTAL</b>			<b>108.15</b>

Peso total de la edificación      **318.15**      **(Tn/m<sup>2</sup>)**

### Paso 4. Calcular el coeficiente sísmico resistente CSR.

$$CSR = VR/W$$

$$CSR = 0.78$$

### Paso 5. Calcular el coeficiente sísmico exigido CSE.

$$CSE = ZUCS/R$$

$$CSE = 0.21$$

### Paso 6. Calcular la demanda de ductilidad DD.

$$DD = CSE / CSR$$

$$DD = 0.27$$

### Bloque B.

#### Paso1. Determinar la longitud de los muros.

Longitud (m)	L	UM
Total, muro Eje X	172.87	<b>m</b>
Total, muro Eje y	154.14	<b>m</b>

Resistencia al efecto cortante en mampostería confinada (v) mampostería confinada Tn/m<sup>2</sup> = **14.76**

Espesor (m)	e	UM
promedio muro Eje X	0.17	<b>m</b>
promedio muro Eje y	0.17	<b>m</b>

#### Paso 2. Calcular la resistencia a cortante menos favorable.

#### Cortante resistente de muros en la dirección.

$$VR = (L) \times (e) \times (v)$$

	VR	L	e	v
VRx (Tn)	<b>4.33.77</b>	172.87	0.17	14.76
VRy (Tn)	<b>386.77</b>	154.14	0.17	14.76

El valor más favorable (valor más bajo) **VRx(tn) = 386.77**

### Paso 3. Calcular el peso de la edificación.

#### Peso de carga muerta.

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso de estructura
Primera Planta	617.13	0.12	74.06
Primera Segunda	592.14	0.12	71.06
Primera Tercera	540.75	0.12	64.89
<b>TOTAL</b>			<b>210.00</b>

#### Peso de carga viva.

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso de estructura
Primera Planta	617.13	0.2	123.43
Primera Segunda	592.14	0.2	118.43
Primera Tercera	540.75	0.2	108.15
<b>TOTAL</b>			<b>108.15</b>

Peso total de la edificación      **318.15**      (Tn/m<sup>2</sup>)

### Paso 4. Calcular el coeficiente sísmico resistente CSR.

$$CSR = VR/W$$

$$CSR = 1.22$$

### Paso 5. Calcular el coeficiente sísmico exigido CSE.

$$CSE = ZUCS/R$$

$$CSE = 0.21$$

### Paso 6. Calcular la demanda de ductilidad DD.

$$DD = CSE / CSR$$

$$DD = 0.17$$

**Tabla 11. Calificación por bloques del parámetro 3.**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A	x		
	Bloque B	x		

### 3.1.4 Posición del edificio y cimiento.

Según expediente técnico: MD-340IM0042A-770-01-100 – pág. 8, ambos bloques presentan irregularidades estructurales: por masa en cuanto a su altura, y por discontinuidad del diafragma en planta para ambos sentidos de análisis, así mismo la edificación se encuentra cimentada sobre suelo intermedio y flexible y el suelo es arcillo del tipo Cl. Por lo tanto, se asigna la letra B, la cual se muestra en la siguiente tabla. Ver anexo 5.

**Tabla 12. Calificación del parámetro 4.**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A		X	
	Bloque B		X	

### 3.1.5 Diafragmas horizontales.

Los bloques A y B, presentan una deformabilidad del diafragma y este es despreciable, la conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz, así mismo se pudo comprobar que la losa aligerada está completamente recubierta en la parte superior con contrapiso y un acabado de tarrajeo para ambos bloques. Por lo tanto, le asignamos una calificación B. Ver anexo 3.

**Tabla 13. Calificación por bloques del parámetro 5.**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A		X	
	Bloque B		X	

### 3.1.6 Configuración en planta.

Este parámetro se evaluó tomando las especificaciones de la metodología de Benedetti y Petrini, el cual propone los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, sin perturbaciones.

Ver anexo 4.

BLOQUE	A	BLOQUE	B
Dimensiones:		Dimensiones:	
a =	9.85m	a =	9.85m
L =	21.03	L =	20.03
B =	0.00	B =	0.00
$\beta_1 = a/L$	0.46	$\beta_1 = a/L$	0.49
B2= b/L	0.00	B2= b/L	0.00

**Tabla 14. Calificación por bloques del parámetro 6.**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A			X
	Bloque B			X



### 3.1.7 Configuración en elevación.

Los bloques A y B son de un nivel, por lo tanto:

$$RL = \frac{13.00m - 0m}{13.00} = 1$$

*Tabla 15. Calificación por bloques del parámetro 7.*

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A	X		
	Bloque B	X		

### 3.1.8 Distancia máxima entre los muros.

Según los datos obtenidos en el anexo 7 se puede observar la distancia máxima entre muros y el espesor de estos.

#### **Bloque A.**

En donde:

$$S = 0.17 \text{ m}$$

$$L = 8.83 \text{ m}$$

$$L/S = \frac{8.83}{0.17}$$

$$\frac{L}{S} = 51.9$$

#### **Bloque B.**

En donde:

$$S = 0.17 \text{ m}$$

$$L = 8.4 \text{ m}$$

$$L/S = \frac{8.4}{0.17}$$

$$\frac{L}{S} = 49.4$$

**Tabla 16. Calificación por bloques del parámetro 8**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A			x
	Bloque B			x

### 3.1.9 Tipo de cubierta.

Los techos son de losas aligeradas de concreto armado para el primer y segundo nivel, para el tercer nivel hay vigas de concreto armado, que soportan las coberturas livianas de teja andina, según inspección visual, por lo tanto, se le asigna una calificación. Ver anexo 6.

**Tabla 17. Calificación por bloques del parámetro 9.**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A	X		
	Bloque B	X		

### 3.1.10 Elementos no estructurales.

Se evaluó otros elementos no estructurales como es el caso del tanque elevado que está conectada a la estructura principal sobre una losa maciza con conexiones eficientes, los cuales pueden causar un daño despreciable sobre la estructura, por lo tanto, se asigna una calificación A.

**Tabla 18. Calificación por bloques del parámetro 10.**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A	X		
	Bloque B	X		

### 3.1.11 Estado de conservación.

Por ser un parámetro cualitativo se determinó por medio de la observación que los elementos estructurales no presentan, fisuras, humedad o mala conexión para ambos bloques; cómo se puede apreciar en las figuras, 17,18,19 y 20.



*Figura 7. Bloque A: Vista externa.*



*Figura 8. Bloque A : Vista interna.*



*Figura 9. Bloque B: Vista externa.*



*Figura 10. Bloque B: Vista interna.*

**Tabla 19. Calificación por bloques del parámetro 11.**

Infraestructura	Bloque	Calificación		
		A	B	C
Mercado central de Bambamarca	Bloque A	X		
	Bloque B	X		

**Tabla 20. Evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini.**

i	Parámetro	K <sub>iA</sub>	K <sub>iB</sub>	K <sub>iC</sub>	W <sub>i</sub>	K <sub>i</sub> W <sub>i</sub> (peso total)
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	1.50	0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	1.00	0
3	Resistencia convencional	0	5	25	1.50	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	1.00	5
6	Configuración en planta	0	5	25	1.00	25
7	Configuración en elevación	0	5	25	1.00	0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	0.50	12.5
9	Elementos de ductilidad	0	15	25	0.25	0
10	Elementos no estructurales	0	5	25	0.25	0
11	Estado de conservación	0	5	25	0.25	0
					<b>Sumatoria</b>	46.25

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el índice de vulnerabilidad sísmica se utilizó la ecuación 1.

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot w_i$$

$$I_v = 46.25$$

Por lo tanto, según Castro (2011) la calificación entre 0 – 70 tiene una **vulnerabilidad baja**, ya que son edificaciones donde se espera que puedan ocurrir daños moderados o leves, el sistema estructural de la edificación conserva gran parte de su resistencia y puede seguir siendo utilizado sin mayor temor al peligro. (Castro P., 2011).

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

### 4.1 Limitaciones.

Una de las limitaciones que hemos tenido en nuestra investigación fue que al encontrarse la edificación en un proceso judicial los planos estructurales no han sido otorgados por la entidad competente, lo que limitó la contrastación de la información.

### 4.2 Interpretación Comparativa.

Una vez realizado el análisis de cada uno de los parámetros de la edificación del mercado central de Bambamarca, procedimos a cotejar la discusión de estos resultados con las investigaciones citadas en los antecedentes teóricos.

En relación al primer parámetro “organización del sistema resistente” del mercado central del distrito de Bambamarca compuesto según los planos en dos módulos, se le asignó una calificación A para los ambos módulos, debido a que fue construido en el año 2014, el cual a su vez fue construida con asesoría técnica y cumple con las características del sistema de la norma E.030; estos resultados coinciden con los estudios de Nisperuza (2019); Carhuallanqui y Medina (2019) donde los elementos más influyentes para calificar dicho parámetro fueron: se tomó en consideración la norma sismorresistente, asesoría técnica y el año de construcción). Mientras que al realizar la evaluación al parámetro 2 “Calidad del sistema resistente”, se le dio una calificación A para los dos módulos, debido a que se estimó en base al tipo de material utilizado para la construcción, los cuales son de buena calidad según las especificaciones técnicas, así mismo, se consideró al año de construcción y cuenta con asistencia técnica; estos resultados coinciden con los mismos estudios y elementos del parámetro 1.

Habiendo realizado la evaluación del parámetro 3 “Resistencia convencional” se le dio una calificación A para ambos módulos, se obtuvo resultados (0.27 y 0.17) pertenecientes al rango de  $DD \leq 0.30$ , el cual representa la relación de la fuerza resistente y la fuerza de diseño; estos resultados difieren del estudio de Nisperuza (2019) donde ellos ponen énfasis que este parámetro varía mucho en el resultado debido a la diferencia de datos que se pueden utilizar entre las diferentes metodologías que se pueda utilizar. Mientras que al realizar la evaluación del parámetro 4 “posición del edificio y cimiento” se le dio una calificación B para ambos bloques, pues se calificó en base a las irregularidades estructurales que presentan ambos bloques, además la edificación se encuentra cimentada sobre suelo arcilloso del tipo C1; estos resultados coinciden con el estudio de Tafur y Narro (2005) donde el elemento más influyente son las condiciones de suelo y la topografía de la zona. Sin embargo, difieren del estudio de Carhuallanqui y Medina (2019) donde el elemento más influyente en la posición del edificio es que fue construida sin la norma E.030.

Al realizar la evaluación del parámetro 5 “Diafragmas horizontales” se le asignó una calificación B, pues se calificó en base a la deformabilidad del diafragma que es despreciable, así mismo se pudo comprobar que la losa aligerada está completamente recubierta en la parte superior con contrapiso y un acabado de tarrajeo para ambos bloques; estos resultados coinciden con los estudios de Carpeta (2014); Carhuallanqui y Medina (2019) en la cual el elemento que influye en la calificación de este parámetro es la irregularidad en los diafragmas. En relación al parámetro 6 “Configuración en planta” se asignó una calificación C, debido a que se tomó en consideración los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, puesto que se obtuvo los siguientes

valores.:  $\beta_1 = 0.46$  y  $\beta_1 = 0.49$ . La evaluación del parámetro 7 “Configuración en elevación”, obtuvo una calificación de A, pues no existe ninguna variación de las alturas de los dos pisos de cada bloque.

Evaluando cada bloque con el parámetro 8 “Distancia máxima entre los muros” se obtuvo una calificación C para ambos bloques, ya que la distancia máxima entre columnas para los bloques A y B son 51.9 metros y 49.4 metros, además se consideró la asesoría técnica. Estos resultados coinciden con el estudio de Carpeta (2014), donde la distancia máxima entre muros estructurales supera los 4 metros, lo cual disminuye la rigidez a la estructura, algo necesario para resistir las cargas horizontales.

En relación al parámetro 9 “Tipo de cubierta” se le asignó una calificación A, pues se tomó en consideración el techo, el cual es de losa aligerada de concreto armado para el primer y segundo piso, por otro lado, en el tercer piso el techo se encuentra unido con vigas de concreto que soportan tejas andinas livianas. Estos datos coinciden con el estudio de Carhuallanqui y Medina (2019) en la cual concuerdan que el tipo de cubierta es de concreto armado y losas aligeradas. Así mismo, la evaluación del parámetro 10 “Elementos no estructurales” obtuvo una calificación A para ambos bloques, debido a que los elementos no estructurales tienen conexiones eficientes y no presentan ningún tipo de fallo o fisura. Estos resultados coinciden con los resultados de Nisperuza (2019) pues el elemento influyente en la calificación que la edificación cumple con la norma sismorresistente E.030 y asistencia técnica.

Finalmente, la evaluación del parámetro 11 “Estado de conservación” obtuvo una calificación de A para ambos bloques, debido a que no se encontró fisuras, humedad o mala conexión para ambos bloques. Estos resultados coinciden con los

estudios de Carhuallanqui y Medina (2019); Nisperuza (2019) donde los elementos que influyen en la categorización son muros aislados adecuadamente y no presencia de fisuras.

### **4.3 Implicancias.**

Al obtener como resultado en nuestra investigación que la vulnerabilidad del mercado central de Bambamarca - Hualgayoc es baja, implica para la Municipalidad de Bambamarca realizar una operación y mantenimiento adecuados en conservar la infraestructura para el tiempo de diseño establecido.



## CONCLUSIONES.

- Se pudo concluir en relación a la hipótesis que la vulnerabilidad del mercado de Bambamarca - Hualgayoc es baja dando por válida ésta.
- Se pudo concluir en relación al objetivo general después de aplicar el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti Petriani, el mercado central de Bambamarca - Hualgayoc presenta en promedio una vulnerabilidad baja.
- Se pudo concluir en relación al primero objetivo determinar los once parámetros de Benedetti y Petriani que los parámetros organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, configuración en elevación, elementos de ductilidad, elementos estructurales y estado de conservación obtuvieron una calificación A, los parámetros posición del edificio y cimentación y los diafragmas horizontales obtuvieron una calificación B, y los parámetros configuración en planta y separación máxima entre muros obtuvieron una calificación C.
- En relación al segundo objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petriani se obtuvo en términos generales que el mercado central de Bambamarca presenta en promedio una vulnerabilidad baja, por lo que ante un evento sísmico de gran magnitud no sufriría daños en sus estructuras en general. Así mismo la evaluación y clasificación a través del método de Benedetti y Petriani se concluyó que ambos bloques A y B que componen el mercado central de la provincia de Bambamarca presentan un índice de vulnerabilidad sísmica baja.

- Se concluyó que el sistema estructural de albañilería confinada, columnas de concreto armado, viga de concreto armado y placas cumple con la norma de diseño sismorresistente E.030.
- La evaluación de la calidad del sistema resistente dio como resultado la buena calidad de los materiales usados en la edificación.
- Se concluyó que la deformabilidad del diafragma es despreciable y tiene mucha influencia sobre el nivel de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura.

## RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar estudios de vulnerabilidad sísmica de otros mercados o centros comerciales, de años similares, ubicadas en el departamento de Cajamarca, para contar con una base de datos y discutir resultados, de tal manera que se pueda señalar las consecuencias de tener edificaciones vulnerables a los sismos y poder mejorarlo o gestionar nuevos proyectos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abanto Valdivia, S., & Cárdenas Cruz, D. (2015). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti – Petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad*. Obtenido de [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2056/1/re\\_ing.civil\\_sarita](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2056/1/re_ing.civil_sarita).
- Abanto Valdivia, S., & Cárdenas Cruz, D. J. (2015). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti – Petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo, provincia de Trujillo, región la libertad*.
- Alvayay Barrientos, V. (2013). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia473e/doc/bmfcia473e.pdf>.
- Astorga, M., & Aguilar, V. (04 de 2006). *Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71403073.pdf>
- Barrera Ramos, O., & Nieves Corredor, O. (2015). *Determinación de la Vulnerabilidad en las Casas Coloniales ubicadas en el Barrio de San Diego de la Ciudad de Cartagena*. Obtenido de <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/2069/1/TEISIS%20DE%20GRADO.pdf>
- Benedetti (1988). *Aspectos Generales del riesgo sísmico*.  
[https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6222/03CAPITULO\\_2.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6222/03CAPITULO_2.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Cabrera, J. (2014). *Patrones a evitar para un adecuado diseño Sismorresistente: Columna Corta*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/09/14/patrones-a-evitar-para-un-adequadodisenosismorresistente%E2%80%A6columna-corta/>

- Guardiola y Basset (2011). *Análisis de la vulnerabilidad del grupo de viviendas vírgenes de la Fuensanta en Valencia – España*.  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14134/66\\_GUARDIOLA.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14134/66_GUARDIOLA.pdf?sequence=1).
- INDECI (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca*.  
[http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5225\\_programa deprevencion-y-medidas-de-mitigacion-ante-desastres-de-la-ciudad-de-cajamarca.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5225_programa_deprevencion-y-medidas-de-mitigacion-ante-desastres-de-la-ciudad-de-cajamarca.pdf)
- MTC. (2016). *Reglamento Nacional de Construcciones NTE-030 de Diseño Sismorresistente*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC).
- MTC. (2009). *Reglamento Nacional de Construcciones NTE-060 de Concreto Armado*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC).
- MTC. (2006). *Reglamento Nacional de Construcciones NTE-070 de Albañilería*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC).
- MVCS. (2018). *Modificación de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones*.  
[https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1](https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1).
- Vizconde (2017). *Edificaciones de calidad -Vulnerabilidad sísmica*.  
<http://edificacionesdecalidad.com/vulnerabilidad-sismica>

# ANEXOS

**Anexo 1. Carta de Autorización por parte de la sub Gerencia de Comercialización.**

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA PARA OBTENCIÓN DE GRADO DE BACHILLER Y TÍTULO PROFESIONAL**

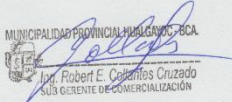
Yo ROBERT EDUARDO COLANTES CRUZADO  
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
identificado con DNI 27567521, en mi calidad de Sub. Gerente de  
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
Comercialización del área de Gerencia de Servicios  
(Nombre del área de la empresa)  
Municipales de la empresa/institución Municipalidad  
(Nombre de la empresa)  
Provincial de Hualgayoc - Bca.  
con R.U.C N° \_\_\_\_\_, ubicada en la ciudad de BAMBAMARCA

**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**  
Al señor Alan Centurión C. / Omar Vásquez C.  
(Nombre completo del Egresado/Bachiller)  
identificado con DNI N° 42550546 / 42179521 egresado/bachiller de la carrera de  
J.M.g. Civil para que utilice la siguiente información de la empresa:  
(Nombre de la carrera profesional)  
Mercado Central de Bambamarca  
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de Investigación para optar el grado de bachiller () o Tesis () o Trabajo de Suficiencia Profesional () para optar al grado de Bachiller () o el Título Profesional ()

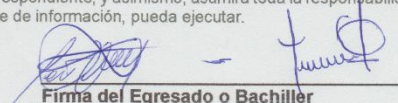
Adjunto a esta carta, está la siguiente documentación:  
 Ficha RUC (Para Tesis o investigación para grado de bachiller)  
 Vigencia de Poder (Para Informes de Suficiencia profesional)  
 Otro (ROF, MOF, Resolución, etc. para el caso de empresas públicas válido tanto para Tesis, investigación para grado de bachiller e Informe de Suficiencia Profesional)

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.  
 Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
 Mencionar el nombre de la empresa.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL HUALGAYOC - BCA  
  
Roberto E. Colantes Cruzado  
SUB GERENTE DE COMERCIALIZACIÓN

**Firma y sello del Representante Legal**  
DNI: 27567521

El Egresado o Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; y asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
**Firma del Egresado o Bachiller**  
DNI: 42550546 - 42179521

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	03	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	13/09/2019				

**Anexo 2. Memoria de cálculo mercado central de Bambamarca.**



MEMORIA DE CALCULO

---



**GOLD FIELDS**

**INGENIERÍA DE DETALLE**

**"REVISION Y REFORMULACION DEL EXPEDIENTE TECNICO  
MERCADO DE BAMBAMARCA" Y "EXPEDIENTE DE MERCADO  
TEMPORAL LAS PAPAS"  
HUALGAYOC - CAJAMARCA**

**PROYECTO DEL CLIENTE: HUALG**

**MEMORIA DE CÁLCULO  
MERCADO CENTRAL BAMBAMARCA**

**DISCIPLINA: C SA**

**BISA: MD-340IM0042A-770-01-100  
CLIENTE: HUALG-000-B-25-100-0**

**Aprobado por:**

Superintendente : Luis Encalada \_\_\_\_\_

Cliente : GOLD FIELDS LA CIMA S.A.A. \_\_\_\_\_

REV.	POR	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	J.L.C. / R.S.	M. Posadas	Revisión del Cliente	14/09/12	✓
B	J.L.C. / R.S.	L. Encalada	Revisión y Aprobación del Cliente	21/09/12	✓
0	J.L.C. / R.S.	L. Encalada	Construcción	27/09/12	

**Comentarios:**



## 1. ANTECEDENTES.

La Municipalidad de Cajamarca con la finalidad de dar mayor seguridad y confort a los pobladores del Distrito de Bambamarca, ha visto la necesidad de la construcción de un nuevo Mercado Central de Bambamarca, de acuerdo a la Reglamentación vigente considerando para ello la demolición de la edificación existente.

Buenaventura Ingenieros S.A. (BISA) a solicitud del Cliente "Gold fields La Cima S.A.A.", ha desarrollado la siguiente Memoria de Cálculo, correspondiente a la disciplina de Concreto para la ingeniería de detalle del proyecto denominado "REVISION Y REFORMULACION DEL EXPEDIENTE TECNICO MERCADO DE BAMBAMARCA" Y "EXPEDIENTE DE MERCADO TEMPORAL LAS PAPAS" HUALGAYOC - CAJAMARCA.

## 2. UBICACIÓN

El proyecto a ejecutar se ubica en el centro de la localidad de Bambamarca, distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc y Departamento de Cajamarca; en la situación del actual Mercado que se encuentra a dos (2) cuadras al oeste de la Plaza de Armas. La zona tiene una altitud promedio de 2545 msnm.

## 3. CODIGOS Y NORMAS DE REFERENCIA

- Reglamento Nacional de Edificaciones: NTE - E.020, Norma de Cargas
- Reglamento Nacional de Edificaciones: NTE - E.030, Norma de Diseño Sismorresistente
- Reglamento Nacional de Edificaciones: NTE - E.050, Norma de Suelos y Cimentaciones
- Reglamento Nacional de Edificaciones: NTE - E.060, Norma de Concreto Armado.
- Reglamento Nacional de Edificaciones: NTE - E.070, Norma de Albañilería.
- Norma de Diseño en Albañilería, 1982 - ININVI

	MEMORIA DE CALCULO	BISCALSI-000-0-25-108 Rev. 0 Fecha: 27/08/18
---	--------------------	--

- Normas de Diseño, 2004 SENCICO.

## 4. DOCUMENTACIÓN Y PLANOS DE REFERENCIALES

### 4.1. Documentos (código BISA):

MD-340IM0042A-770-03-100	Memoria Descriptiva - Arquitectura.
MD-340IM0042A-770-01-100	Memoria Descriptiva - Concreto.

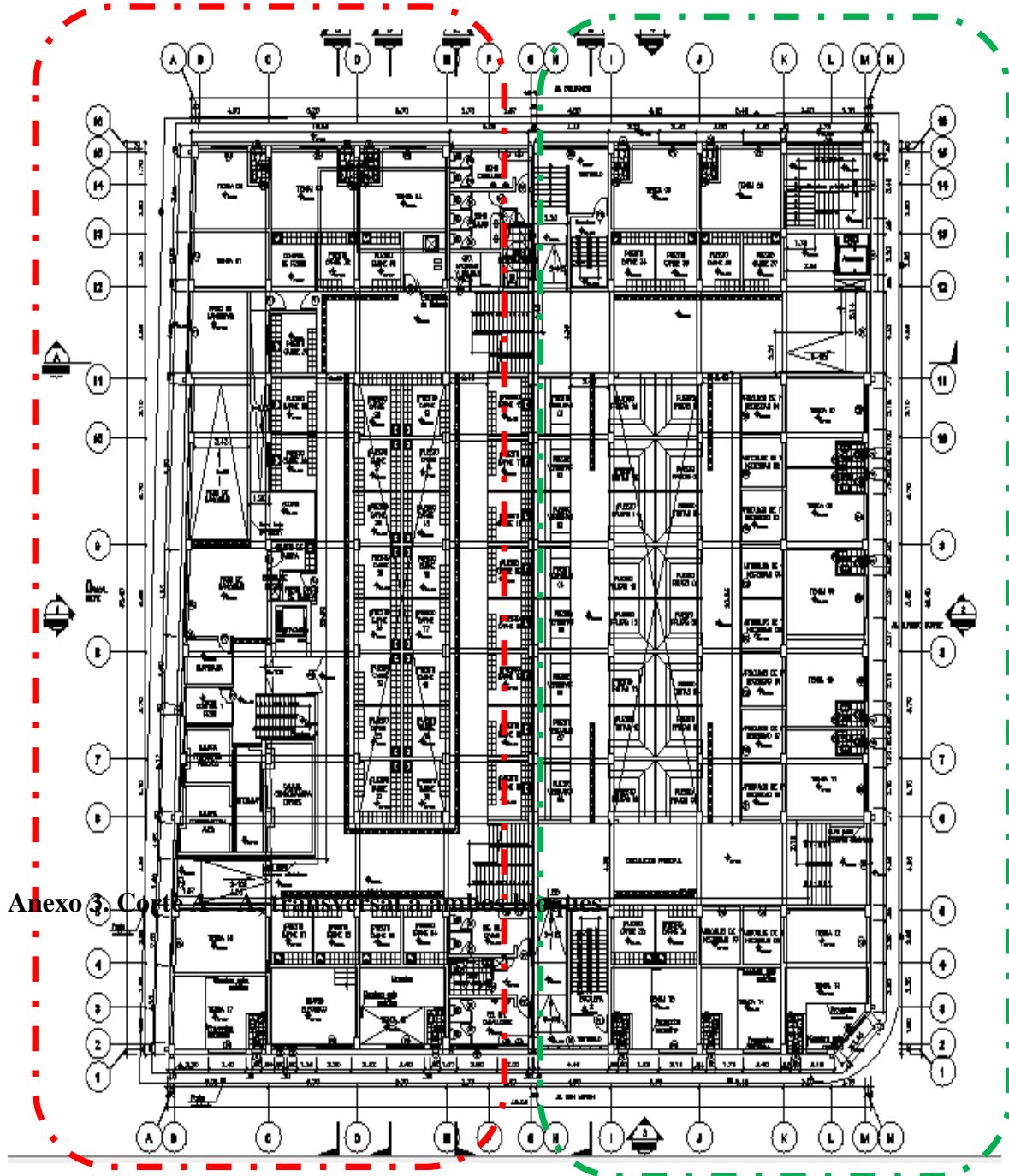
### 4.2. Planos (código BISA):

340IM0042A-770-03-102	Planta Semisótano y Primer Piso.
340IM0042A-770-03-103	Planta Segundo Piso.
340IM0042A-770-03-104	Planta Tercer Piso.
340IM0042A-770-03-106	Corte A y B.
340IM0042A-770-03-107	Corte C y D.
340IM0042A-770-03-108	Corte E.
340IM0042A-770-03-109	Elevaciones.
340IM0042A-770-03-110	Elevaciones.

## 5. CONSIDERACIONES GENERALES

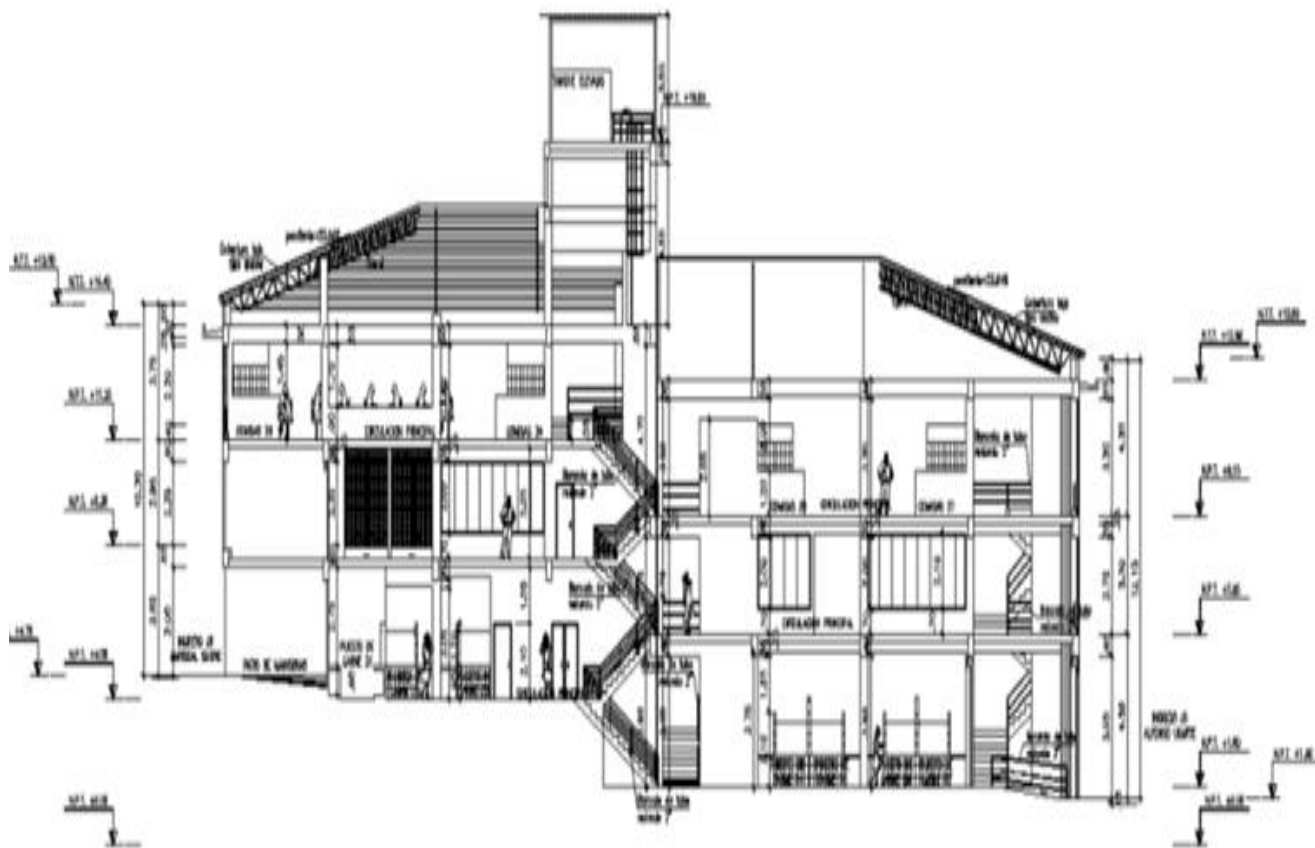
Ambos bloques a analizar constan de 03 pisos y presenta un sistema estructural predominantemente de pórticos y muros de concreto armado. Existen muros de albañilería para dividir los ambientes del centro comercial pero que están aislados del sistema resistente por lo que no contribuyen a la rigidez. Los techos son de losas aligeradas para el primer y segundo nivel, se consideran como diafragmas rígidos para efectos de análisis de desplazamientos laterales de entrepisos, mientras que para el tercer nivel se extiende una cobertura liviana apoyada sobre tijerales metálicos apoyados sobre dados de concreto. Los modelos estructurales han sido reforzado con la inclusión de placas de concreto armado para darle mayor rigidez en una de las direcciones de la edificación. Ver Fig. 01 y Fig. 02.

**Anexo 3. Planta de distribución, Módulo A (lado izquierdo) y Módulo B (lado derecho)**

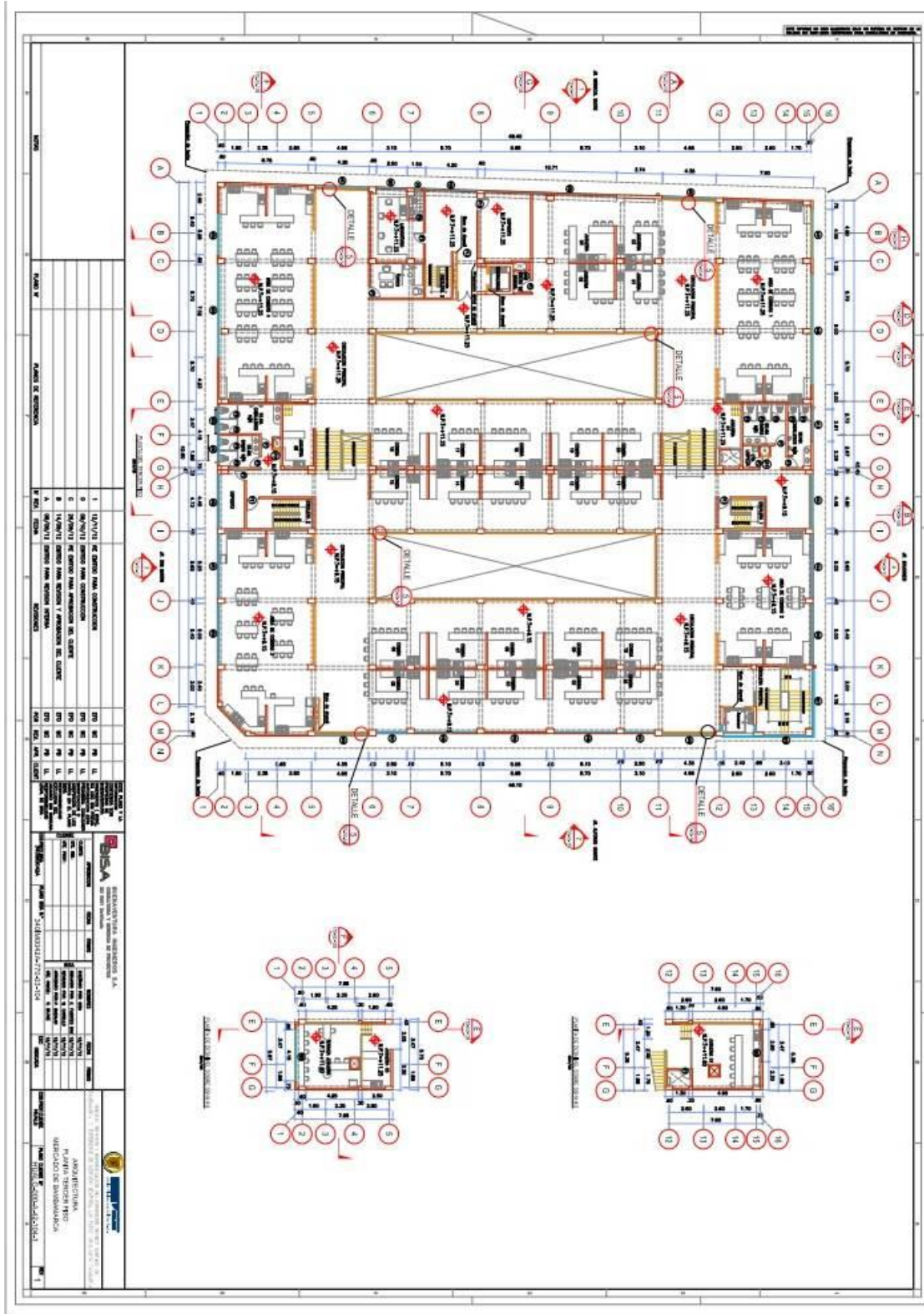


Anexo 3. Corte A-A

Anexo 4. Corte A – A, transversal a ambos bloques.



Anexo 5. Configuración en planta de la estructura



## Anexo 6. Acabados constructivos del techo.

	MEMORIA DESCRIPTIVA	HUALG-000-B-24-100 Rev. 1 Fecha: 09-11-12
---	---------------------	---

Ambos bloques constan de 03 pisos y presentan un sistema estructural predominantemente de pórticos y muros de concreto armado (placas). Existen muros de albañilería para dividir los ambientes del centro comercial pero que están aislados del sistema resistente por lo que no contribuyen a la rigidez.

De acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E.030, ambos bloques presentan irregularidades estructurales: por masa en cuanto a altura; y por discontinuidad del diafragma en planta para ambos sentidos de análisis. Así mismo, ambos bloques están separados con una junta sísmica de 2" entre el eje G y el eje H.

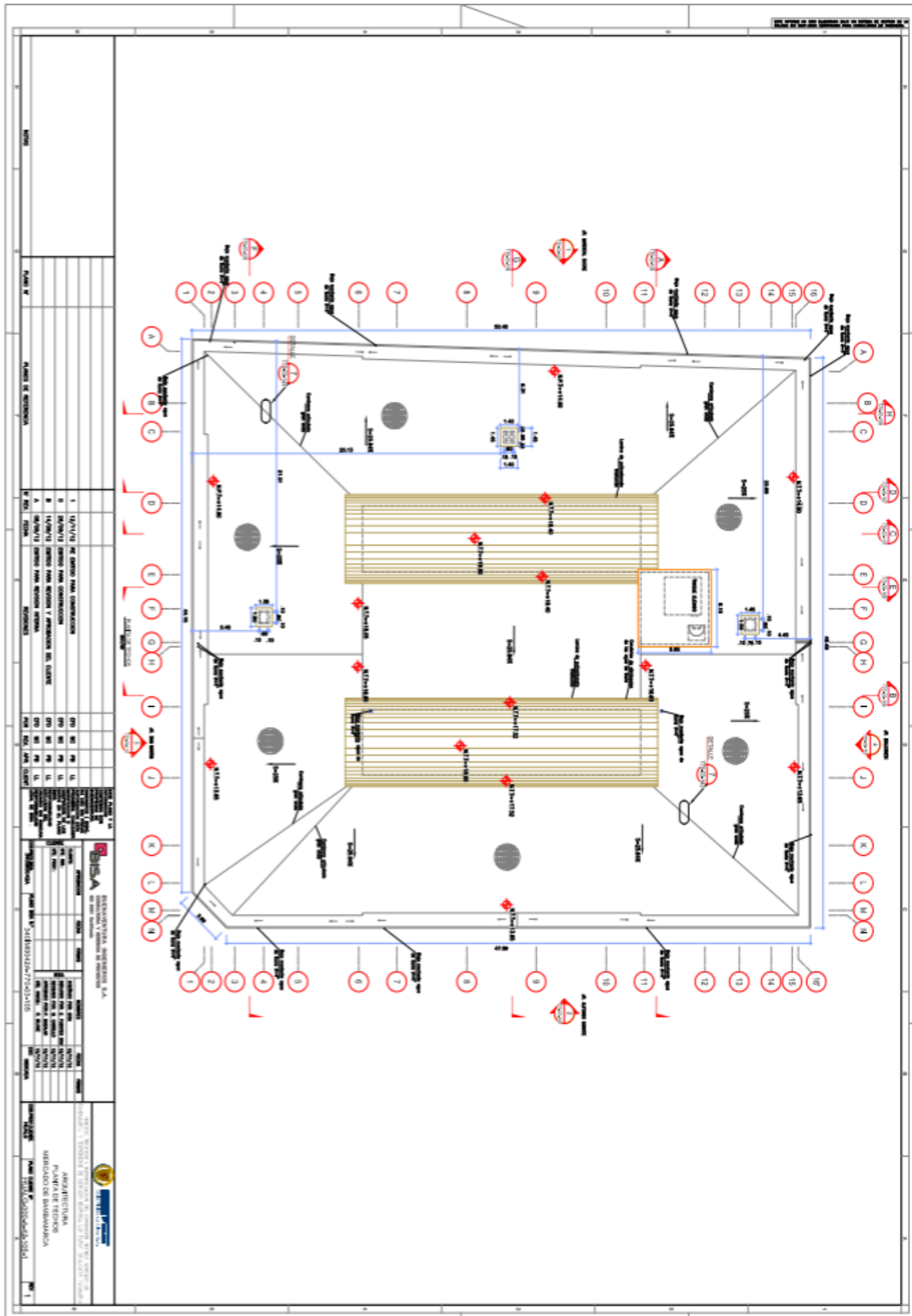
Los techos son de losas aligeradas de concreto armado para el primer y segundo nivel, se consideran como diafragmas rígidos para efectos de análisis de desplazamientos laterales de entrepisos. Para el tercer nivel hay vigas de concreto armado, que soportan las coberturas livianas de teja andina apoyadas sobre estructuras metálicas compuestas de correas de sección canal y tijerales de sección angular de 2"x2"x3/16" en todos sus miembros, y manteniendo la altura y pendiente fijadas por el diseño arquitectónico.

### 4.1 BLOQUE A.

El Bloque A contiene los siguientes elementos estructurales:

- Losa aligerada de espesor 0.20m compuesta por ladrillos de techo de arcilla de 0.30m x 0.30m x 0.15m, y un sistema de viguetas de concreto de  $f_c=245\text{kg/cm}^2$  armadas en una dirección con refuerzos de  $\varnothing 1/2"$  y  $\varnothing 3/8"$ ; y de  $\varnothing 1/4"$  como acero de temperatura orientado en el sentido perpendicular al de las viguetas. Viguetas orientadas en el sentido transversal del bloque.

Anexo 7. Planta de Techo.



### Anexo 8. Cálculo de la resistencia convencional del bloque A.

BLOQUE A											
<b>PASO 1 Determinar la Longitud de los muros</b>											
Longitud (m)		L		UM							
Total muro Eje X		52.58		m							
Total muro Eje y		46.25		m							
Resistencia al efecto cortante en mampostería confinada (v) mampostería confinada $T_n/m^2$		14.76				1.50 Kg/cm2 convierte a $T_n/m^2$					
Espesor (m)		e		UM							
promedio muro Eje X		0.17		m							
promedio muro Eje y		0.17		m							
<b>Paso 2 Calcular la resistencia a cortante menos favorable</b>											
CORTANTE RESISTENTE DE MUROS EN LA DIRECCIÓN											
$VR = (L) \times (e) \times (v)$											
VR		L		e		v					
VRx (Tn)		131.93		52.58		0.17		14.76			
VRy (Tn)		116.05		46.25		0.17		14.76			
Valor más desfavorable (valor más bajo)				VRy(tn) =		116.05					
<b>Paso 3 Calcular el peso de la edificación (W)</b>											
PESO DE MAMPOSTERÍA											
ELEMENTO	Longitud de muro eje x (m)	Espeor (m)	Espeor Promedio de muros (m)	Altura planta baja (m)	Altura Primera planta alta (m)	Altura Segunda planta (m)	Área demuro (m2)	Volumen de muro (m3)	Mampostería de ladrillo (tn/m3)	Peso de mampostería (Tn)	
Mampostería ladrillo	4.7	0.17	0.17	3.74	3.16	2.63	12.36	7.61	1.75	13.33	
Mampostería ladrillo	4.95	0.17		3.74	3.16	2.63	13.02	8.02	1.75	14.03	
Mampostería ladrillo	3.24	0.17		3.74	3.16	2.63	13.78	8.49	1.75	14.86	
Mampostería ladrillo	3.6	0.17		3.74	3.16	2.63	9.47	5.83	1.75	10.21	
Mampostería ladrillo	2.6	0.17		3.74	3.16	2.63	6.84	4.21	1.75	7.37	
Mampostería ladrillo	3.6	0.17		3.74	3.16	2.63	9.47	5.83	1.75	10.21	
Mampostería ladrillo	2.0	0.17		3.74	3.16	2.63	5.26	3.24	1.75	5.67	
Mampostería ladrillo	2.0	0.17		3.74	3.16	2.63	5.26	3.24	1.75	5.67	
Mampostería ladrillo	2.58	0.17		3.74	3.16	2.63	6.79	4.18	1.75	7.31	
Mampostería ladrillo	4.95	0.17		3.74	3.16	2.63	13.02	8.02	1.75	14.03	
Mampostería ladrillo	5.22	0.17		3.74	3.16	2.63	13.73	8.46	1.75	14.80	
Mampostería ladrillo	3.75	0.17		3.74	3.16	2.63	9.86	6.08	1.75	10.63	
Mampostería ladrillo	3.04	0.17		3.74	3.16	2.63	8.00	4.93	1.75	8.62	
Mampostería ladrillo	4.35	0.17		3.74	3.16	2.63	11.44	7.05	1.75	12.33	
<b>Longitud (m) total muro eje X</b>	<b>52.58</b>				<b>Área (m2) total muro eje x</b>			<b>138.29</b>	<b>Peso (Tn)total muro eje X</b>	<b>149.07</b>	
PESO DE MAMPOSTERÍA											
ELEMENTO	Longitud de muro eje Y (m)	Espeor (m)	Espeor Promedio de muros (m)	Altura planta baja (m)	Altura Primera planta alta (m)	Altura Segunda planta (m)	Área demuro (m2)	Volumen de muro (m3)	Mampostería de ladrillo (tn/m3)	Peso de mampostería (Tn)	
Mampostería ladrillo	3.36	0.17	0.17	3.74	3.16	2.63	8.84	5.44	1.75	9.53	
Mampostería ladrillo	2.44	0.17		3.74	3.16	2.63	6.42	3.95	1.75	6.92	
Mampostería ladrillo	4.85	0.17		3.74	3.16	2.63	12.76	7.86	1.75	13.75	
Mampostería ladrillo	5	0.17		3.74	3.16	2.63	13.15	8.10	1.75	14.18	
Mampostería ladrillo	4.96	0.17		3.74	3.16	2.63	13.04	8.04	1.75	14.06	
Mampostería ladrillo	2.45	0.17		3.74	3.16	2.63	6.44	3.97	1.75	6.95	
Mampostería ladrillo	3.5	0.17		3.74	3.16	2.63	9.07	5.59	1.75	9.78	
Mampostería ladrillo	2.3	0.17		3.74	3.16	2.63	5.92	3.65	1.75	6.38	
Mampostería ladrillo	3.25	0.17		3.74	3.16	2.63	8.55	5.27	1.75	9.21	
Mampostería ladrillo	3.15	0.17		3.74	3.16	2.63	8.28	5.10	1.75	8.93	
Mampostería ladrillo	4.09	0.17		3.74	3.16	2.63	10.76	6.63	1.75	11.60	
Mampostería ladrillo	3.4	0.17		3.74	3.16	2.63	8.94	5.51	1.75	9.64	
Mampostería ladrillo	3.6	0.17		3.74	3.16	2.63	9.47	5.83	1.75	10.21	
<b>Longitud (m) total muro eje Y</b>	<b>46.25</b>				<b>Área (m2) total muro eje Y</b>			<b>121.64</b>	<b>Peso (Tn)total muro eje Y</b>	<b>131.13</b>	
<b>PESO DE CARGA MUERTA</b>											
Descripción	Área (m2)	Peso (Tn/m2)		Peso de estructura							
Primera Planta	617.13	0.12	74.06								
Primera Segunda	592.14	0.12	71.06								
Primera Tercera	540.75	0.12	64.89								
			<b>TOTAL</b>		<b>210.00</b>						
<b>PESO DE CARGA VIVA</b>											
Descripción	Área (m2)	Peso (Tn/m2)	Peso de estructura								
Primera Planta	617.13	0.2	123.43								
Primera Segunda	592.14	0.2	118.43								
Primera Tercera	540.75	0.2	108.15								
			<b>TOTAL</b>		<b>108.15</b>						
<b>PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN</b>											
	<b>318.15</b>	<b>(Tn/m2)</b>									
<b>PASO 4 Calcular el coeficiente sísmico resistente CSR</b>											
$CSR = VR/W$		VR		116.05							
0.36		w		318.15							
<b>Paso 5 calcular el coeficiente sísmico exigido CSE</b>											
$CSE = ZUCS/R$		(S) Suelo	S =	1.1							
2.92		(U) Uso	U =	1.3							
		(Z) Zona Sísmica	Z =	0.35							
		(C) Coeficiente Sísmico	C =	35							
		(R) Coeficiente de reducción sísmica	R =	6							
<b>PASO 6 Calcular la demanda de ductilidad DD</b>											
$DD = CSE / CSR$		CSE	2.92								
0.80		CSR	0.36								



## Cálculo de la resistencia convencional del bloque B

BLOQUE B											
<b>PASO 1 Determinar la Longitud de los muros</b>											
Longitud (m)		L		UM							
Total muro Eje X		51.53		m							
Total muro Eje y		72.31		m							
Resistencia al efecto cortante en mampostería confinada (v) mampostería confinada Tn/m2						14.76					
						1.50 Kg/cm2 convierte a Tn/m2					
Espesor (m)		e		UM							
promedio muro Eje X		0.17		m							
promedio muro Eje y		0.17		m							
<b>Paso 2 Calcular la resistencia a cortante menos favorable</b>											
CORTANTE RESISTENTE DE MUROS EN LA DIRECCIÓN											
$VR = (L) \times (e) \times (v)$											
VR		L		e		v					
VRx (Tn)		129.30		51.53		0.17		14.76			
VRy (Tn)		181.44		72.31		0.17		14.76			
Valor más desfavorable (valor más bajo)						VRx(tn) = 129.30					
<b>Paso 3 Calcular el peso de la edificación (W)</b>											
PESO DE MAMPOSTERÍA											
ELEMENTO	Longitud de muro eje x (m)	Espesor (m)	Espesor Promedio de muros (m)	Altura planta baja (m)	Altura Primera planta alta (m)	Altura Segunda planta (m)	Área demuro (m2)	Volumen de muro (m3)	Mampostería de ladrillo (tn/m3)	Peso de mampostería (Tn)	
Mampostería ladrillo	2.1	0.17	0.17	3.74	3.16	2.63	5.52	3.40	1.75	5.95	
Mampostería ladrillo	2.5	0.17		3.74	3.16	2.63	6.58	4.05	1.75	7.09	
Mampostería ladrillo	1.45	0.17		3.74	3.16	2.63	3.81	2.35	1.75	4.11	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.62	0.17		3.74	3.16	2.63	6.89	4.24	1.75	7.43	
Mampostería ladrillo	2.87	0.17		3.74	3.16	2.63	7.55	4.65	1.75	8.14	
Mampostería ladrillo	6.87	0.17		3.74	3.16	2.63	18.07	11.13	1.75	19.48	
Mampostería ladrillo	8.83	0.17		3.74	3.16	2.63	23.22	14.31	1.75	25.03	
Mampostería ladrillo	3.61	0.17		3.74	3.16	2.63	9.49	5.85	1.75	10.23	
Mampostería ladrillo	2.2	0.17		3.74	3.16	2.63	5.79	3.56	1.75	6.24	
Mampostería ladrillo	2.42	0.17		3.74	3.16	2.63	6.36	3.92	1.75	6.86	
Mampostería ladrillo	2.96	0.17		3.74	3.16	2.63	7.78	4.80	1.75	8.39	
<b>Longitud (m) total muro eje X</b>	<b>51.53</b>				<b>Área (m2) total muro eje x</b>			<b>135.52</b>	<b>Peso (Tn)total muro eje X</b>		<b>146.10</b>
PESO DE MAMPOSTERÍA											
ELEMENTO	Longitud de muro eje Y (m)	Espesor (m)	Espesor Promedio de muros (m)	Altura planta baja (m)	Altura Primera planta alta (m)	Altura Segunda planta (m)	Área demuro (m2)	Volumen de muro (m3)	Mampostería de ladrillo (tn/m3)	Peso de mampostería (Tn)	
Mampostería ladrillo	6.66	0.17	0.17	3.74	3.16	2.63	17.52	10.79	1.75	18.88	
Mampostería ladrillo	2.4	0.17		3.74	3.16	2.63	6.31	3.89	1.75	6.80	
Mampostería ladrillo	3	0.17		3.74	3.16	2.63	7.89	4.86	1.75	8.51	
Mampostería ladrillo	2.97	0.17		3.74	3.16	2.63	7.81	4.81	1.75	8.42	
Mampostería ladrillo	3.25	0.17		3.74	3.16	2.63	8.55	5.27	1.75	9.21	
Mampostería ladrillo	5.2	0.17		3.74	3.16	2.63	13.68	8.42	1.75	14.74	
Mampostería ladrillo	5.1	0.17		3.74	3.16	2.63	13.28	8.18	1.75	14.32	
Mampostería ladrillo	2.3	0.17		3.74	3.16	2.63	5.92	3.65	1.75	6.38	
Mampostería ladrillo	4.1	0.17		3.74	3.16	2.63	10.78	6.64	1.75	11.62	
Mampostería ladrillo	4.1	0.17		3.74	3.16	2.63	10.78	6.64	1.75	11.62	
Mampostería ladrillo	2.4	0.17		3.74	3.16	2.63	6.31	3.89	1.75	6.80	
Mampostería ladrillo	2.46	0.17		3.74	3.16	2.63	6.47	3.99	1.75	6.97	
Mampostería ladrillo	5.03	0.17		3.74	3.16	2.63	13.23	8.15	1.75	14.26	
Mampostería ladrillo	4.4	0.17		3.74	3.16	2.63	11.57	7.13	1.75	12.47	
Mampostería ladrillo	4.05	0.17		3.74	3.16	2.63	10.65	6.56	1.75	11.48	
Mampostería ladrillo	4.1	0.17		3.74	3.16	2.63	10.78	6.64	1.75	11.62	
Mampostería ladrillo	8.4	0.17		3.74	3.16	2.63	22.20	13.67	1.75	23.93	
Mampostería ladrillo	2.45	0.17		3.74	3.16	2.63	6.44	3.97	1.75	6.95	
<b>Longitud (m) total muro eje Y</b>	<b>72.31</b>				<b>Área (m2) total muro eje Y</b>			<b>190.18</b>	<b>Peso (Tn)total muro eje Y</b>		<b>205.01</b>
<b>PESO DE CARGA MUERTA</b>											
Descripción	Área (m2)	Peso (Tn/m2)	Peso de estructura								
Primera Planta	617.13	0.12	74.06								
Primera Segunda	592.14	0.12	71.06								
Primera Tercera	540.75	0.12	64.89								
			<b>TOTAL</b>		<b>210.00</b>						
<b>PESO DE CARGA VIVA</b>											
Descripción	Área (m2)	Peso (Tn/m2)	Peso de estructura								
Primera Planta	617.13	0.2	123.43								
Primera Segunda	592.14	0.2	118.43								
Primera Tercera	540.75	0.2	108.15								
			<b>TOTAL</b>		<b>108.15</b>						
<b>PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN</b>											
	<b>318.15</b>		<b>(Tn/m2)</b>								
<b>PASO 4 Calcular el coeficiente sísmico resistente CSR</b>											
$CSR = VR/W$		VR		129.30							
		w		318.15							
0.41											
<b>Paso 5 calcular el coeficiente sísmico exigo CSE</b>											
$CSE = ZUCS/R$		(S) Suelo		S =		1.1					
		(U) Uso		U =		1.3					
2.92		(Z) Zona Sísmica		Z =		0.35					
		(C) Coeficiente Sísmico		C =		35					
		(R) Coeficiente de		R =		6					
<b>PASO 6 Calcular la demanda de ductilidad DD</b>											
$DD = CSE / CSR$		CSE		2.92							
		CSR		0.41							

### Anexo 9. Diseño por capacidad.

$$W_{CM} = 0.50 \text{ ton/m} \quad L = 7.35 \text{ m}$$

$$W_{CV} = 2.93 \text{ ton/m}$$

As real	d (cm)	$\rho$	Kn	Mn	$V_{Mn}$	w	$V_w$	V
17.10	49.00	0.0116	0.176	30.97	7.17	4.28	15.73	22.90
11.40	49.00	0.0078	0.123	21.71	-7.17	4.28	15.73	8.57
11.40	49.00	0.0078	0.123	21.71	-8.43	4.28	15.73	7.31
25.54	49.00	0.0174	0.228	40.24	8.43	4.28	15.73	24.16

$$V_u = 22.87 \text{ ton} \quad V_c = 12.19 \text{ ton} \quad V_s = 14.71 \text{ ton}$$

Dentro de la Zona de confinamiento

$$S_{cal} = 5.68 \text{ cm}$$

$$24.50 \text{ cm}$$

$$30.00 \text{ cm}$$

$$\varnothing 3/4" \quad 15.24 \text{ cm}$$

$$5 \quad @ \quad 5$$

$$8 \quad @ \quad 10$$

$$Rto. \quad @ \quad 20$$

Fuera de la Zona de confinamiento

$$S = 24.50 \text{ cm}$$

Para el diseño de las columnas, se consideró el análisis y diseño de las columnas que pasa entre los ejes C y eje 1, eje C y eje 4; y eje D y eje 2 tal como se muestran en las tablas 05 y 06. Como datos tenemos

- $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

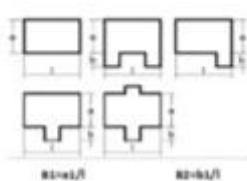
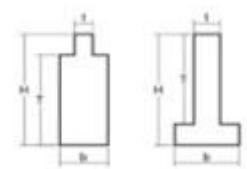
COLUMNA	D (Ton)	L (Ton)	SX (Ton)	SY (Ton)	H1	H2	H3	H4	H5
C-1	40.35	20.03	12.82	9.40	90.54	88.30	84.87	49.13	45.71
C-4	4.60	2.25	15.35	3.06	10.27	23.91	11.63	19.49	7.21
D-2	42.39	21.03	17.53	3.47	95.09	96.80	82.74	55.68	41.62

Tabla 05: Cálculo de acero para sección doblemente reforzada.

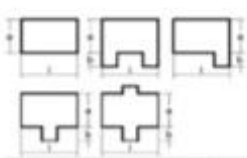
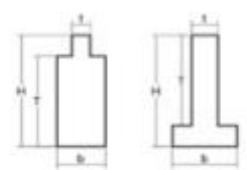
COLUMNA	Bcol	Hcol	Pn	$0.1f'c*Ag$	Obs.	Rho	As	$\varnothing 5/8"$	$\varnothing 3/4"$	As real
C-1	40.00	60.00	50.40	90.54	diseño	1.4	33.60	0	12	34.20
C-4	1.00	2700.00	56.70	23.91	cuantia min.	1	27.00	14	0	28.00
D-2	40.00	60.00	50.40	96.80	diseño	1.4	33.60	0	12	34.20

Tabla 06: Cálculo de acero.

**Anexo 10. Ficha de evaluación para estructuras de mampostería.**

DATOS REFERENCIALES		PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha:..... Ubicación:..... ..... ..... Uso actual:..... ..... .....		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica ( ) Nueva construcción y/o reparación ( ) Elementos de arrioste horizontales y verticales ( ) Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción ( ) Muros sin confinar o autoconstrucción ( )
		2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Marca según lo observado Mampostería de buena calidad Si ( ) No ( ) Muros con mampostería artesanal Si ( ) No ( ) Buena trabazón en mampostería Si ( ) No ( ) Mortero de buena calidad (9 – 12mm) Si ( ) No ( )
Parámetro o configuración en planta  		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado: N: Número de pisos..... Ax: Área de muros en x (m <sup>2</sup> )..... Ay: Área de muros en y (m <sup>2</sup> )..... h: Altura promedio de entrepiso (m)..... P <sub>g</sub> : Peso del diafragma (ton/m <sup>2</sup> )..... P <sub>c</sub> : Peso de cubierta (ton/m <sup>2</sup> ).....
		4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marca según lo observado Presencia de sales Si ( ) No ( ) Presencia de filtración Si ( ) No ( ) Estado de conservación deterioro Si ( ) No ( )
		5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado Discontinuidades abruptas Si ( ) No ( ) Buena conexión diafragma – muro Si ( ) No ( ) Deflexión del diafragma Si ( ) No ( )
Configuración de elevación  		6	CONFIGURACION DE PLANTA	Especificar según lo observado: a.....
		7	CONFIGURACION EN PLANTA	Aumento o reducción de masas o áreas % T/H ( ) Piso blando ( ) Irregularidades del sistema resistente ( )
		8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	L: (espaciamiento de muros trans. Metros) .... S: (espesor de muro maestro en metros) ..... Factor L/S
		9	TIPO DE CUBIERTA	Cubierta estable Si ( ) No ( ) Conexión cubierta – muro Si ( ) No ( ) Cubierta plana Si ( ) No ( ) Material liviano Si ( ) No ( ) Cubierta en buenas condiciones Si ( ) No ( )
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno), R (regular) y M (malo) según conexión al sistema resistente Cornisa y parapetos ( ) Tranqueras de agua prefabricadas ( ) Balcones y volados ( ) Pequeños elementos ( )
		11	ESTADO DE CONSERVACION	Marca según lo observado: Estado de conservación Buena ( ) regular ( ) mala ( ) Muros en buena condición, sin fisuras visibles ( ) Muros que presentan fisuras pequeñas ( ) Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidos por sismos ( ) Muros con fuerte deterioro en sus componentes ( )

**Anexo 11. Ficha de evaluación para estructuras de concreto armado.**

DATOS REFERENCIALES		PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION
Fecha:..... Ubicación:..... ..... ..... Uso actual:..... ..... .....		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica ( ) Nueva construcción y/o reparación ( ) Elementos de arrioste horizontales y verticales ( ) Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción ( ) Muros sin confinar o autoconstrucción ( )
		2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Marca según lo observado Mampostería de buena calidad Si ( ) No ( ) Muros con mampostería artesanal Si ( ) No ( ) Buena trabazón en mampostería Si ( ) No ( ) Mortero de buena calidad (9 – 12mm) Si ( ) No ( )
Parámetro o configuración en planta  		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado: N: Número de pisos..... Ax: Área de muros en x (m2)..... Ay: Área de muros en y (m2)..... h: Altura promedio de entrepiso (m)..... P <sub>g</sub> : Peso del diafragma (ton/m2)..... P <sub>c</sub> : Peso de cubierta (ton/m2).....
		4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marca según lo observado Presencia de sales Si ( ) No ( ) Presencia de filtración Si ( ) No ( ) Estado de conservación deterioro Si ( ) No ( )
		5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado Discontinuidades abruptas Si ( ) No ( ) Buena conexión diafragma – muro Si ( ) No ( ) Deflexión del diafragma Si ( ) No ( )
Configuración de elevación  		6	CONFIGURACION DE PLANTA	Especificar según lo observado: a.....
		7	CONFIGURACION EN PLANTA	Aumento o reducción de masas o áreas % T/H ( ) Piso blando ( ) Irregularidades del sistema resistente ( )
		8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	L: (espaciamiento de muros trans. Metros) .... S: (espesor de muro maestro en metros) ..... Factor L/S
		9	TIPO DE CUBIERTA	Cubierta estable Si ( ) No ( ) Conexión cubierta – muro Si ( ) No ( ) Cubierta plana Si ( ) No ( ) Material liviano Si ( ) No ( ) Cubierta en buenas condiciones Si ( ) No ( )
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno), R (regular) y M (malo) según conexión al sistema resistente Cornisa y parapetos ( ) Tranqueras de agua prefabricadas ( ) Balcones y volados ( ) Pequeños elementos ( )
		11	ESTADO DE CONSERVACION	Marca según lo observado: Estado de conservación Buena ( ) regular ( ) mala ( ) Muros en buena condición, sin fisuras visibles ( ) Muros que presentan fisuras pequeñas ( ) Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidos por sismos ( ) Muros con fuerte deterioro en sus componentes ( )

**Anexo 12. Norma sismorresistente E.030.**

**REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

**NORMA E.030**

**DISEÑO SISMORRESISTENTE**

**CAPÍTULO I GENERALIDADES**

**Artículo 1.- Nomenclatura**

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

- C Coeficiente de amplificación sísmica
- C<sub>p</sub> Coeficiente para estimar el periodo predominante de un edificio
- D<sub>i</sub> Desplazamiento elástico lateral del nivel «i» relativo al suelo
- e Excentricidad accidental
- F<sub>z</sub> Fuerza horizontal en la azotea
- F<sub>i</sub> Fuerza horizontal en el nivel «i»
- g<sub>0</sub> Aceleración de la gravedad
- h<sub>i</sub> Altura del nivel «i» con relación al nivel del terreno
- h<sub>n</sub> Altura del entrepiso «n»
- h<sub>t</sub> Altura total de la edificación en metros
- M<sub>0</sub> Momento torsor accidental en el nivel «i»
- m Número de modos usados en la combinación modal
- n Número de pisos del edificio
- N<sub>i</sub> Sumatoria de los pesos sobre el nivel «i»
- P Peso total de la edificación
- P<sub>i</sub> Peso del nivel «i»
- R Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas
- r Respuesta estructural máxima elástica esperada
- r<sub>i</sub> Respuestas elásticas correspondientes al modo «i»
- S Factor de suelo
- S<sub>0</sub> Aceleración espectral
- T Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico
- T<sub>p</sub> Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.
- U Factor de uso e importancia
- V Fuerza cortante en la base de la estructura
- V<sub>i</sub> Fuerza cortante en el entrepiso «i»
- Z Factor de zona
- Q Coeficiente de estabilidad para efecto P-delta global
- D<sub>i</sub> Desplazamiento relativo del entrepiso «i»

**Artículo 2.- Alcances**

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

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

Para el caso de estructuras especiales tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas, plantas nucleares y todas aquellas cuyo comportamiento difiera del de las edificaciones, se requieren consideraciones adicionales que complementen las exigencias aplicables de la presente Norma.

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

**Artículo 3.- Filosofía y Principios del diseño sismorresistente**

La filosofía del diseño sismorresistente consiste en:

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

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

- a. La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.

- b. La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

**Artículo 4.- Presentación del Proyecto (Disposición transitoria)**

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

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

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

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

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

**CAPÍTULO II PARÁMETROS DE SITIO**

**Artículo 5.- Zonificación**

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



FIGURA N° 1

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

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**Tabla N°1  
FACTORES DE ZONA**

ZONA	Z
3	0,4
2	0,3
1	0,15

**Artículo 6.- Condiciones Locales**

**6.1. Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio**

**a. Microzonificación Sísmica**

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

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

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

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

**b. Estudios de Sitio**

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

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

**6.2. Condiciones Geotécnicas**

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

**a. Perfil tipo S<sub>1</sub>: Roca o suelos muy rígidos.**

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

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20 m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con N > 30, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

**b. Perfil tipo S<sub>2</sub>: Suelos intermedios.**

Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S<sub>1</sub> y S<sub>3</sub>.

**c. Perfil tipo S<sub>3</sub>: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el período fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es mayor que 0,6 s, incluyén-

dose los casos en los que el espesor del estrato de suelo excede los valores siguientes:

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

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

**d. Perfil Tipo S<sub>4</sub>: Condiciones excepcionales.**

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

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

En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrán usar los valores correspondientes al perfil tipo S<sub>3</sub>. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S<sub>4</sub> cuando los estudios geotécnicos así lo determinen.

**Tabla N°2  
Parámetros del Suelo**

Tipo	Descripción	T <sub>s</sub> (s)	S
S <sub>1</sub>	Roca o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S <sub>2</sub>	Suelos intermedios	0,6	1,2
S <sub>3</sub>	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S <sub>4</sub>	Condiciones excepcionales	*	*

(\*) Los valores de T<sub>s</sub> y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S<sub>3</sub>.

**Artículo 7.- Factor de Amplificación Sísmica**

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

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

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

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

**CAPÍTULO III  
REQUISITOS GENERALES**

**Artículo 8.- Aspectos Generales.**

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

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

Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño de cada elemento o componente en estudio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

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

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

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

**Artículo 9.- Concepción Estructural Sismorresistente**

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

- Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada.
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad.
- Deformación limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.

**Artículo 10.- Categoría de las Edificaciones**

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

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

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

**Artículo 11.- Configuración Estructural**

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

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

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

**Tabla N° 4  
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA**

**Irregularidades de Rigidez - Piso blando**  
En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85 % de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90 % del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos. Para pisos de altura diferente multiplicar los valores anteriores por  $(h_1/h_2)$  donde  $h_1$  es altura diferente de piso y  $h_2$  es la altura típica de piso.

**Irregularidad de Masa**  
Se considera que existe irregularidad de masa, cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas.

**Irregularidad Geométrica Vertical**  
La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.

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

**Tabla N° 5  
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA**

**Irregularidad Torsional**  
Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible indicado en la Tabla N° 8 del Artículo 15 (15.1). En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1,3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.

**Esquinas Entrantes**  
La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

**Discontinuidad del Diafragma**  
Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.

**Artículo 12.- Sistemas Estructurales**

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

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

Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R (Para estructuras regulares <sup>(*)</sup> <sup>(**)</sup> )
Aceros	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	9,5
Otras estructuras de acero:	
Arriostres Excéntricos.	6,5
Arriostres en Cruz.	6,0
Concreto Armado	
Pórticos <sup>(1)</sup> .	8
Dual <sup>(1)</sup> .	7
De muros estructurales <sup>(1)</sup> .	6
Muros de ductilidad limitada <sup>(1)</sup> .	4
Albañilería Armada o Confinada <sup>(2)</sup> .	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

1 Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de la NTE E.060 Concreto Armado. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

**Anexo 13. Especificaciones técnicas.**



**INGENIERÍA DE DETALLE**

**"REVISIÓN Y REFORMULACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO  
MERCADO DE BAMBAMARCA" Y "EXPEDIENTE DE MERCADO  
TEMPORAL LAS PAPAS"  
HUALGAYOC - CAJAMARCA**

**PROYECTO DEL CLIENTE: HUALG**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS  
MERCADO CENTRAL DE BAMBAMARCA**

**DISCIPLINA: CONCRETO**

**BISA: SP-340IM0042A-770-01-100\_0  
CLIENTE: HUALG-000-B-23-100-0**

**Aprobado por:**

Superintendente : Luis Encalada. \_\_\_\_\_  
 Cliente : GOLDFIELDS LA CIMA S.A.A \_\_\_\_\_

REV.	POR	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	J.P.	J.L.C./M.P.	Revisión Interna	10/09/12	✓
B	J.P.	J.L.C./M.P.	Revisión y Aprobación del Cliente	14/09/12	✓
C	J.P.	L. Encalada	Revisión y Aprobación del Cliente	21/09/12	✓
D	J.L.C.	L. Encalada	Revisión y Aprobación del Cliente	26/09/12	✓
0	J.L.C.	L. Encalada	Construcción	09/10/12	✓
<b>Comentarios:</b>					



## Anexo 14. Calidad de los materiales de construcción.

Si el resultado de las pruebas fuera inferior al especificado, el Contratista corregirá por su cuenta los defectos encontrados y se efectuarán nuevas pruebas conforme lo indique el Supervisor.

### 5.3 CONCRETO PARA RELLENO.

El concreto para relleno será empleado para rellenar ciertas cimentaciones áreas sobre-excavadas, y en cualquier otro lugar donde lo indique el supervisor.

Será similar al concreto en general, a excepción de que podrá contener menor cantidad de cemento, según disponga el Supervisor y que el período de curado podrá reducirse a la mitad y solamente se continuará hasta que esté cubierto por otras masas de concreto.

Cualquier sobre excavación mayor será rellenada, debiéndose rellenar el exceso con concreto pobre de una resistencia a la compresión de  $f_c = 100$  kg/cm<sup>2</sup> siendo el costo de este trabajo, cargo del Contratista.

## 6 MATERIALES PARA EL CONCRETO.

### 6.1 CEMENTO.

#### 6.1.1 Cemento Portland.

Para los elementos donde se empleara este material como cimentaciones, este deberá ser del Tipo MS, de una marca acreditada que conforme las pruebas del ASTM C150. Para todos los demás elementos se podrá usar PORTLAND Tipo I.

El cemento se podrá emplear ya sea que venga a granel o envasado en bolsas. El cemento deberá almacenarse y manipularse de manera que se proteja en

todo tiempo contra la humedad cualquiera que sea su origen y en forma que sea fácilmente accesible para su inspección e identificación. Los lotes de cemento deberán usarse en el mismo orden en que sean recibidos.

Cualquier cemento que se haya almacenado o compactado, o de cualquier otra manera se haya deteriorado no deberá ser usado. Una bolsa de cemento queda definida como la cantidad contenida en un envase original intacto del fabricante que se supone 42,5 Kg. O de una cantidad de cemento a granel que pese 42,5 kg.

### 6.2 AGREGADOS.

Los agregados que se usarán son: el agregado grueso (piedra partida) o grava y el agregado fino o arena. Los agregados finos y gruesos deberán ser considerados como ingredientes separados.

Los agregados para el concreto deberán estar de acuerdo con la especificación para agregados de la ASTM C33, excepto en los agregados que no cumplan con la especificación antes nombrada, pero que se muestre previamente por ensayos especiales y diseños de mezcla que cumplan con los requerimientos de resistencia siempre y cuando el SUPERVISOR autorice su uso, previo estudio de los diseños de mezcla, los cuales deberán ser acompañados por los certificados otorgados por algún laboratorio especializado y aprobado por el SUPERVISOR.

Dichos certificados se refieren a los análisis realizados en los agregados, a los ensayos de compresión en probetas normales de 6" x 12". Dichos ensayos serán realizados de acuerdo a las Normas ASTM correspondientes.

#### 6.2.1 AGREGADO FINO.

# Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del mercado central de Bambamarca - Hualgayoc

En términos generales y siempre que no se oponga a lo expuesto en el acápite, el agregado fino cumplirá con la especificación ASTM C 330 y con lo siguiente:

- Será limpia, de grano grueso y resistente.
- No contendrá un porcentaje con respecto al peso total de más de 5% de material que pase el tamiz N°200 (de la serie U.S.).
- Si el material que pasa el tamiz N°200 está libre de arcillas plásticas y arcillas plaznosas, o libre de material plástico, este porcentaje puede elevarse hasta el 7%. Si el concreto sufrirá una fuerte abrasión, el porcentaje mencionado será menor que 3%.
- El porcentaje total de arena en la mezcla puede variar entre el 30% y 45%, de tal manera que dé la consistencia deseada para el trabajador que se requiera. El criterio general para determinar la consistencia será el templear concreto, tan consistente como se pueda, sin que deje de ser fácilmente trabajable dentro de las condiciones de llenado que se está ejecutando. La trabajabilidad del concreto es muy sensible a las cantidades de material que pasan los tamices N°50 y 100, una deficiencia de estas medidas puede hacer que la mezcla necesite un exceso de agua, de manera que se produzca aflojamiento de agua y las partículas finas se separen y se elevan a la superficie. No debería haber menos de 15% al 18% de agregado fino que pase el tamiz N°100, esto se deberá tener muy en cuenta para el concreto expuesto.
- La materia orgánica de la arena se controlará por el método ASTM S 40 y el material más fino que pase el tamiz N°200 por el ASTM C 17.

## 6.2.2 AGREGADO GRUESO.

En términos generales y siempre que no se oponga a lo expuesto en el acápite,

- el agregado grueso deberá cumplir las siguientes condiciones:
  - Será piedra o grava limpia, libre superficie, proveniente de una roca que se encuentre en proceso de descomposición. El Supervisor mediante sus Ingenieros Inspectores, tomará las correspondientes muestras de acuerdo a lo que establece la ASTM para someter los agregados a los

ensayos correspondientes de durabilidad ante el sulfato de sodio y sulfato de magnesio de "Abrasión de los Angeles". Los ensayos se realizarán de acuerdo a las correspondientes Normas de Ensayo de ASTM, se requiere cuando el agregado muestra descomposición, se hagan también los ensayos petrográficos en un laboratorio previamente aprobado por la Supervisión.

- El tamaño máximo del agregado será de 1 1/2" para el concreto armado en elementos de espesor normal. En elementos de espesor reducido o cuando exista gran densidad de armaduras, se deberá disminuir el tamaño máximo del agregado, cuidando que se obtenga una buena trabajabilidad y que cumpla con el "Shrink" o asentamiento requerido y que la resistencia del concreto que se obtenga, sea la indicada en los planos. El tamaño máximo del agregado en general, tendrá una medida tal que no sea mayor de 1/5 de la medida más pequeña entre los conchos interiores de las formas, dentro de las cuales el concreto se vaciara, ni mayor que los 3/4 del mínimo espacio libre entre las barras individuales de refuerzo o entre grupos de barras, ni mayor que 1/3 del penale de la losa.
- En columnas, la dimensión máxima del agregado será limitada a lo expuesto en el párrafo anterior pero no deberá ser mayor que 2/3 de la mínima distancia entre barras.
- Los ensayos de agregado fino y grueso se harán de acuerdo al método ASTM C 136.

## 6.3 AGUA.

El agua empleada en el mazoado del concreto deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico, u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

Si se va a usar agua no potable, la selección de las proporciones debe basarse en mezclas de concreto utilizando agua de la misma fuente.

Los cubos de mortero hechos con agua no potable deben tener resistencia a 7, 14 y 28 días por lo menos iguales al 90 por ciento de la resistencia de especímenes similares hechos con agua potable.

La comparación de la prueba de resistencia debe hacerse en mortero idénticos, exceptuando el agua de la mezcla, preparados y probados de acuerdo con el "Método de Prueba para determinar la resistencia a la Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico (usando Especímenes Cubicos de 5 centímetros de Ancho)" (ASTM C 109).

## 6.4 ADITIVOS.

Es conveniente usar aditivos para mejorar la trabajabilidad del concreto para el llenado de los elementos delgados, de tal manera de evitar formación de cangrejeras u otros problemas de llenado. Además deben considerarse acelerantes de fragua para permitir un rápido desmoldado. Los aditivos deben ser aprobados por el supervisor. Se recomienda comprar concreto premezclado con los aditivos requeridos para el vaciado adecuado de muros y losas de espesor delgado.

Los aditivos deben cumplir con las Normas ASTM y deben ser adquiridos a proveedores de garantía.

## 6.5 ORIGEN.

Todos los agregados para el concreto deberán ser los mismos que hayan estado usando por más de 4 años para edificios públicos locales, carreteras y otras obras igualmente importantes.

## 6.6 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.