

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EFECTOS DEL PISO BLANDO Y PROPUESTA DE MUROS DE  
CORTE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS –  
HUANCAYO-2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. NIETO SALAZAR EVER ANGEL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL: NUEVAS  
TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**HUANCAYO – PERU**

**2023**

---

EFFECTOS DEL PISO BLANDO Y PROPUESTA DE MUROS  
DE CORTE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
DE 5 PISOS – HUANCAYO-2018

---

**ING.VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

**Asesor**

## **DEDICATORIA**

A mi abuelita, por ser la estrella que me ilumina desde el cielo.

## **AGRADECIMIENTO**

A LA UNIVERSIDAD PERUANA DE LOS ANDES, que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

## CONSTANCIA 234

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final la Tesis titulado: “EFECTOS DEL PISO BLANDO Y PROPUESTA DE MUROS DE CORTE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS – HUANCAYO-2018”.

**Cuyo autor (a)** : Ever Angel, Nieto Salazar.

**Facultad** : Ingeniería

**Escuela Profesional** : Ingeniería Civil

**Asesor** : Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

Que, fue presentado con fecha 20.08.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 20.08.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **29%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 20 de Agosto del 2023



---

Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

**PRESIDENTE**

---

Mg. Julio Fredy Porras Mayta

**PRIMER JURADO**

---

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

**SEGUNDO JURADO**

---

Ing. Christian Mallaupoma Reyes

**TERCER JURADO**

---

Mg. Leonel UNTIVEROS PEÑALOZA

**SECRETARIO DOCENTE**

## INDICE

<b>INDICE</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>xi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>xv</b>
<b>CAPITULO I:</b>	<b>17</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	17
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1. Problema general.	21
1.2.2. Problemas Específicos.	21
1.3. JUSTIFICACIÓN.	22
1.3.1. Social.	22
1.3.2. Práctica	22
1.3.3. Teórica	22
1.4. DELIMITACIONES.	23
1.4.1. Espacial.	23
1.4.2. Temporal.	23
1.4.3. Delimitación conceptual o temática	23
1.5. LIMITACIONES	23
1.5.1. Acceso a la información	23
1.5.2. Económica	24
1.6. OBJETIVOS	24
1.6.1. Objetivo General.	24
1.6.2. Objetivos Específicos.	24

<b>CAPITULO II:</b>	<b>25 MARCO TEÓRICO</b>	<b>25</b>
2.1. ANTECEDENTES		25
2.1.1. Internacionales		26
2.1.2. Nacionales.		29
2.2. BASES TEÓRICAS		38
2.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS		61
2.2. HIPÓTESIS		63
2.2.1. Hipótesis General		63
2.2.2. Hipótesis Específicas		63
2.3. VARIABLES		64
2.3.1. Definición Conceptual de la Variable.		64
<b>CAPITULO III:</b>		<b>65</b>
<b>METODOLOGÍA</b>		<b>65</b>
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.		65
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN		66
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.		66
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.		67
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.		67
3.5.1. Población		67
3.5.2. Muestra		68
3.5.3. Muestreo		68
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.		68
3.6.1. Técnica de recolección de datos		68
3.6.2. Instrumento de recolección de datos		69
3.6.3. Procedimiento de la investigación		70
<b>CAPITULO IV:</b>		<b>71</b>
<b>RESULTADOS</b>		<b>71</b>
4.1. EDIFICIO A ANALIZAR		71



4.2. SISTEMA ESTRUCTURAL	72
4.2.1 Predimensionamiento de elementos	72
4.2.2 Integración de peso	72
4.2.2 Cálculo de corte basal	74
4.2.3 Cálculo de corte basal	74
4.2.4 Cálculo de ajuste de intensidad	75
4.2.5 Cálculo de periodo de transición	75
4.2.6 Calibración de periodo de diseño	75
4.2.7 Cálculo de coeficiente sísmico C	76
4.2.8 Corte basal	76
4.3 Distribución de fuerzas sísmicas	77
4.4 Configuración de la geometría	77
4.4 Edificio de marcos con solución para piso suave	77
4.4.1 Método de inercia completa	78
4.5 Análisis de resultados	80
4.5.1 Análisis de resultados	80
4.5.1.1 Cálculo de derivas máximas entre nodos.	81
<b>CAPITULO V:</b>	<b>83</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>83</b>
5.1. DISCUSIONES ESPECÍFICAS	83
4.2 DISCUSIÓN GENERAL:	85
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>86</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>87</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>90</b>
MATRIZ DE CONSISTENCIA	91
Irregularidades en planta según AGIES NSE -3	95
Irregularidades en elevación según AGIES NSE -3	96



## **CONTENIDO DE TABLAS**

Tabla 1 Registro de los sismos más importantes del Perú	17
Tabla 2 Definición Conceptual	64

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Mapa temático de los últimos sismos presentados en el Perú	17
<i>Figura 2.</i> Colapso por piso blando en países sísmicos	18
Figura 3 Variables de Investigación.	22

## RESUMEN

La presente investigación lleva por título “Efectos del piso blando y propuesta de muro de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018”. De esta forma, el objetivo de la investigación fue determinado como Determinar el efecto del piso blando y la propuesta de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018. Para lograr solucionar el problema de piso blando mediante la implementación de muros de corte. La metodología de investigación que se utilizará se caracterizará por ser: Método inductivo – deductivo y para el logro del diseño tecnológico se usará la metodología RUP. La investigación posee un nivel descriptivo - explicativo.

Los resultados determinaron en primera instancia que la aplicación de muros de corte logra la solución del problema de piso suave en una vivienda multifamiliar de 5 pisos, sin embargo, los resultados no pueden ser generalizados ya que solo se cuenta con una observación.

**Palabras Clave:** *Piso blando, vivienda multifamiliar, muros de corte.*

## **ABSTRACT**

The present investigation is entitled "Effects of soft floor and shear wall proposal in a 5-story multifamily dwelling - Huancayo 2018". In this way, the objective of the investigation was determined as Determine the effect of the soft floor and the proposal of shear walls in a 5-story multifamily house - Huancayo 2018. In order to solve the problem of soft floor through the implementation of walls of court. The research methodology that will be supported will be characterized by being: Inductive - deductive method and the RUP methodology will be used to achieve the technological design. The research has a descriptive - explanatory level.

The results determined in the first instance that the application of shear walls achieves the solution of the smooth floor problem in a 5-story multifamily dwelling, however, the results cannot be generalized since there is only one observation.

**Keywords:** *Soft floor, multi-family housing, shear walls.*

## **INTRODUCCION**

En la actualidad los temas de investigación referentes a la solución de problemas estructurales como el piso blando, a través de la implementación de diversas metodologías. De esta forma, el objetivo de la presente investigación se establece como verificar si la implementación de muros de corte logra solucionar el problema de pisos blandos en una vivienda multifamiliar de 5 pisos en Huancayo 2018.

De esta manera se consideró relevante llevar a cabo una investigación en relación con lo establecido, y cuyos detalles son listados a continuación: En el primer capítulo, este capítulo describe los problemas que se presentan en relación con el estudio, los objetivos que se pretende alcanzar y al mismo tiempo explica la razón de ser del estudio.

En el segundo capítulo, este capítulo trata sobre el marco teórico y conceptual, el contexto de investigación, los antecedentes teóricos de la tesis y las definiciones de los conceptos.

En el tercer capítulo, el tercer capítulo presenta el método de investigación, método de investigación, tipo, nivel y diseño de la disertación. También describe la población y muestras, técnicas y herramientas de recolección de datos.

En el cuarto capítulo, este capítulo presenta los resultados finales obtenidos del estudio para lograr los objetivos planteados, teniendo en cuenta la implementación del sistema informático, así como las pruebas estadísticas para determinar empíricamente su funcionalidad.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

Debido a su ubicación en el extremo oriental del Cinturón de Fuego del Pacífico, Perú alberga la mayoría de los volcanes activos del mundo. Con el 90% de los terremotos más destructivos ocurriendo en esta región, nuestro país ha sufrido severos eventos sísmicos que históricamente han causado importantes daños a la propiedad y pérdida de vidas. La Tabla 1 muestra los registros de los principales terremotos en el Perú.



Tabla 1 Registro de los sismos más importantes del Perú

Siglo	Año	Día	Magnitud	Ciudad afectada
XVIII	1715	22 de agosto	7.0	Arequipa
	1784	13 de mayo	8.4	Arequipa
XIX	1821	10 de julio	7.9	Lima
	1868	13 de agosto	8.6	Arica
	1913	28 de julio	7.0	Chala y Mollendo
XX	1922	11 de octubre	7.4	Arequipa y Mollendo
	1970	31 de mayo	7.8	Callejón de Huaylas
	2001	23 de junio	8.4	Arequipa
	2007	15 de agosto	7.9	Pisco
XXI	2011	24 de agosto	7.0	Pucallpa
	2019	26 de mayo	8.0	Loreto
	2020	19 de abril	4.0	Chilca- Cañete

Fuente: Sifuentes A. (30 de abril del 2020)

De estos grandes eventos, el más relevante fue el terremoto de 9,0 MW frente a las costas de Perú el 28 de octubre de 1746. Los limeños de la época se vieron afectados por la destrucción de edificaciones y el posterior tsunami que asoló el Callao. Sin embargo, no fue el único terremoto: uno de los más fuertes, en 2007 en la ciudad de Pisco, con 8,0 megavattios, es considerado uno de los terremotos más destructivos de la historia del Perú. El sismo de Pisco de 2007, registrado por el Instituto Nacional de Protección Civil, fue más fuerte y causó daños en las provincias de Lima, Callao, Ica, Ayacucho, Huancavelica y Junín. Daño grave. Además, 596 personas murieron. La siguiente imagen muestra los últimos sismos registrados en Perú.

Figura 1. Mapa temático de los últimos sismos presentados en el Perú



Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú – agosto 2020 (IGP) A raíz de estos sismos anteriores, en el Perú y el mundo se han observado irregularidades verticales que amenazan la estabilidad de las edificaciones debido a los pisos blandos en sus estructuras, lo que lleva a su colapso.

Figura 2. Colapso por piso blando en países sísmicos



Fuente: Adaptado de San Bartolomé (2007)

Además, los diseños de edificios actuales son cada vez más complejos y requieren nuevas construcciones que a menudo se realizan sin tener en cuenta las posibles irregularidades de elevación o diseño, lo que requiere un análisis complejo y detallado, porque estamos en una zona propensa a terremotos.

Los suelos débiles o blandos son irregularidades que se producen en la altura de un edificio cuya planta baja está destinada a aparcamientos, restaurantes, zonas verdes, vestíbulos, etc. Esto significa que hay un cambio abrupto en la rigidez lateral de una capa en relación con las capas adyacentes de la estructura. Además, tienen columnas y un número reducido de muros, mientras que los niveles superiores tienen un mayor número de columnas y muros, lo que los hace más rígidos que los niveles inferiores. Lo anterior forma una característica importante del efecto de

suelo blando, que es el punto crítico cuando es afectado por sismos. Un problema recurrente en la construcción de edificios en las últimas décadas es la falla estructural debido al diseño de pisos blandos, donde los elementos estructurales ya no funcionan y su capacidad no funciona satisfactoriamente. (Páez, Rodríguez y Zabala, 2017).

Se sabe que los códigos sísmicos actuales evitan que las estructuras se derrumben. Sin embargo, las estructuras diseñadas de acuerdo con los estándares actuales pueden experimentar daños severos después de un terremoto, lo que resulta en una pérdida financiera para el propietario.

## **1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Espacial.**

La investigación fue llevada a cabo una vivienda multifamiliar de 5 pisos en Huancayo.

### **1.2.2. Temporal.**

La investigación fue llevada a cabo en un plazo de doce meses a partir de enero del 2022 hasta diciembre del 2022.

### **1.2.3. Delimitación conceptual o temática**

La investigación se realizará haciendo el uso de estudio de acuerdo a las variables.

*Figura 2*

**Variables de Investigación.**

<b>DEPENDIENTE</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>
--------------------	----------------------

Piso blando	Muros de corte
-------------	----------------

### **1.3. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. Problema general.**

¿Cuál es el efecto de piso blando y propuesta de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018?

#### **1.3.2. Problemas Específicos.**

- a) ¿Cuál es el efecto de piso blando en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018?
- b) ¿Cuál es el efecto de propuesta de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018?

### **1.4. JUSTIFICACIÓN.**

#### **1.4.1. Social.**

La presente investigación se justifica socialmente por cuanto, sirve como fuente de suma importancia para conocer los efectos del piso blando y la forma de solucionar estos a través de una propuesta de muros de corte. El resultado de la investigación permitirá utilizar las herramientas propuestas para solucionar los efectos del piso blando en las edificaciones.

#### **1.4.2. Práctica**

La justificación práctica implica la descripción de los resultados de la investigación, y la forma en la que estos podrán ser utilizados para cambiar la realidad del ámbito de estudio.

De esta manera, la propuesta de muros de corte en viviendas multifamiliares de 5 pisos podrá solucionar problemas de pisos blandos.

#### **1.4.3. Teórica**

La justificación teórica se centra en que la presente investigación abordará una nueva propuesta de muros de corte para tratar el problema de pisos blandos en viviendas multifamiliares de 5 pisos. De esta forma aportará nueva teoría a la ya existente, ya que está estudiando un problema desde un enfoque nuevo.

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.5.1. Objetivo General.**

Determinar el efecto del piso blando y la propuesta de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- a) Determinar el efecto del piso blando en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018.
- b) Determinar el efecto de propuesta de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018.

### **1.6. LIMITACIONES**

#### **1.6.1. Acceso a la información**

El acceso a la información siempre ha representado un problema al momento de llevar a cabo una investigación, siendo así que, para el desarrollo de la investigación se tuvo como limitación que es

necesario contar con el permiso de los dueños de la infraestructura para llevar a cabo los estudios.

### **1.6.2. Económica**

Del mismo modo, toda investigación cuenta con un determinado presupuesto el cual es limitado, y son pocas investigaciones las cuales obtienen un presupuesto. De esta manera la presente investigación presenta una limitación económica ya que fue autofinanciada por los investigadores.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES**

2.2. Como toda investigación, tiene un antecedente documentado, que fue el punto de partida desde el cual se inició este trabajo. Se encontraron investigaciones realizadas sobre métodos de ingeniería civil mientras se realizaba una revisión de la literatura actual sobre el tema (Beltrán Vargas, 2011) Sin embargo, no por el método propuesto y su aplicación en el proceso de investigación, sino porque existen varios métodos y técnicas, creemos que tales trabajos sirven tanto de marco de referencia como de herramienta de investigación y análisis.

### **2.2.1. Internacionales**

(Beltrán Vargas, 2011); realizo la tesis de ***“Las Cargas Sísmicas y su Incidencia en la Estabilidad del Edificio “Tipo” de Cuatro Pisos en el Sector los Tres Juanes de la Ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, 2011”***, Tiene como objetivo principal generar una alternativa de diseño estructural para la estabilidad del edificio “Tipo” de cuatro pisos en la zona de Tres Juanes afectada por cargas sísmicas en Ambato, provincia de Tungurahua. El método utilizado en el estudio es descriptivo, los datos obtenidos durante el estudio permiten determinar intervalos y valores para describir su comportamiento y resistencia ante posibles sismos que afecten a la estructura dada, y se puede interpretar: una vez en el modal Todos los variables detectadas en la fase de análisis se propondrá la solución en la actualidad en el trabajo de investigación que trata de hacerla correcta y adaptada a la situación real del sector urbano. En



consecuencia, la alternativa para lograr la estabilidad del edificio “Tipo” de cuatro pisos en la zona de Los Tres Juanes frente a las cargas sísmicas en Ambato, Provincia de Tungurahua, fue utilizar muros de cortante en la estructura. Se ha diagnosticado teóricamente cómo afectan las cargas laterales a una edificación “tipo” de cuatro pisos en el distrito Los Tres Juanes de Ambato, provincia de Tungurahua. Un análisis teórico de cómo las cargas sísmicas en la zona de Los Tres Juanes de Ambato, provincia de Tungurahua, provocan cambios en la estabilidad de una edificación “tipo” de cuatro pisos. Se propusieron muros de roca para el diseño de una estructura edilicia “tipo” de cuatro pisos en el Distrito Los Tres Juanes, Ambato, Provincia de Tungurahua.

(Dario, 2016), desarrolló la investigación que llevo por título, “**Piso Blando, una Falla Común en el Terremoto de Pedernales**”, elaborado en Vía San Mateo-Manta-Ecuador, El principal objetivo de este estudio es analizar el daño de estructuras de placas blandas o elásticas durante diferentes eventos sísmicos en América del Norte y del Sur y describir las características de los eventos en detalle general para que el daño pueda ser comparado. El terremoto de Muina, Ecuador, el 16 de abril de 2016, muestra similitudes en la escala de destrucción y devastación. Se obtienen los siguientes resultados: la ingeniería sismorresistente ahora asume una responsabilidad muy grande desde el momento en que se planifica

un edificio, y los estudios de daños causados por pisos débiles permiten observar que, aunque ya se entiende, sucede en diferentes países. Entre las muchas consecuencias de los eventos sísmicos severos, la forma en que se construyen los edificios sigue siendo inadecuada, incluidos factores perturbadores como el cuidado del edificio, el mantenimiento, la calidad de los materiales, etc.; además, existen ligeras diferencias en las tecnologías de construcción entre los países mencionados en este artículo. inspección. En última instancia, solo podemos esperar que la ingeniería resistente a los terremotos convenza al público de que la solución y la prevención de tales desastres es cambiar las técnicas de construcción y utilizar aisladores y absorbedores de energía para proteger las estructuras contra las fuerzas sísmicas.

(Raúl, 2017), realizó el trabajo de investigación ***“Efectos del Piso Blando en Estructuras de Mampostería en Chiapas”***, El documento intenta explicar los muchos problemas que ocurren en varias estructuras debido a las condiciones blandas de la capa intermedia después de terremotos de moderados a fuertes. Mencionó que los edificios pueden sufrir daños si son causados por un sismo, pero para la misma configuración estructural, región y sismo; Las lesiones no son homogéneas. Las condiciones anteriores están determinadas por varios factores, tales como: sistema estructural, características sísmicas, calidad de la edificación y su

mantenimiento (González y Gómez, 2008). Pero en resumen, de acuerdo con la experiencia de grandes terremotos anteriores, el daño del terremoto y su fuerza son causados principalmente por el desnivel de la planificación y la altura; El estudio encontró que para estructuras bajas, el piso blando es irregular, lo que determina su fragilidad y la posibilidad de daño o incluso colapso. El código nacional para el diseño de estos sistemas en la mayor parte del país es la norma técnica que complementa el Código de Construcción del Distrito Federal de 2004 (NTC-RCDF-2004) utilizado para el diseño sísmico en el estado de Chiapas. Sin embargo, estos estándares tratan el problema de la capa blanda como una condición irregular y lo ubican en la misma categoría de comportamiento sísmico que otras condiciones menos importantes. Estos estándares se limitan a la aplicación de factores incrementales a las fuerzas de diseño estructural. Según el análisis realizado, este método es problemático porque solo refuerza la fuerza sin analizar los cambios de rigidez, resistencia y capacidad de deformación, que son los parámetros analizados en este trabajo y determinan el grado de daño.

### **2.2.2. Nacionales.**

(Ramos Mio, 2019), realizó el trabajo de investigación, ***“Efecto de piso blando en el comportamiento sísmico de edificaciones a porticadas de concreto armado en el edificio Monteverde San***

**Borja, Lima 2019”**, Tiene como objetivo principal comprender la influencia de los pisos blandos en el comportamiento sísmico de las edificaciones de hormigón armado con arcadas en el edificio Monteverde San Borja Lima 2019. El diseño de investigación de este trabajo de investigación es descriptivo debido a que el tema de la investigación es. datos y características del fenómeno en estudio. Es un diseño no experimental cuantitativo porque ninguna de las variables independientes se cambió para investigar y apoyar la variable dependiente. No es experimental porque la recolección de datos se utiliza de manera inmediata y la investigación no es experimental sino exploratoria, descriptiva, relacional y causal. Resulta que la ingeniería sísmica actual conlleva una gran responsabilidad desde el momento en que se planifica un edificio hasta su finalización. El estudio de los daños causados por los pisos débiles nos permite observar que a pesar de muchos terremotos fuertes de diferentes países, a juzgar por las consecuencias del evento, la forma en que se construyó el edificio aún era inadecuada debido a factores como la calidad de los materiales y los métodos de construcción. . En última instancia, solo podemos esperar que la ingeniería resistente a los terremotos convenza al público de que la solución y la prevención de tales desastres es cambiar las técnicas de construcción y usar aisladores y absorbedores de energía para proteger las estructuras contra los terremotos. ejército. El propósito de planificar y desarrollar medidas de adaptación a terremotos es

consolidar y garantizar un sistema de construcción sostenible basado en los principios de conservación de la naturaleza, utilizando materiales compatibles con los cimientos sólidos tradicionales e introduciendo tecnologías y materiales modernos compatibles para la construcción de edificios. Resulta que existe la necesidad de continuar investigando en diseño basado en comportamiento adaptado a las realidades nacionales, ya que este tipo de diseño sísmico es más preciso y, en general, hay más certeza en el comportamiento de los elementos y estructuras en relación a los sismos. Finalmente, este estudio es importante porque estamos en un país con terremotos frecuentes.

(Domínguez García, 2019), realizo el trabajo de investigación que lleva por título, ***“Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas a porticado y dual de una edificación, Trujillo-La Libertad”***, Su principal objetivo fue determinar el mejor comportamiento sísmico entre el sistema de pórtico y el sistema doble, teniendo en cuenta los efectos del suelo blando. Este estudio, de acuerdo a su propósito, es aplicado en el sentido de que trata de aplicar los conocimientos técnicos y la teoría científica a la solución de un problema específico y comparar los resultados con aplicaciones similares en otros estudios. (Avila, 2001). En profundidad o sustancia: Es simplemente descriptivo, simplemente observar, medir e informar sin intención de explicar o determinar causas. (Bernal, 20109). Juzgar por naturaleza: Es cuantitativo

porque analiza las variables en base a los valores recogidos por las herramientas de recolección de datos y se desarrolla de acuerdo a las dimensiones e indicadores de las variables. Los resultados obtenidos de las observaciones de las variables estudiadas se describen en tablas y gráficos según métodos cuantitativos, confirmados por pruebas de probabilidad para asegurar la representatividad, y por inferencias estadísticas para probar las hipótesis. No hay duda de su validez empírica (Hernández, et al, 2003), Durante el estudio de la mecánica del suelo se determinó la capacidad portante y el resultado fue de  $1,6 \text{ kg/cm}^2$ . En el área ajardinada se cavó una fosa de 2 m de profundidad y también se determinó que pertenece al entresuelo según la clasificación del suelo. Por lo tanto, considere el diseño sísmico de estructuras y los sistemas duales. El pórtico y el sistema gemelo se sometieron a análisis sísmico utilizando el software Etab 2016 para determinar el desempeño estructural óptimo, donde los resultados obtenidos para el sistema de pórtico mostraron irregularidades torsionales extremas en el plano y torsión en la dirección X en condiciones estáticas. Tras el análisis, no cumple las condiciones mínimas de desplazamiento, por lo que no es adecuado para el diseño de elementos estructurales. En cambio, los sistemas duales son tradicionales y cumplen con los criterios establecidos en la norma E.030-2018. Analice el efecto del marco y sistema doble, el efecto del piso blando, donde el sistema de marco en el primer nivel aparece excéntrico, el

valor es 1.0017, y el segundo nivel aparece excéntrico, el valor es 1.036, que no cumple con el condición especificada  $e_{yy} < 1$  Y-Y - análisis de dirección; afectaría el funcionamiento del sistema y por lo tanto estropearía el efecto. Por el contrario, el sistema dual no tiene excentricidad, la fuerza cortante inferior  $v_x$ : 390,24 toneladas,  $v_y$ : 405,85 toneladas, todas las cuales cumplen con los requisitos de la norma E.030-2018, lo que hace que el sistema dual no presente irregularidades de rigidez. De los resultados obtenidos, concluimos que el sistema dual proporciona el mejor desempeño estructural bajo el efecto de piso blando.

(Lluncor Gallo, 2015), el cual llevo a cabo una investigación que llevo por título, ***“Propuesta de Análisis de Muros de Corte Empleando un Modelo de Desplazamientos Esperados en Edificaciones”***, Su propósito general es desarrollar propuestas para la evaluación de muros de edificación utilizando desplazamientos esperados para verificar el cumplimiento de la norma E.030-2014 en cuanto a parámetros de deformación. El diseño utilizado en este estudio es experimental, ya que hemos obtenido los parámetros de la muestra a procesar en el desarrollo del análisis sísmico dinámico, así como la propuesta de Wallace y Møller, para la obtención de la medida. Obtenemos el parámetro de deformación del nomograma y comparamos este parámetro con los parámetros descritos en el punto 5.2 de la norma E-0.30 de 2014; para determinar si nuestra muestra o edificio es aceptable longitudinalmente, se deben obtener

más parámetros o datos para obtener un resultado, luego el resultado debe cumplir con nuestros objetivos para este estudio retrospectivo. El estudio se realizó utilizando datos recopilados de ambos edificios para un análisis más profundo de nuestra propuesta. En nuestro caso, los datos ya están preparados y evaluaremos su idoneidad para cada edificio. El desarrollo de propuestas de evaluación utilizando los desplazamientos previstos ha demostrado ser efectivo para los muros de hormigón armado en las edificaciones objeto de estudio, ya que se han tomado los recursos necesarios y se ha logrado la correcta aplicación del análisis. Posteriormente, se encontraron paredes inaceptables y el método desarrollado permitió repararlas, por lo que decimos que es funcional. Aplicando las recomendaciones de la evaluación, se encontró que algunos muros de hormigón armado en los edificios en estudio son aceptables, mientras que otros no lo son. Por otro lado, se revisaron las paredes inaceptables. Se utilizaron y desarrollaron recursos matemáticos para muros de hormigón armado en las edificaciones investigadas en la aplicación de las recomendaciones de evaluación. Esto se logra estudiando y analizando la fórmula dada por Wallace, la cual sumada al proceso de análisis nos permite lograr la distorsión.

(Villar Gallardo, 2020), realizó el siguiente trabajo de Investigación, ***“Evaluación del Comportamiento Sísmico de una Estructura con Irregularidad de Piso Blando, Mediante un Análisis Estático no Lineal para una Edificación de 8 Pisos Ubicado en el Distrito***



***De San Borja – Lima***”, Su objetivo general es determinar los cambios de comportamiento sísmico de estructuras irregulares debido a pisos blandos mediante análisis estático no lineal de un edificio de 8 pisos en el distrito de San Borja de Lima. El diseño experimental utilizado en este estudio no es experimental debido a que la muestra es un edificio ya construido. Una vez finalizado el estudio, la muestra no cambia porque es imposible interferir con sus variables. Excepto. Es horizontal porque la recopilación de datos se lleva a cabo a lo largo del tiempo. finalmente. Es retrospectivo en el sentido de que utiliza métodos y teorías ya establecidas para el proceso de análisis sísmico. Los resultados de la rigidez lateral son los siguientes: Con base en los hallazgos, se evaluó la estructura en dirección X, que mostró que la rigidez lateral disminuyó en un 52,17 % cuando el edificio tenía irregularidades de piso blando. Con base en los hallazgos y evaluando la estructura en la dirección Y, se demostró que la rigidez lateral disminuye en un 56.86% cuando el edificio presenta irregularidades en el piso blando. Respecto a la flexibilidad: En base a los hallazgos y evaluación de la estructura en la dirección X, se demostró que la flexibilidad disminuyó de 5.31 en la estructura convencional a 5.12 cuando la edificación tiene piso blando irregular. Con base en los resultados y la evaluación estructural en la dirección Y, se demostró que cuando el edificio tiene un piso blando irregular, la elasticidad disminuye de 5.39 para edificios convencionales a 5.10.

(Quinto de la Cruz, 2019), realizó la investigación **“Estudio de la Irregularidad por Piso Blando y su Influencia en la Estabilidad de Edificios de Albañilería Confinada en la Ciudad de Huancavelica, Provincia de Huancavelica”**, El objetivo general del estudio es investigar la influencia de las irregularidades de las losas blandas en la estabilidad de los edificios de mampostería cerrada, con un enfoque especial en el análisis sísmico dinámico de los edificios existentes. El diseño de investigación será: no experimental, transversal, descriptivo y correlacional: no experimental porque la investigación se realiza sin manipular deliberadamente las variables, lo que estamos haciendo es observar un fenómeno que ocurre en un contexto Natural, por tanto. para que puedan ser analizados posteriormente; transversal, ya que las variables se miden en el tiempo; Descriptivo porque permite describir las variables de estudio; Correlación, porque las variables en estudio están relacionadas entre sí. Universidad Jaime Bausate Y Meza (s.f.).

De acuerdo al trabajo de investigación realizado, el cual está enfocado en los signos de desnivel provocados por el piso blando de un edificio de mampostería limitada, de los edificios núm. Las características de configuración estructural 01, 02, 03 y 04 resultan ser los factores más influyentes que existen. Las desventajas de los pisos blandos son: La construcción de la planta baja es más alta que los pisos superiores con una relación altura/altura típica de hasta el

42% para el primer piso. Debido a la discontinuidad de las paredes de mampostería del primer piso en relación con los pisos superiores, el primer piso tiene un cambio drástico en la rigidez en relación con los pisos superiores. Las vigas son más grandes que las columnas. Los edificios de diseño arquitectónico con paredes de mampostería de menor densidad en el primer piso en comparación con los pisos superiores tienen más probabilidades de sufrir desniveles debido a los pisos blandos causados por el cambio repentino en la rigidez del primer piso en comparación con los pisos superiores. Desplazamiento 1. el piso es relativamente grande, lo que afecta la estabilidad del edificio.

## **2.3. BASES TEÓRICAS**

### **2.3.1. Conceptos teóricos**

El propósito del análisis estructural es obtener la distribución de esfuerzos y el desplazamiento correspondiente de la estructura bajo una carga dada. Esto requiere el uso de modelos adecuados basados en varios supuestos, incluido el comportamiento geométrico de la estructura y sus miembros, así como el comportamiento de las secciones y conexiones.

#### **a) Diseño sismorresistente**

El diseño sísmico de estructuras es más complejo que el diseño para cargas estáticas de gravedad debido a los factores involucrados, que incluye lo siguiente:

- La naturaleza y tipos de sismo
  - La incertidumbre sobre la respuesta sísmica de la estructura
  - Los mecanismos de falla y disipación de energía
  - El costo social asociado a la falla de edificios
- Sin embargo, existen requisitos mínimos que deben cumplirse dentro de ciertos límites, tales como:
- Evitar pérdidas de vidas
  - Asegurar continuidad de servicios básicos
  - Minimizar los daños a la estructura
  - Evitar el colapso parcial o total

#### **b) Elementos del análisis sismorresistente**

No sólo se debe tener en cuenta la resistencia de los elementos estructurales a las fuerzas sísmicas, sino también la correcta disipación de la energía generada por el edificio. Esta dispersión se puede lograr por deformación inelástica, lo que indica falla de la estructura sin colapso.

También se puede mencionar que la estructura debe ser lo suficientemente rígida para limitar los desplazamientos laterales provocados por las ondas sísmicas, debe ser capaz de amortiguar las vibraciones a las que está sometida y por lo tanto debe ser capaz de soportar fuerzas externas.

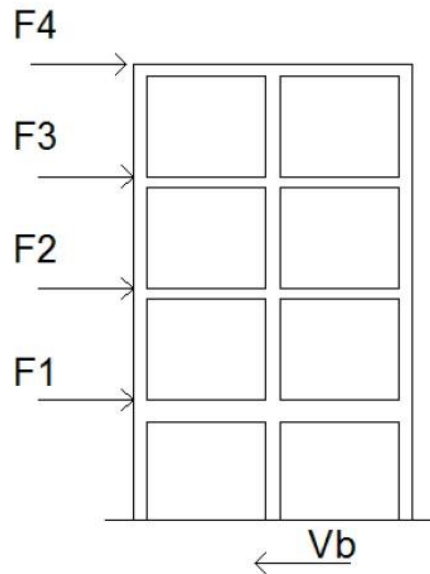
### **2.3.2. Métodos de análisis sismorresistentes**

Los eventos sísmicos de la última década han demostrado que las predicciones actuales de las características o magnitudes de los terremotos son solo estimaciones alejadas de los eventos reales, por lo que esta realidad nos hace pensar en una estrategia de diseño en la que se pueda mejorar el comportamiento de las estructuras dentro de ciertos límites.

#### **a. Método estático equivalente**

Este método es una alternativa simplificada para el análisis de edificios de media altura, teniendo en cuenta varios factores, incluyendo la masa, la rigidez, la resistencia de los miembros y otras fuentes de incertidumbre de cálculo, que pueden afectar significativamente el análisis.

Figura 1. **Gráfica de fuerzas laterales**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

El método estático equivalente está representado por la fuerza sísmica ( $V_b$ ) aplicada a la base, lo que permite modelar la demanda sísmica como fuerzas estáticas horizontales y verticales aplicadas externamente en relación con la altura y el ancho del edificio. La cuantificación de la fuerza equivalente es en parte empírica. Se basa en cálculos empíricos del espectro de diseño sísmico, la masa efectiva del edificio, las propiedades elásticas de la estructura y el período fundamental de vibración. Para la comparación se utilizará el cálculo principal del método estático equivalente, ya que el método estático es un procedimiento de aproximación basado

básicamente en la forma modal asociada al primer modo de vibración de la estructura.

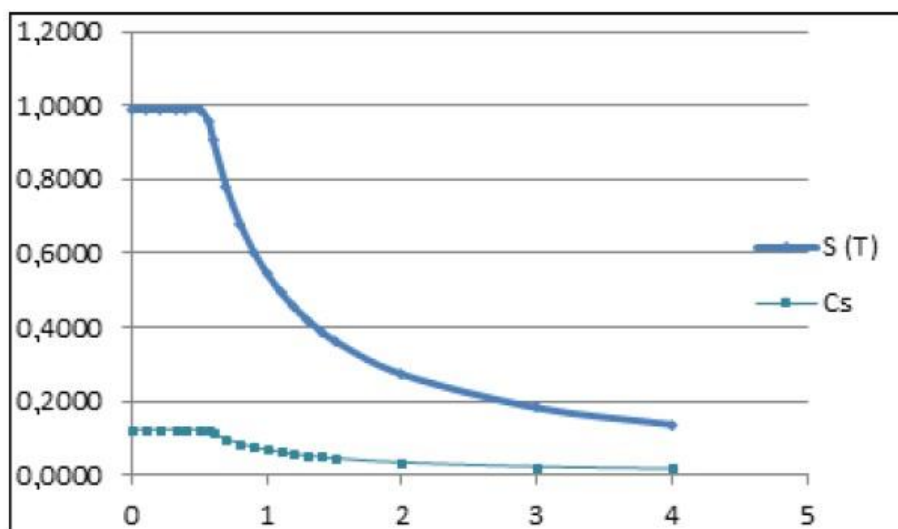
## **b. Método de análisis modal espectral**

El análisis modal espectral es un método ventajoso para evaluar los desplazamientos y las fuerzas de los elementos del sistema estructural. Este enfoque implica únicamente calcular los valores máximos de desplazamientos y aceleraciones para cada modo utilizando un espectro de diseño que representa el valor promedio o envolvente de los diferentes espectros de respuesta sísmica y siempre introduce algunas consideraciones adicionales en el código de diseño. El propósito del análisis modal es determinar los modos de vibración naturales y los períodos de vibración correspondientes de una estructura modelada en 3D.

### **b.1. Espectro de respuesta**

Es una gráfica del período de una estructura frente a la aceleración a la que está sujeta para obtener la máxima respuesta.

Figura 2. Función de espectro de respuesta



Fuente: AGIES NSE-10 2010

### c. Método de análisis tiempo historia

El análisis a lo largo del tiempo permite determinar los efectos estructurales de la fluencia, la contracción y el envejecimiento del hormigón y la relajación del acero. Los efectos pueden incluir deformaciones y desplazamientos retardados, así como cambios en el valor o distribución de tensiones, fuerzas de reacción o tensiones. Este tipo de análisis sísmico no se usa mucho porque requiere examinar los terremotos en su ubicación exacta.

#### 2.3.3. Parámetros de análisis

Varios parámetros ayudarán a obtener resultados suficientes sobre el funcionamiento de la estructura analizada; Para el



tema tratado en este proyecto, se mencionan algunos factores recomendados para evitar las consecuencias de falla estructural.

#### **a. Factor de reducción sísmica (R)**

Este es probablemente el más importante y depende del sistema estructural llamado factor de rigidez. Se basa en que las estructuras en respuesta a la carga sísmica (inercia) disipan energía y pueden activar tres recursos básicos: ductilidad ( $C_d$ ), exceso de resistencia ( $\Omega_r$ ) y redundancia ( $\rho$ ); El factor R viene dado por la reducción de la resistencia de las cargas elásticas utilizadas en el diseño. Las relaciones del factor R que se ofrecen son diferentes para cada sistema estructural específico (ver tabla II).

#### **b. Factor de sobrerresistencia ( $\Omega_r$ )**

En general, la resistencia lateral máxima de cualquier edificio suele ser mayor que la resistencia lateral de diseño. Por supuesto, los métodos de diseño, las disposiciones del código y los requisitos de control de corte, entre otras cosas, darán como resultado dimensiones más grandes y miembros estructurales reforzados que los que resultarían de un análisis riguroso de carga lateral y de gravedad.

Esta tendencia se observó en todas las áreas geográficas, pero la magnitud de este exceso de resistencia fue mayor en las zonas de riesgo sísmico moderado y alto.

El coeficiente de resistencia  $\Omega_r$  se utiliza para aumentar la resistencia elástica de ciertas partes críticas de una estructura según su configuración o irregularidades geométricas. El valor de cada estructura se asigna de acuerdo a su sistema de estructura (ver tabla II).

### **c. Factor de redundancia ( $\rho$ )**

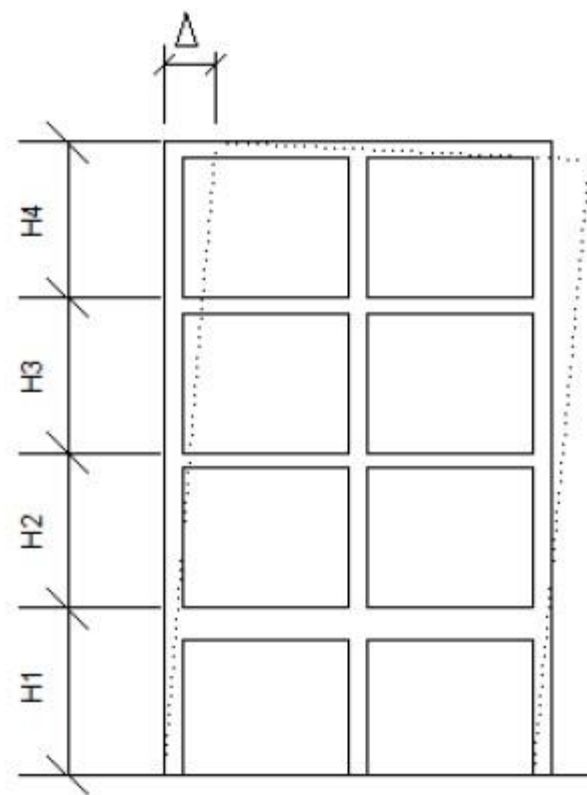
La redundancia está relacionada con la configuración estructural. Los sistemas estructurales que consisten en muchos componentes diseñados para resistir la acción sísmica, donde las fuerzas laterales se distribuyen entre la mayoría de estos componentes, tienen una menor probabilidad de falla que los sistemas con un número pequeño de componentes.

Desde este punto de vista, las estructuras deben diseñarse de manera que la resistencia sísmica dependa de un gran número de elementos, ya que, si hay poca redundancia, la falla de uno de ellos puede conducir al colapso parcial o total.

#### d. Factor de amplificación de desplazamiento ( $C_d$ )

Este factor se utilizará para estimar la flecha elástica máxima que la estructura puede producir de acuerdo con la flecha postelástica máxima permitida especificada en la especificación.

Figura 3. Desplazamiento lateral



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

La deriva lateral  $\Delta$  se describe como:

$$\Delta = (\Delta_4 - \Delta_3) / H_4$$

Esta relación de desplazamiento " $\Delta$ " se denomina deformación interlaminar o deflexión lateral y el valor máximo de deflexión lateral se denomina  $\Delta_{CP}$ .

$$\Delta_{CP} \leq \Delta U / C_d$$

Donde  $\Delta U$  es la deriva última máxima tolerable,  $C_d$  es el factor de amplificación de desplazamiento.

Tabla I. Derivas últimas máximas  $\Delta U$

Tipología de estructura Clasificación	Clasificación		
	ordinaria	importante	esencial
Edificaciones de mampostería reforzada hasta 4 niveles	0,007hp	0,007hp	0,007hp
Edificaciones hasta la altura permitida sin ascensor	0,025hp	0,025hp	0,020hp
Edificación en general hp= altura del piso a calcular	0,020hp	0,020hp	0,015hp

Fuente: AGIES NSE 3. Diseño estructural de edificaciones.

#### e. Inercia

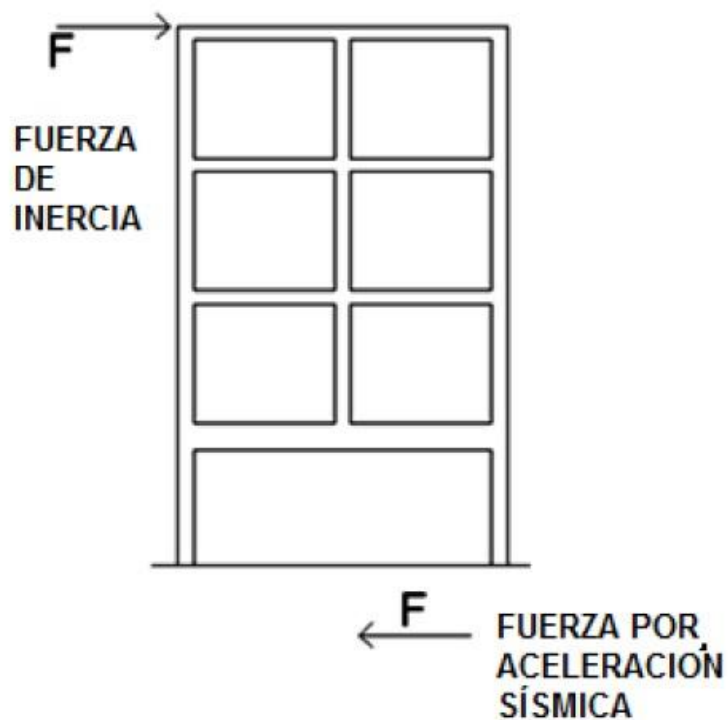
Las fuerzas generadas por el movimiento sísmico del suelo se transfieren al edificio sobre el suelo porque los cimientos del edificio tienden a seguir el movimiento del suelo y la masa del edificio resiste el desplazamiento dinámico por inercia y sigue el movimiento del edificio.

Se define como:

$$F=m \cdot a$$

donde la masa del edificio ( $m$ ) está relacionada con la aceleración de la onda sísmica ( $a$ ). En este sentido, la masa es (incluida en) el edificio, por lo que determinar la masa del edificio es un proceso importante en el análisis sísmico.

Figura 4. **Fuerza de inercia**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

#### f. **Período**

El intervalo de tiempo en el que el sistema resorte-masa completa el período de tiempo total, es decir, el tiempo requerido para que la estructura regrese a su posición

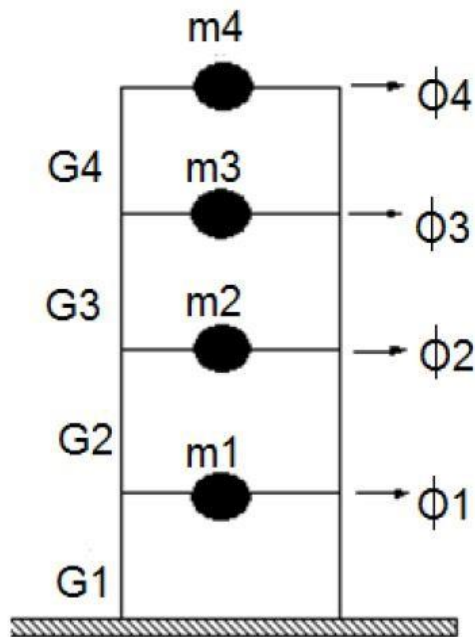
original.

Los períodos tienen dos intervalos de clasificación, los períodos cortos se definen como períodos inferiores a 0,5 s y los períodos largos se definen como períodos superiores a 0,5 s.

#### **f.1. Período fundamental de vibración**

Este es el período correspondiente al modo primero o fundamental de vibración libre. Este período es una característica dinámica de la estructura. Para estimar este valor, el código permite utilizar una fórmula de diseño aproximada, en cuyo caso se supone que la masa se concentra en los niveles de entresuelo y techo.

Figura 5. Diagrama de modo de vibración



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Además, permite la adopción de valores de períodos fundamentales obtenidos a partir de mediciones en estructuras con características estructurales similares; o por fórmulas empíricas a las que se pueden aplicar tales fórmulas:

$$T_a = K_T(h_n)^x$$

Dónde:

$h_n$ = altura total en m definida desde la base

$K_t$  dependerá del sistema estructural a considerar

- $K_T = 0,049$ ,  $x=0,75$  en caso de sistemas estructurales E1, E3, E4 o E5 (tabla II).

- $K_T = 0,047$ ,  $x=0,90$  únicamente en sistemas estructurales E2 de concreto reforzado abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.
  - $K_T = 0,047$ ,  $x=0,85$  en sistemas E2 de concreto reforzado con fachadas rígidas<sup>2</sup> o que no cumplan con el párrafo anterior.
  - $K_T = 0,072$ ,  $x=0,80$  únicamente en sistemas estructurales E2 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.
  - $K_T = 0,072$ ,  $x=0,75$  en sistemas E2 de acero rigidizados
- Período T para usar en el diseño estructural

$$T \leq 1,4 * T_a$$

#### **g. Amortiguamiento**

El mecanismo por el cual un sistema resorte-masa disipa energía y regresa a su estado original de reposo. El valor de amortiguamiento corresponde al porcentaje de amortiguamiento crítico, que consiste en el valor de amortiguamiento que vuelve a un estado estático en un sistema masa-resorte cuando se mueve desde el reposo.

#### **h. Ductilidad**

Representa la capacidad del edificio para doblarse, balancearse o deformarse mucho sin derrumbarse. Lo opuesto a la ductilidad es la fragilidad, que resulta del uso de materiales quebradizos o un mal diseño. Los materiales



frágiles se rompen durante la carga. La introducción del refuerzo proporciona flexibilidad a los materiales frágiles. El propio hormigón aumenta su elasticidad debido a la densidad del acero y las barras.

#### **i. Rigidez y resistencia**

La resistencia y la rigidez son los dos aspectos más importantes del diseño sísmico. La resistencia es un parámetro de diseño que determina las dimensiones de los elementos para garantizar la integridad de la estructura bajo todas las combinaciones posibles de cargas, mientras que la rigidez se refiere a la deformación de la estructura bajo las cargas aplicadas; este parámetro asegura que la construcción funcionará como se especifica. La rigidez lateral se refiere a la deflexión horizontal entre los pisos que evita que la estructura se desvíe de la alineación vertical en más de una cierta cantidad. Se debe limitar el movimiento ya que afecta mamparas, fachadas, soffitos y comodidad de los pasajeros.

#### **2.3.4. Zonificación y características sísmicas**

La zonificación sísmica se divide en cuatro puntos, denominados zonas, cada una de las cuales está definida por el tipo de sitio y el nivel de protección especificado en el estándar AGIES de Guatemala.

### **a. Zonificación sísmica para Guatemala**

La distribución espacial de los sismos en el Perú es extremadamente compleja (Fig. 1a), pero ha sido posible identificar áreas donde se concentran relativamente. Los sismos superficiales ocurrieron en dos áreas, la primera entre la fosa y la línea de costa (círculos negros, Fig. 1a), y la segunda en el interior del continente paralelo a los Andes (Fig. 1c). Los terremotos con un foco moderado se dividen en tres regiones (círculos grises, Figura 1a) paralelas a la costa por debajo de la latitud 9°S, una segunda región en la región Subandu en la región norte y una tercera región en la región norte. toda la región. La región sur, esta última es la región con más sismos. Finalmente, los sismos profundos se dividen en dos regiones (triángulos, Fig. 1a), la primera región se ubica en la frontera de Perú y Brasil, y la segunda región se ubica entre Perú y Bolivia. En general, el número de terremotos profundos es menor y casi no se siente en la superficie.

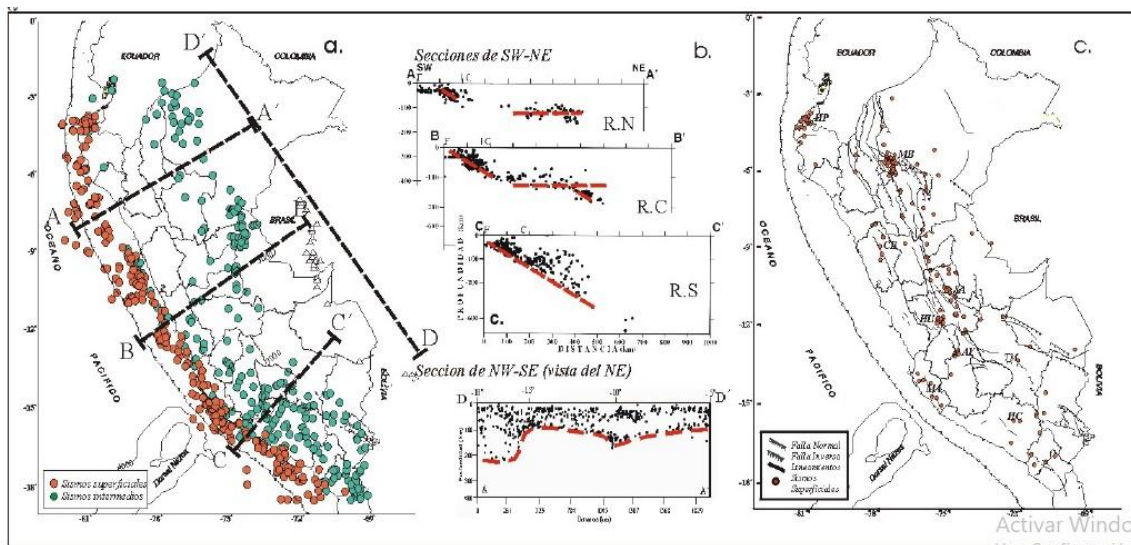
Según las secciones AA', BB'CC' de la fig. La Figura b muestra la distribución en profundidad de los sismos subducidos por la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana de dos maneras diferentes, una es subducción subhorizontal y la otra es subducción normal.

En las regiones norte y central (RN y RC) existe subducción subhorizontal, que también se inicia en un ángulo de  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$  hasta una profundidad de 120 km, a partir de la cual la placa de Nazca se desplaza horizontalmente con respecto a la línea de tajos. y la región norte es de hasta 750 kilómetros, y la distancia en la región central puede alcanzar los 500 kilómetros.

En el tramo BB', a 550 metros de la trinchera, se observaron cambios en la distribución de los sismos, hasta una profundidad de 160 km. De acuerdo con Bernal (2002), la placa de Nazca soportará la subducción, lo que puede estar asociado con un posible rifting futuro de la placa oceánica. La sección DD (Bernal, 2002) muestra sismicidad relacionada solo con procesos de subducción y deformación en la losa de Nazca debajo del continente, donde se observa buzamiento de la losa a  $10^{\circ}$ S.

El segundo modo de subducción ocurre en la región sur (RS, Fig. 1b), donde la placa de Nazca continúa subduciéndose en un ángulo de  $30^{\circ}$  a una profundidad de 250 km y 450 km de la línea. ambas subducción Entre modos, la placa de Nazca se doblará durante 200 km entre los  $15^{\circ}$  y  $17,5^{\circ}$ S de latitud, como se observa en la sección DD'.

Figura 6. Mapa de zonificación sísmica para Perú



Fuente: ZONAS SISMOGÉNICAS EN PERÚ: VOLÚMENES DE DEFORMACIÓN, GRÁFICOS POLARES Y ZONIFICACIÓN PRELIMINAR

### 2.3.5. Sistema estructural

Un sistema estructural consta de varios elementos que resisten momentos y fuerzas cortantes, que en conjunto determinan cómo se comportará la estructura durante un terremoto.

#### a. Sistema de marcos

Se compone de columnas y vigas que soportan todas las cargas verticales y horizontales. Todos los marcos deben estar conectados a particiones de piso horizontales.

#### b. Sistema cajón

El sistema de caja consta de paredes estructurales capaces de soportar todas las cargas horizontales y verticales. Las

cargas verticales no soportadas por muros pueden ser soportadas por columnas o vigas.

**c. Sistema combinado**

Es un sistema formado por placas que actúan como una membrana horizontal soportada por una combinación de paredes estructurales y marcos.

**d. Sistema dual**

El sistema es similar al sistema compuesto en todos los aspectos, excepto que debe incluir marcos especiales con una capacidad residual de al menos el 25% de la carga sísmica total, dado el mismo factor R inicial.

**e. Clasificación de sistemas y factores de diseño** Cada sistema de estructura tiene diferentes factores de penalización que ayudarán a mejorar el desempeño de la estructura, los cuales se describen a continuación de acuerdo a su sistema de estructura.

Tabla II. Clasificación de sistemas y factores de diseño

	SISTEMA ESTRUCTURAL	R	$\Omega_r$	Cd	B	C	D	E
E1	SISTEMA DE MARCOS							
E1-A	Marcos tipo A							
	De concreto reforzado	8	3	5,5	SL	SL	SL	SL
	De acero estructural	8	3	5,5	SL	SL	SL	SL
E1-B	Marcos tipo B							
	De concreto reforzado	5	3	4,5	50	30	12	NP
	De acero estructural	4,5	3	4	50	30	12	NP
E1-C	Marcos tipo C							
	De concreto reforzado	3	3	3	30	NP	NP	NP
	De acero estructural	3,5	3	2,5	30	NP	NP	NP
E2	SISTEMA DE CAJON							
	Con muros estructurales							
	De concreto reforzado A	5	2,5	5	SL	75	50	30
	De concreto reforzado B	4	2,5	4	50	50	30	NP
	De concreto reforzado BD	5	2,5	3	30	30	15	12
	De mampostería reforzada A	4	2,5	3	30	30	20	15
	Paneles de Concreto prefabricado	4	2,3	3,5	30	30	15	12
	Con paneles de madera	6	3	4	20	20	15	20
E3	SISTEMA GENERAL							
	Con muros estructurales							
	De concreto reforzado A	6	2,5	5	SL	75	50	50
	De concreto reforzado B	5	2,5	4	SL	50	30	NP
	De mampostería reforzada A	5,5	3	3,5	SL	SL	50	50
	Paneles de concreto prefabricado	4,5	3	3,5	SL	30	30	20
	Marcos de acero arriostrado							
	Tipo A con riostras excéntricas	8	2	4	SL	50	50	30
	Tipo A con riostras concéntricas	6	2	5	SL	50	30	20
	Tipo B con riostras concéntricas	3,5	2	3,5	30	12	12	NP
E4	SISTEMA DUAL							
	Marcos de concreto reforzado con muros estructurales							
	De concreto reforzado	7	2,5	5,5	SL	SL	SL	SL
	De mampostería reforzada	5,5	3	5	SL	SL	SL	SL
	Marcos de acero con riostras excéntricas	8	2,5	4	SL	SL	SL	SL
	con riostras concéntricas	7	2,5	5,5	SL	SL	SL	SL

E5	PENDULO INVERTIDO							
	De concreto reforzado confinado	2,5	1,2	2,5	12	12	12	12
	de estructura de acero	2,5	1,2	2,5	12	12	12	12
	de estructura de madera	2,5	1,5	1,5	12	12	12	12
SL	SIN LIMITE							
NP	NO SE PERMITE							

Fuente: AGIES NSE 3. Diseño estructural de edificaciones. Tabla 1-1

### 2.3.6. Riesgo sísmico

El riesgo sísmico se caracteriza como la probabilidad de que en un período de tiempo (50 años) y en un lugar determinado, la mayor aceleración de un terremoto en la tierra supere un determinado valor de magnitud. Esta probabilidad es tan cierta ahora como lo será dentro de 50 años, exponiendo la vulnerabilidad de la estructura a los fenómenos naturales.

**2.3.7. Estudios previos sobre efectos de piso suave** El diseño sísmico de edificios es relativamente nuevo, después del terremoto de San Francisco en 1906, comenzaron a analizar el efecto de un terremoto en los edificios, y luego el terremoto de Tokio en 1923 estableció los primeros principios de diseño sísmico basados en principios empíricos. métodos. Después del terremoto de Tokio, el estudio de la ingeniería sísmica se extendió por todo el mundo, lo que llevó al desarrollo de métodos analíticos y ahora métodos más precisos, con la tecnología como herramienta principal.

Dado que el conocimiento del diseño sísmico es aún nuevo, la investigación de las causas del colapso de toda o parte de la estructura no ha sido completamente dilucidada. Una de las causas del daño estructural encontradas en varios sismos que han ocurrido es un efecto conocido como suelo blando.

Después del terremoto de California del 17 de octubre de 1989, se documentó el fenómeno de los terremotos de piso blando, donde un piso se derrumbó por completo en el terremoto mientras que el otro piso permaneció en pie. el terremoto del 17 de enero de 1994 en Northridge, California; 17 de enero de 1995 Terremoto de Kobe, Japón; El terremoto del 17 de agosto de 1999 en Izmit, Turquía.

Los efectos de este tipo de derrumbes por suelos blandos expuestos son un gran problema en edificios altos donde una planta está destinada a aparcamientos o centros comerciales y porque sus columnas están muy espaciadas y no hay paredes absorbentes de energía. Esfuerzo cortante de las ondas sísmicas liberadas por el colapso del terremoto debido al efecto de piso blando.

Originalmente, se pensó que las losas blandas eran un efecto de un solo piso, pero el fenómeno sísmico de las losas blandas también ocurre en los pisos superiores debido al contraste obvio entre los elementos estructurales utilizados y



los niveles de rigidez del edificio. Lo mismo ocurre con las estructuras. Durante el terremoto de Kobe en Japón en 1995, una gran cantidad de edificios de más de 20 años se derrumbaron en el quinto piso. Esto se debe a que los antiguos códigos de construcción japoneses permitían que las superestructuras más débiles comenzaran desde el quinto piso de un edificio.

Para algunos expertos en diseño estructural, se refieren a los pisos blandos como "cambios de rigidez o resistencia entre pisos adyacentes". Como fue el caso de Japón, donde los muros de los pisos superiores cercanos a los pisos inferiores no continúan produciendo cambios de rigidez o resistencia, y la situación empeora cuando las columnas no resisten el momento en que se ajusta la rigidez.

En los edificios de la ciudad de Guatemala, es fácil ver que los pisos inferiores tienen espacios libres y los pisos superiores están sostenidos por muros estructurales. En la mayoría de los casos, el primer piso está destinado al estacionamiento de automóviles, donde solo hay columnas aisladas como soporte para los pisos adyacentes, y no hay paredes de roca que se conviertan automáticamente en pisos blandos que colapsarán en un instante.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL • Comportamiento estructural

Se considera el análisis de una edificación con fines de evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales.

- **Técnica de pushover**

Es un método de análisis estático no lineal que implica un patrón de carga lateral que aumenta monótonamente hasta que la estructura colapsa. Por tanto, se atreve a estudiar el comportamiento no lineal de la estructura, lo que da como resultado la obtención de la curva de capacidad.

- **Derivas**

Es la diferencia de desplazamiento entre dos pisos dividida por la altura del piso. También se le llama deformación angular del piso. (SENCICO, 2018).

- **Rigidez lateral**

La rigidez lateral ( $K_i$ ) para un entrepiso ( $i$ ) viene a ser aquella relación entre la fuerza cortante de piso o nivel ( $V_i$ ) y el desplazamiento relativo del entrepiso ( $\Delta_i$ ).

$$K_i = V_i / \Delta_i$$

Donde:

$$\Delta_i = D_i - D_{i-1}$$

$D_i$  es desplazamiento de entrepiso del nivel en estudio

$D_{i-1}$  es desplazamiento de entrepiso del nivel inferior

- **Ductilidad**

Es la máxima deformación que puede presentar la estructura en la zona inelástica sin colapsar. Derivado de la curva de potencia.

- **Cortante basal**

Es la suma de los esfuerzos cortantes de cada planta, tomando su valor máximo en la parte inferior del edificio. (SENCICO, 2018).

- **Colapso estructural**

Algunos elementos de resistencia contra el derrumbe de edificios. Es causado por una fuerza externa o resistencia y rigidez que lo hace incapaz de realizar su función prevista.

- **Articulaciones o rótulas plásticas**

Se forma en secciones estructurales cuando se alcanza un alto nivel de deformación sin un aumento significativo de la carga.

- **Análisis estático**

Estudia la respuesta de las estructuras a las cargas estáticas.

- **Sistemas estructurales**

Es el tipo de sistema en el que se construye la edificación y se encarga de soportar la fuerza de gravedad, sismo o viento que soportará la edificación. (Sencico, 2018).

## **CAPITULO III HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis General**

La propuesta de muros de corte soluciona el problema de piso blando en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018.

### **2.3.2. Hipótesis Específicas**

- a) El piso blando tiene un efecto negativo sobre una vivienda multifamiliar de 5 pisos Huancayo - 2018.
- b) La propuesta de muros de corte tiene un efecto positivo sobre una vivienda multifamiliar de 5 pisos Huancayo – 2018.

## **3.3. VARIABLES**

### **3.3.1. Definición Conceptual de la Variable.**

**Variable Independiente: Piso blando**

**Variable Dependiente: Muros De Corte**

*Tabla 2*  
*Definición Conceptual*

Variables		Definición conceptual
Variable independiente	Piso blando	El piso blando se origina generalmente cuando se cuenta con un entrepiso en el cual su rigidez es considerablemente menor a la de niveles subyacentes y adyacentes, los modos de vibrar de la estructura, así como la respuesta general en comparación con una estructura regular en altura, son diferentes.
Variable dependiente	Muros de corte	Un muro de corte es un elemento estructural de concreto armado cuya finalidad es dar rigidez lateral a una estructura, normalmente en edificios altos, evitando o disminuyendo el desplazamiento lateral ante un eventual sismo.

## **CAPITULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.**

**Método Deductivo:** El método deductivo consiste en extraer conclusiones específicas de leyes generales, partiendo siempre de verdades generales y procediendo a través del razonamiento (Mohammad Naghi, 2005). Este método nos ayuda a realizar el análisis de necesidades necesario para construir un sistema experto.

**Método Inductivo:** La inducción nos permite pasar de hechos específicos a principios generales. Implica observar varios hechos o fenómenos, luego categorizarlos e identificar relaciones o puntos de conexión entre ellos para poder derivar una teoría. (Damiani, 1994).

### **4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación en base a sus objetivos concuerda con las características para ser una investigación de tipo aplicada. Tam, Vera y Ricardo (2008) expresan que este tipo de investigación es aquella que puede ser útil o cuyos resultados pueden ser aplicados a un propósito establecido.

Tomando en cuenta el contexto de la presente investigación, la cual busca determinar los efectos de la implementación de muros de corte como respuesta a un problema de piso blando en una vivienda multifamiliar de 5 pisos en la provincia de Huancayo, los resultados de

la investigación podrán ser utilizados en infraestructuras similares con el objetivo de solucionar el mismo problema.

#### **4.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.**

De acuerdo con el propósito de la investigación y la naturaleza de las preguntas formuladas, el nivel de investigación de este estudio es: descriptivo. El estudio es de nivel descriptivo porque (Cabezas M. et al, 2018) menciona que el propósito de la investigación descriptiva es buscar esclarecer rasgos, características y perfiles importantes de un individuo, grupo, población, sociedad o cualquier otro fenómeno bajo análisis; (Cavanjo M. et al, 2019), en el proceso queda claro que el investigador apoya específicamente la situación preocupante, aclara el contexto y reconoce la necesidad.

#### **4.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

El diseño de este estudio será un diseño pre-experimental. Según Hernández, Fernández y Bautista (2014), los autores afirman que "se diseñó un experimento con un grupo control, se le aplicó un estímulo y luego se midieron sus variables para comprobar si hubo cambio o no" en el grupo de control".

Se hará uso de este diseño dado que se busca verificar el estado del piso blando antes y después de la implementación de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos en Huancayo durante el año 2018.

#### **4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

#### **4.5.1. Población**

(Carrasco, 2005) Una población “es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) pertenecientes a la región espacial en la que se desarrolla el trabajo de investigación” (p. 236). Se define como un conjunto de instancias que comparten un conjunto de especificaciones comunes y existen en un espacio dado. En muchos casos, por cuestiones de tiempo y recursos humanos, no es posible analizar a toda la población.

En el presente caso se define como población las viviendas multifamiliares de 5 pisos de la ciudad de Huancayo en el año 2018.

#### **4.5.2. Muestra**

Para este caso se tiene acceso a la población de modo que la muestra fue una vivienda multifamiliar de 05 pisos de la ciudad de Huancayo.

#### **4.5.3. Muestreo**

Ya que se cuenta con acceso al total de la población el muestreo será de tipo censal, lo que quiere decir que la muestra será igual a la población.

### **4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **4.6.1. Técnica de recolección de datos**

##### **ANÁLISIS DE DOCUMENTOS**

Según la clasificación de Colás Bravo (1998c), el análisis de documentos es un método indirecto de recolección de información.

Los registros oficiales incluyen memorias descriptivas, expedientes



técnicos, etc., registros, actas de asistencia del personal, actas de reuniones, cuadernos de trabajo, archivos estadísticos, oficios, fotografías, comunicados oficiales e institucionales, etc. Se dividen en internos y externos. Son producidos por empresas relacionadas con la industria en estudio para comunicarse con extraños. Abarcan una serie de temas: organización, uso de la autoridad y el poder, roles internos, reglas, estilos de liderazgo, compromiso, valores, etc. Permiten comprender la opinión oficial en varios aspectos (posicionamiento, valores, dinámica, etc.). Los documentos incluyen actas de reuniones, reglas internas, documentos estadísticos, actas de visitas, cartas de información. A esta clasificación cabe agregar el importante papel que está jugando la World Wide Web, en la actualidad, puesto que es un canal de difusión de los documentos institucionales.

Se usó la observación como técnica de captura de información.

#### **4.6.2. Instrumento de recolección de datos**

Según Sierra bravo (2013) los instrumentos, al igual que los procedimientos y estrategias a utilizar, los dicta el método escogido, aunque, básicamente, se centran alrededor de la observación participativa y la entrevista semiestructurada.

Observación: Ficha de Observación.

Entrevistas: Hay que describir los que se vayan a utilizar y justificarlos. Como ya señalamos, los instrumentos, al igual que los procedimientos y estrategias a utilizar, los dicta la metodología

escogida, aunque, básicamente, se centran alrededor de la observación directa o participativa y la entrevista semi - estructurada”.

Revisión documental: Ficha de Revisión Documental. Se utilizará una ficha de registro bibliográfico porque Arias (G., 2020) recuerda que si bien una ficha de registro puede ser una herramienta que corresponde a los métodos observacionales, se debe demostrar que el análisis es un proceso observacional con las características cognitivas del investigador. El formulario de registro permite la recolección de datos e información de las fuentes utilizadas y el formulario está detallado y diseñado teniendo en cuenta la información que se va a obtener en la encuesta; es decir, no hay un modelo estable.

#### **4.6.3. Procedimiento de la investigación**

Los datos serán procesados de acuerdo a la fase de diseño del sistema informático propuesto, y se utilizará estadística inferencial con el programa R en caso de ser necesario. Para ello, se deben seguir los siguientes pasos: revisión de la recopilación de información, tabulación de la información, análisis de los resultados estadísticos e interpretación de los resultados.

## **CAPITULO V: RESULTADOS**

### **5.1. EDIFICIO A ANALIZAR**

#### **DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO TECNOLÓGICO**

Se analizará un diseño de marco que resiste un momento irregular y luego se comparará con un ejemplo de desnivel que produciría un efecto de piso liso para mostrar que este efecto produce la deflexión máxima permitida.

Por ejemplo, la norma se tomará de la norma guatemalteca de seguridad en la construcción AGIES NSE-10, que especifica condiciones para evitar el riesgo de formación de mecanismos de piso blando. Se compararán los resultados de las cuatro estructuras posibles y se graficarán los resultados.

El análisis estructural de los ejemplos se llevó a cabo utilizando el programa para análisis estructural STAAD PRO V.8.

## **5.2. SISTEMA ESTRUCTURAL**

La estructura será de marcos de concreto con 5 niveles, clasificados como sistema de Marcos E-1. Estos, tendrán 10,00 metros de luz en dirección de análisis, 10,00 metros en sentido perpendicular con fines de cálculo de peso, altura de 6,00 metros en el primer nivel, 4,00 metros el resto de niveles.

### **5.2.1 Predimensionamiento de elementos**

Para las dimensiones del ejemplo a realizar, se tomarán dimensiones que se ajusten a los requerimientos necesarios para poder demostrar el tema. Se usarán, columnas de 0,40 x 0,40 metros, vigas de 0,25 x 0,50 metros, losa  $t=0,10$  metros y una carga distribuida de  $W_u=1\ 500$  kg/m.

### **5.2.2 Integración de peso**

La integral del peso es el cálculo de la cantidad total de hormigón utilizado en los distintos elementos de la estructura, este dato será considerado como carga muerta.

Cálculo de peso de columnas

<b>COLUMNAS</b>				
<b>NIVEL</b>	<b>DIMENSION (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>UNIDAD (m)</b>	<b>PESO (KG)</b>
1	0,40X0,40	6,00	9,00	20736,00
2	0,40X0,40	4,00	9,00	13824,00
3	0.40X0,40	4,00	9,00	13824,00
4	0,40X0,40	4,00	9,00	13824,00
				62208,00

Cálculo de peso de vigas

<b>VIGAS</b>				
<b>NIVEL</b>	<b>DIMENSION (m)</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>UNIDAD (m)</b>	<b>PESO (KG)</b>
1	0.25X0.50	5.00	12.00	18000.00
2	0.25X0.50	5.00	12.00	18000.00
3	0.25X0.50	5.00	12.00	18000.00
4	0.25X0.50	5.00	12.00	18000.00
				72000.00

Cálculo de peso de losas

LOSA				
NIVEL	ESPESOR (m)	AREA (m2)	UNIDAD	PESO (KG)
1	0,10	100,00	1,00	24000,00
2	0,10	100,00	1,00	24000,00
3	0,10	100,00	1,00	24000,00
4	0,10	100,00	1,00	24000,00
				96000,00

Peso total por nivel

	SUMATORIA	
NIVEL	PESO (kg)	PESO (Ton)
1	62736,00	62,74
2	55824,00	55,82
3	55824,00	55,82
4	55824,00	55,82

### 5.2.2 Cálculo de corte basal

AGIES NSE-10 se utiliza para el período de vibración fundamental, el período de transición, así como el período de diseño sísmico y la calibración del desplazamiento de la cimentación.

### 5.2.3 Cálculo de corte basal

Para el cálculo de este período se utilizará la fórmula empírica dada en AGIES NSE 3-10 (Diseño Estructural de Edificios), la cual se detalla a continuación a modo de ejemplo.

$$T_a = K_T(h_n)^x$$

Tipología de la estructura: marcos resistentes a momentos E-1A  
 $K_t = 0,049$                        $X = 0,75$                        $h = 17$  metros

#### 4.2.4 Cálculo de ajuste de intensidad

Para el ajuste de intensidad, se

$$T_a = 0,049(18)^2$$

$$T_a = 0,428s$$

$$T = 1,4T_a = 1,40(0,428) = 0,5994s$$

tomarán los datos de

AGIES NSE 2-10, condiciones de sitio y niveles de protección, y los datos generales serán para un sismo ordinario y una distancia a la fuente de 15

kilómetros.

$$R = 8$$

$$C_d = 5,5$$

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

$$S_{cs} = 1,50 * 1,00 * 1,00 = 1,50g \quad S_{1s} = 0,55 * 1,50 * 1,00 = 0,83g$$

#### 5.2.5 Cálculo de periodo de transición

Es el que divide los 2 períodos en la gráfica del espectro de respuesta, entre los períodos cortos, menores a 0,50 segundos y los largos mayores a 0,50 segundos.

$$T_s = S_{1s} / S_{cs}$$

$$T_s = 0,83 / 1,50 = 0,55s$$

#### 5.2.6 Calibración de periodo de diseño

Según el factor de reducción sísmica y el período de vibración fundamental, se obtiene utilizando datos AGIES NSE 2-10, condiciones del sitio y grado de protección.

$$S_{cd} = K_d * S_{cs}$$

$$S_{cd} = 0,66 * 1,50$$

$$S_{cd} = 0,99$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s}$$

$$S_{1d} = 0,66 * 0,83$$

$$S_{1d} = 0,5478$$

$$S_a(T) = S_{cd} \quad \text{si } T \leq T_s$$

$$S_a(T) = S_{1d}/T \quad \text{si } T \geq T_s$$

Cumple con esta condicione  $0,574 \geq 0,55$

$$S_a(T) = 0,5478 / 0,5994$$

$$S_a(T) = 0,9139$$

### 5.2.7 Cálculo de coeficiente sísmico C

Para el cálculo de coeficiente sísmico, se usará el dato obtenido de período de diseño dividido dentro del factor de reducción sísmica, este dato servirá para obtener el cortante basal.

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{0,9139}{8} = 0,11$$

### 5.2.8 Corte basal

La fuerza cortante base es la fuerza de reacción en la base de la estructura antes del terremoto, que se utiliza como dato teórico y es proporcional al peso de la estructura.

$$V_b = C_s W_s W_s = \text{Peso total del edificio a analizar}$$

$$V_b = 0,11 * 230,21 \text{Ton} = 25,32 \text{Ton}$$



### 5.3 Distribución de fuerzas sísmicas

Las fuerzas sísmicas son las fuerzas distribuidas en la parte superior de la estructura y su suma es igual al desplazamiento de la base.

Estas fuerzas crean fuerzas cortantes para cada nivel.

$$F_i = C_x V_b \quad C_x = \frac{W_i h_i^k}{\sum W_i h_i^k}$$

$$k = 1, \text{ para } T \leq 0,5 \text{ s } k = 0,75 + 0,5 T_s, \text{ para } 0,5 < T \leq 2,5 \text{ s}$$

$$k = 2, \text{ para } T > 2,5 \text{ s}$$

$$T = 1,4 T_a = 1,40 (0,42) = 0,599 \text{ s } k = 0,75 + 0,5(T_s) = 0,75 + 0,5(0,599) = 1,049$$

NIVELES	W(Ton)	h(m)	k	
1	62,74	6	1,049	410,96
2	55,82	10	1,049	624,92
3	55,82	14	1,049	889,42
4	55,82	18	1,049	1157,72
			$\Sigma$	3083,01

### 5.4 Configuración de la geometría

A efectos prácticos, los siguientes son ejemplos de diferentes infracciones que se analizan para proporcionar datos comparativos para la acción lateral.

#### 5.4 Edificio de marcos con solución para piso suave

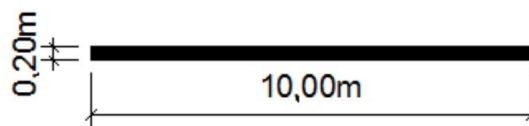
Este ejemplo utilizó los dos ejemplos anteriores con cargas y rigidez irregulares, pero con muros de cortante colocados para aumentar la rigidez del primer piso y de un espesor similar para compensar los cambios de rigidez mencionados anteriormente. Esta solución no limita el uso del factor  $\Omega_r$ , por lo que se usa el mismo valor de  $\Omega_r \times F1$ .

Para este ejemplo, se realiza una sección equivalente para compensar el cambio de rigidez utilizando el método de la inercia completa

#### 5.4.1 Método de inercia completa

Se utilizará un enfoque de inercia completa para determinar las dimensiones de los muros que se colocarán en el nivel inferior, estos datos serán aproximados y se utilizarán para modelar los elementos de corte utilizando el programa STAAD para un análisis más preciso.

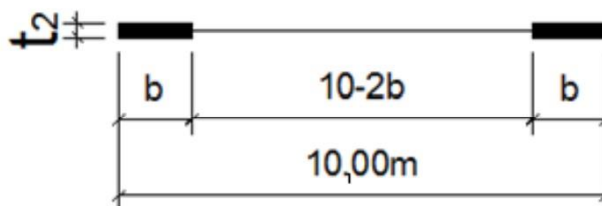
Para la planta 1



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

$$I_1 = \frac{1}{12} t_1 (L^3 - a_1^3) I_1 = \frac{1}{12} * 0,20 (10^3 - 0) = 16,66$$

Para la planta 2



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

$$I_2 = \frac{1}{12} t_2 (L^3 - (L - 2b)^3)$$

si asumimos  $b=1.00\text{m}$

$$I_1 = \frac{1}{12} t_2 (10^3 - (10 - 2 * 1)^3)$$

$$I_2 = \frac{1}{12} t_2 (10^3 - (8)^3) = 40,66t_2$$

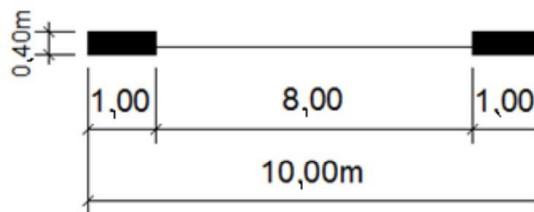
Igualando para obtener  $t_2$

$$I_1 = I_2$$

$$16,66 = 40,66t_2$$

$$t_2 = 0,40\text{m}$$

Para la planta n



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

El concepto de sistema estructural formado por estos ejemplos puede concluir que la falta de uniformidad vertical de la carga en el medio producirá un efecto de piso liso y, por lo tanto, debe diseñarse para evitar bisagras. En las costuras de suelos blandos. Por tanto, se obtiene un resultado equivalente utilizando un muro de cortante con  $b = 1,00 \text{ m}$ . Cabe mencionar que el muro de cortante correspondiente debe diseñarse con columnas en los bordes para resistir tensión y compresión.

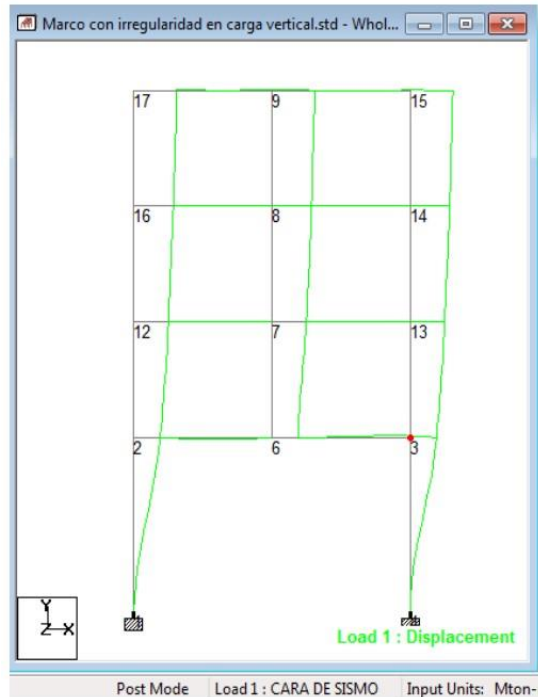
## 5.5 Análisis de resultados

Las derivas máximas generadas en el modelo, están dentro del límite permitido, por lo tanto, no será considerada con un efecto de piso suave.

### 5.5.1 Análisis de resultados

El pórtico se modela irregularmente y se aplica la fuerza sísmica lateral obtenida por el desplazamiento de la base y se utiliza el método estático correspondiente para analizar la estructura.





Marco con irregularidad en carga vertical.std - ...				
All / Summary /				
Node	L/C	Horizontal		
		X mm	Y mm	Z mm
1	1 CARA DE SISMO	0.000	0.000	0.000
2	1 CARA DE SISMO	47.722	0.252	0.000
3	1 CARA DE SISMO	47.624	-0.252	0.000
4	1 CARA DE SISMO	0.000	0.000	0.000
6	1 CARA DE SISMO	47.757	-0.002	0.000
7	1 CARA DE SISMO	62.087	-0.002	0.000
8	1 CARA DE SISMO	71.531	-0.002	0.000
9	1 CARA DE SISMO	77.107	-0.002	0.000
12	1 CARA DE SISMO	62.163	0.349	0.000
13	1 CARA DE SISMO	62.113	-0.349	0.000
14	1 CARA DE SISMO	71.505	-0.395	0.000
15	1 CARA DE SISMO	77.083	-0.409	0.000
16	1 CARA DE SISMO	71.576	0.395	0.000
17	1 CARA DE SISMO	77.176	0.409	0.000

### 5.5.1.1 Cálculo de derivas máximas entre nodos.

El valor de deflexión máxima se utilizará para ver la deformación de la estructura y este dato no debe exceder la deflexión máxima permitida por el código.

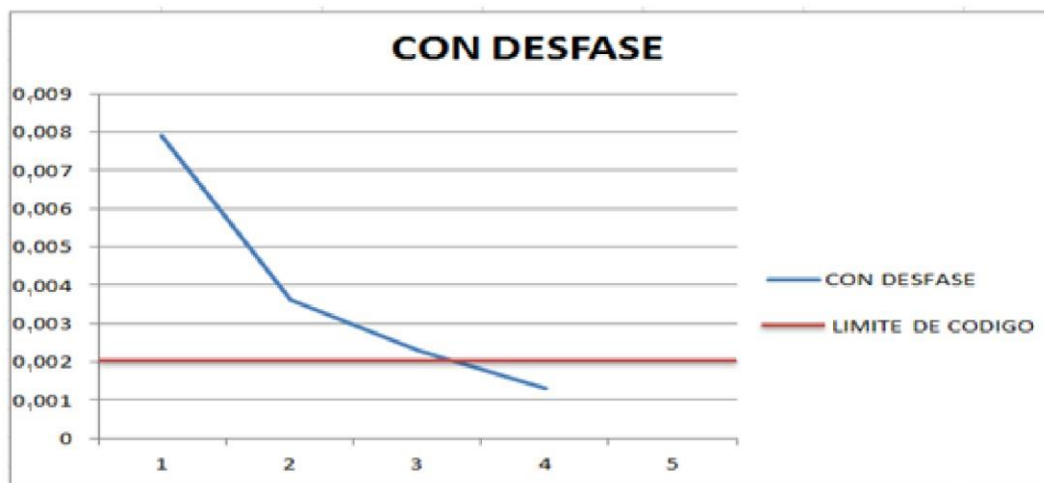
$$\Delta 4 = \frac{\Delta 15 - \Delta 14}{h} = \frac{77,08 - 71,50}{4000} = 0,0013 < 0,0036 \text{ ok}$$

$$\Delta 3 = \frac{\Delta 14 - \Delta 13}{h} = \frac{71,50 - 62,11}{4000} = 0,0023 < 0,0036 \text{ ok}$$

$$\Delta 2 = \frac{\Delta 13 - \Delta 3}{h} = \frac{62,11 - 47,62}{4000} = 0,0036 = 0,0036 \text{ ok}$$

$$\Delta 1 = \frac{\Delta 3 - \Delta 4}{h} = \frac{47,62 - 0,00}{6000} = 0,0079 > 0,0020 \text{ No ok}$$

Gráfica de derivas contra niveles (nivel 1-4)



## CAPITULO Vi:

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En "EFECTOS DEL PISO BLANDO Y PROPUESTA DE MUROS DE CORTE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS – HUANCAYO-2018", se desglosa detalladamente el sistema estructural propuesto y su comportamiento ante influencias sísmicas. Una de las conclusiones centrales de esta investigación es que las derivas máximas producidas en el modelo estructural propuesto se encuentran dentro de los límites permitidos, evitando así un efecto de piso blando.

Al cotejar estos hallazgos con los presentados por el estudio de 2019 sobre el edificio Monteverde San Borja, Lima, se detectan similitudes y diferencias en sus enfoques y resultados. Mientras que "EFECTOS

DEL PISO BLANDO Y PROPUESTA DE MUROS DE CORTE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS – HUANCAYO-2018" se enfoca en aspectos concretos de la estructura, el estudio del edificio Monteverde San Borja brinda una perspectiva más general, subrayando la importancia de la ingeniería sísmica y la necesidad de considerar adecuadamente los efectos de pisos blandos. Este último estudio hace énfasis en las deficiencias observadas en la calidad de los materiales y los métodos de construcción, lo que podría generar un comportamiento estructural inadecuado ante un sismo. Es evidente que ambas investigaciones señalan la urgencia de adoptar técnicas de construcción avanzadas, emplear materiales de alta

calidad y implementar medidas preventivas como aisladores y absorbedores de energía. Tales acciones no solo potenciarán la resistencia de las edificaciones, sino que también minimizarán los riesgos asociados con fenómenos sísmicos en regiones propensas. Ambos trabajos resaltan la imperativa necesidad de continuar con investigaciones en el diseño sísmico adaptadas a las realidades locales. Surge la importancia de establecer un sistema de construcción sostenible que integre principios tradicionales con técnicas y materiales modernos. En su conjunto, ambas investigaciones enfatizan la esencialidad de reforzar la seguridad y robustez de las estructuras en áreas sísmicas.

Por otro lado, Domínguez García (2019) llevó a cabo un análisis centrado en la comparación entre el sistema de pórtico y el sistema dual, especialmente en contextos de suelo blando, en su estudio titulado "Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas a porticado y dual de una edificación, Trujillo-La Libertad". En esta investigación, el sistema de pórtico mostró irregularidades torsionales extremas, especialmente en la dirección X en condiciones estáticas. Esta anomalía resultó en que el sistema de pórtico no cumpliera con las condiciones mínimas de desplazamiento, siendo inadecuado para el diseño de elementos estructurales. Contrariamente, el sistema dual, tradicional en su enfoque, cumplió plenamente con los criterios establecidos por la



norma E.030-2018. Además, mientras el sistema de pórtico mostró excentricidades en los primeros niveles, el sistema dual no presentó irregularidades de rigidez, cumpliendo con todas las especificaciones de la norma citada.

La comparación entre estas dos investigaciones sugiere que mientras en el estudio de Huancayo-2018 se logró una estructura que no presentó efectos de piso blando en el modelo propuesto, el estudio de Domínguez García (2019) identificó que el sistema dual proporciona un rendimiento estructural superior en contextos de suelo blando, comparado con el sistema de pórtico.

Por lo tanto, se destaca la importancia de seleccionar adecuadamente el sistema estructural en función del tipo de suelo y las condiciones sísmicas de la región. Ambas investigaciones, aunque con diferentes enfoques y objetivos, recalcan la necesidad de implementar diseños estructurales robustos y bien fundamentados para garantizar la seguridad de las edificaciones en áreas propensas a sismos.

Por otro lado, Lluncor Gallo (2015), en su estudio “Propuesta de Análisis de Muros de Corte Empleando un Modelo de Desplazamientos Esperados en Edificaciones”, se orientó hacia la evaluación de muros de edificación, tomando en cuenta desplazamientos esperados para verificar la conformidad con la norma E.030-2014. El enfoque experimental de Lluncor Gallo se

centró en obtener parámetros de deformación a partir de un nomograma, comparándolos con la normativa vigente para determinar la aceptabilidad de los edificios en estudio. Este método probó ser efectivo para los muros de hormigón armado de las edificaciones analizadas, ya que, después de aplicar su propuesta, algunos muros que inicialmente eran considerados inaceptables pudieron ser reparados y catalogados como aceptables.

Comparando ambas investigaciones, mientras que en Huancayo2018 el énfasis estuvo en el impacto del piso blando en la estructura, Lluncor Gallo (2015) se centró en el comportamiento de los muros de corte y su conformidad con la normativa, empleando desplazamientos esperados como criterio. Ambas investigaciones subrayan la necesidad de considerar factores múltiples y variables en el diseño y evaluación de edificios para asegurar su integridad y seguridad, especialmente en áreas de alto riesgo sísmico.

Sin embargo, es importante destacar el enfoque proactivo y correctivo de Lluncor Gallo, que no solo evaluó la conformidad de los muros con la norma, sino que también propuso soluciones efectivas para aquellos muros que no cumplían con los requisitos, demostrando así la adaptabilidad y versatilidad de su propuesta en la práctica.

## CONCLUSIONES

- a) El efecto de piso blando provoca deformaciones muy grandes en las zonas débiles, lo que significa que el piso puede colapsar durante un terremoto. Los cambios en la rigidez son la causa principal del ablandamiento del piso. Las geometrías irregulares y la histéresis en las transiciones de carga pueden crear suelos blandos. Debido a la funcionalidad de la estructura, la solución de muro cortante es la más adecuada. Un coeficiente de exceso de resistencia  $\Omega_r$  aumenta los resultados de desplazamiento al nivel del piso liso, lo que resulta en elementos con más refuerzo durante el diseño, pero los cambios en la rigidez deben tenerse en cuenta al aumentar la rigidez en los niveles inferiores.
- b) Los pisos blandos serán los primeros y posiblemente los únicos en lograr una deformación inelástica. En Perú, es común que edificios como edificios residenciales, edificios comerciales y estaciones de bomberos tengan estacionamientos en la planta baja. Si no se toman en cuenta las consideraciones necesarias en el análisis inicial, puede ocurrir un mecanismo de colapso por efecto de piso blando.

## RECOMENDACIONES

1. Los edificios como residencias, edificios comerciales y estaciones de bomberos son comunes con estacionamiento en planta baja. Si no se toman en cuenta las consideraciones necesarias en el análisis inicial,

puede ocurrir un mecanismo de colapso por efecto de piso blando. Ubique conexiones sísmicas entre muros no estructurales y columnas estructurales para evitar cambios de rigidez causados por muros de mampostería. Evite vigas fuertes y columnas débiles, que pueden crear fragilidad que aumenta los problemas con pisos blandos. Considere todas las fuentes posibles de rigidez y resistencia excesiva. Es muy importante definir la resistencia y rigidez de la superestructura; en primer lugar, el módulo de elasticidad de la mampostería  $E_m$  debe determinarse correctamente.

2. Los factores  $\Omega_r$ ,  $C_d$  y  $\rho$  permiten utilizar elementos de mayor capacidad, pero estos factores incrementan el coste de la edificación, por lo que es importante analizar la posibilidad de colocar más elementos estructurales para evitar suelos blandos sin aprovechar estas ventajas. Se debe proporcionar mayor resistencia y rigidez para evitar el ablandamiento del piso. Esto se puede lograr aumentando el número de elementos cortantes, ya que el resultado de la deflexión lateral es un parámetro a resolver para un piso liso.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ARNOLD, Christopher; WHITAKER, Dianne. Manual de configuración y diseño sísmico de edificios. México: Ciencia y Técnica, 1991. vol. 2.

DOWRICK, D. J. Diseño de estructuras resistentes a sismos para Ingenieros y Arquitectos. México: Limusa, 1984. 45 p.

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. El problema de piso suave. Perú: Tesis de investigación de concreto armado, Universidad Católica, 2008. 5 p.

SCHAICHOFER, Joseph. Analysis of shear walls: ACI Journal, Title No. 66-89, 1969. 4 p.

RIVERA, G. Determinación de la rigidez lateral en muros con aberturas. Proyecto Terminal I, Departamento de Materiales. Mexico, D.F: Universidad Autónoma Metropolitana. 2006. 25 p.

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala. Guatemala: AGIES, 2010. 50 p.

Bentley. Gear Software. STAAD PRO V8i. Programa de analisis y diseño estructural. 2008. Yearsoftware.blogspot.com (consulta en línea diciembre de 2012)

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “EFECTOS DEL PISO BLANDO Y PROPUESTA DE MUROS DE CORTE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS – HUANCAYO-2018”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es el efecto de piso blando y propuesta de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuál es el efecto de piso blando en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018? ¿Cuál es el efecto de propuesta de muros de corte en una vivienda</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar el efecto del piso blando y la propuesta de muros de corte en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> Determinar el efecto del piso blando en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018. Determinar el efecto de propuesta de muros de corte en una vivienda</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La propuesta de muros de corte soluciona el problema de piso blando en una vivienda multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b> El piso blando tiene un efecto negativo sobre una vivienda multifamiliar de 5 pisos Huancayo – 2018. La propuesta de muros de corte tiene un efecto positivo sobre una vivienda multifamiliar de 5</p>	<p><b>Variable 1:</b> Piso blando.</p> <p><b>Variables 2:</b> Muros de corte.</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de Investigación:</b> Descriptivo <b>Método General:</b> Método Deductivo <b>Diseño:</b> Pre experimental</p>	<p><b>Población:</b> Vivienda multifamiliar de 5 pisos.</p> <p><b>Muestra:</b> Vivienda multifamiliar de 5 pisos.</p> <p><b>Muestreo:</b> Censal</p>	<p><b>Técnicas:</b> Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha de observación documentaria</p>

multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018?	multifamiliar de 5 pisos – Huancayo 2018.	pisos Huancayo – 2018.				
---	---	------------------------	--	--	--	--





### Irregularidades en planta según AGIES NSE -3

Tipo de irregularidad	Descripción	Nivel de Protección al que aplica	Sección de referencia
H1-A	Giro mayor de diafragma: en la dirección de la carga lateral, la deriva en un extremo es mayor que 1.5 veces la deriva en el otro extremo	D, E	1.8.3.4 • 1.10.5
		C, D, E	1.8.3.5 • 1.10.5
		B, C, D, E	1.10.5
H1-B	Giro extremo del diafragma: en la dirección de la carga lateral, la deriva en un extremo es mayor que 2.3 veces la deriva en el otro extremo	E	1.8.3.1 ♦
		D	1.8.3.4 • 1.10.5
		C, D	1.8.3.5 • 1.10.5
		B, C, D	1.10.5
H2	Esquina entrante: al menos una esquina del diafragma está recortada más de 25% en la dirección de análisis	D, E	1.8.3.4 • 1.10.5
H3	Diafragma discontinuo: el diafragma tiene menos del 50% del área del rectángulo que circunscribe al piso o si cambia rigidez en más de 50% de un piso al siguiente	D, E	1.8.3.4 • 1.10.5
H4	Desfase lateral: un muro o marco o columna se interrumpe y se reanuda total o parcialmente hacia un lado	D, E	1.8.3.4 • 1.10.5
		B, C, D, E	1.8.3.3 $\Omega_r$
		B, C, D, E	1.10.5
H5	Sistema no-paralelo: cuando hay uno o más marcos o muros que no son paralelos a los ejes principales de la estructura	D, E	1.10.5
		B, C, D, E	1.8.3.6
		B, C, D, E	4.2.4
1) La tabla no aplica a estructuras sin diafragma o con diafragma sin rigidez ♦ irregularidad prohibida para el NdP indicado • precaución especial para el NdP indicado $\Omega_r$ irregularidad requiere aplicar $\Omega_r$ para resolverla			

### Irregularidades en elevación según AGIES NSE -3

Tipo de irregularidad	Descripción	Nivel de Protección al que aplica	Sección de referencia
V1 A	Piso suave: rigidez lateral de un piso es menos que 70% de la rigidez del piso de encima; o menos que 80% de la rigidez promedio de los 3 pisos encima – nota 1	D, E	1.10.5
V1 B	Piso suave – caso extremo: rigidez lateral de un piso es menos que 60% de la rigidez del piso de encima; o menos que 70% de la rigidez promedio de los 3 pisos encima – nota 1	D	1.10.5
		E	1.8.3.1 ♦
V2	Masa irregular verticalmente: el peso sísmico de un piso es mas del 150% del peso sísmico de cada piso adyacente	D, E	1.10.3 1.10.5
V3	Geometría vertical escalonada: la dimensión horizontal de la mitad o más de los marcos se reduce en más de 75%	D, E	1.10.5
V4	Discontinuidad en plano vertical: uno de los sistemas sismo-resistentes verticales sufre un desfase o reducción en capacidad o rigidez lateral	B, C, D, E	1.8.3.3 $\Omega_r$
		D, E	1.8.3.4 ● 1.10.5
V5-A	Piso débil : la resistencia del piso es 80% o menos que la resistencia del piso superior – nota 2	D	1.10.5
		E	1.8.3.1 ♦
V5-B	Piso débil – caso extremo: la resistencia del piso es 65% o menos que la resistencia del piso superior – nota 2	D, E	1.8.3.1 ♦
		B, C	1.8.3.2 $\Omega_r$ 1.10.5
<p>1) para verificar esta condición se puede hacer un análisis estático equivalente de ensayo y comparar las derivas unitarias en los pisos (para este chequeo no importa valor absoluto de las derivas): la rigidez lateral es directamente proporcional a las derivas unitarias elásticas – (derivadas ver Sección 4.3)</p> <p>2) para verificar esta condición en forma preliminar rápida se puede sumar, en la dirección de interés, las secciones de todos los elementos capaces de recolectar carga lateral y comparar los totales en los pisos verificados; en caso necesario se podrá detallar más el chequeo tomando en cuenta los refuerzos de cortante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ irregularidad prohibida para el NdP indicado</li> <li>● precaución especial para el NdP indicado</li> <li><math>\Omega_r</math> irregularidad requiere aplicar <math>\Omega_r</math> para resolverla</li> </ul>			

