



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Vulnerabilidad Sísmica a través del método Misaya Hirosawa en
el edificio municipal de San Miguel – Lima – 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Espinoza Cotrina, Gabriel (ORCID: 0000-0003-4932-9184)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres, a mi hermana, mi abuela y a mi enamorada por todo el apoyo que me brindaron durante estos años para lograr exitosamente todo lo proyectado en mi vida; Ustedes son el gran impulso que logro crecer mi confianza, y por eso sé que sin su apoyo no habría logrado culminar con éxito este gran paso en mi vida.

Agradecimiento

Este trabajo fue elaborado con dedicación y mucho empeño a lo largo del proceso de investigación y el desarrollo, agradecer en especial al Ing. José Luis Benites Zúñiga por sus aportes para la mejora de esta investigación y a mi padre el Dr. Stalin Espinoza por su gran ayuda y apoyo incondicional en terminar este proyecto que empezamos juntos; gracias papá, gracias a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por su amabilidad y apoyo en diferentes circunstancias, y en general a todas las personas que contribuyeron directa o indirectamente para la realización de este trabajo de investigación.

Agradecer infinitamente al próximo ingeniero Jheyson Rivas y al ingeniero César Obregón, por la amistad y el gran apoyo dado en los 10 ciclos de la universidad, ustedes se volvieron mis amigos y mis colegas eternos, juntos hemos logrado culminar esta fase universitaria y siempre nuestra amistad y las ganas de querer ver progresar el uno del otro nos otorga este sueño de ser Ingenieros Civiles.

Por último, agradecer a mi enamorada Darlin Laura por darme el apoyo emocional de culminar este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	xi
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	42
3.1. Tipo y diseño de investigación	42
3.2. Variables y operacionalización.....	43
3.3. Población y Muestra	43
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.5. Procedimiento	44
3.6. Método de análisis de datos.....	45
3.7. Aspectos éticos.....	46
IV. RESULTADOS.....	47
V. DISCUSIÓN	117
VI. CONCLUSIONES	121
VII. RECOMENDACIONES.....	122
REFERENCIAS	123
ANEXOS.....	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Acero de refuerzo en concreto	29
Tabla 2. Valores de los coeficientes α_i	39
Tabla 3. Valores propuestos por Hirosawa, para los parámetros G_i y R_i	40
Tabla 4. Valores del factor T	40
Tabla 5. Cuadro de áreas de los niveles	50
Tabla 6. Muestra de sondaje S2	51
Tabla 7. Muestra de sondaje S3	52
Tabla 8. Muestra de sondaje S4	53
Tabla 9. Tipos de columnas del local municipal	57
Tabla 10. Áreas y Pesos de Columnas del Piso 1	59
Tabla 11. Áreas y Pesos de las placas del piso 1	61
Tabla 12. Área y Peso de la tabiquería perimétrica del piso 1	62
Tabla 13. Resumen de pesos en la carga muerta del piso 1	62
Tabla 14. Áreas y Pesos de Columnas del Piso 2.....	63
Tabla 15. Áreas y Pesos de las placas del piso 2.	65
Tabla 16. Área y Peso de la tabiquería perimétrica del piso 2.....	66
Tabla 17. Resumen de pesos en la carga muerta del piso 2.....	66
Tabla 18. Áreas y Pesos de Columnas de los Pisos 3,4 y 5.....	67
Tabla 19. Áreas y Pesos de las placas de los pisos 3, 4 y 5	69
Tabla 20. Área y Peso de la tabiquería perimétrica de los pisos 3, 4 y 5.....	70
Tabla 21. Resumen de pesos en la carga muerta de los pisos 3, 4 y 5.....	70
Tabla 22. Áreas y Pesos de Columnas del Piso 6.....	71
Tabla 23. Áreas y Pesos de las placas del piso 6	73
Tabla 24. Área y Peso de la tabiquería perimétrica del piso 6.....	74

Tabla 25. Resumen de pesos en la carga muerta del piso 6	74
Tabla 26. Peso de la sobrecarga de todos los niveles.....	75
Tabla 27. Peso sísmico según norma E 030 en todos los niveles	75
Tabla 28. Combinación de todas las cargas en todos los niveles del edificio	76
Tabla 29. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 1er nivel en dirección X	76
Tabla 30. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 1er nivel en dirección X.....	77
Tabla 31. Características de las columnas del 1er nivel en dirección X	77
Tabla 32. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 1er nivel en dirección X.....	78
Tabla 33. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 1er nivel en la dirección X	78
Tabla 34. Cálculo del I_s para el 1er nivel en dirección X	78
Tabla 35. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 1er nivel en dirección Y	80
Tabla 36. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 1er nivel en dirección Y.....	80
Tabla 37. Características de las columnas del 1er nivel en dirección Y	81
Tabla 38. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 1er nivel en dirección Y.....	81
Tabla 39. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 1er nivel en la dirección Y	82
Tabla 40. Cálculo del I_s para el 1er nivel en dirección Y	82
Tabla 41. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 2do nivel en dirección X.....	83
Tabla 42. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 2do nivel en dirección X.....	83
Tabla 43. Características de las columnas del 2do nivel en dirección X.....	84

Tabla 44. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 2do nivel en dirección X.....	84
Tabla 45. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 2do nivel en la dirección X	85
Tabla 46. Cálculo del I_s para el 2do nivel en dirección X	85
Tabla 47. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 2do nivel en dirección Y.....	86
Tabla 48. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 2do nivel en dirección Y	86
Tabla 49. Características de las columnas del 2do nivel en dirección Y.....	87
Tabla 50. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 2do nivel en dirección Y.....	87
Tabla 51. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 2do nivel en la dirección Y	88
Tabla 52. Cálculo del I_s para el 2do nivel en dirección Y	88
Tabla 53. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 3er nivel en dirección X	89
Tabla 54. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 3er nivel en dirección X.....	89
Tabla 55. Características de las columnas del 3er nivel en dirección X	90
Tabla 56. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 3er nivel en dirección X.....	90
Tabla 57. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 3er nivel en la dirección X	91
Tabla 58. Cálculo del I_s para el 3er nivel en dirección X	91
Tabla 59. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 3er nivel en dirección Y	92
Tabla 60. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 3er nivel en dirección Y	92
Tabla 61. Características de las columnas del 3er nivel en dirección Y	93
Tabla 62. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 3er nivel en dirección Y.....	93

Tabla 63. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 3er nivel en la dirección Y	94
Tabla 64. Cálculo del Is para el 3er nivel en dirección Y	94
Tabla 65. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 4to nivel en dirección X	95
Tabla 66. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 4to nivel en dirección X.....	95
Tabla 67. Características de las columnas del 4to nivel en dirección X.....	96
Tabla 68. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 4to nivel en dirección X.....	96
Tabla 69. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 4to nivel en la dirección X	97
Tabla 70. Cálculo del Is para el 4to nivel en dirección X	97
Tabla 71. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 4to nivel en dirección Y	98
Tabla 72. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 4to nivel en dirección Y.....	98
Tabla 73. Características de las columnas del 4to nivel en dirección Y.....	99
Tabla 74. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 4to nivel en dirección Y.....	99
Tabla 75. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 4to nivel en la dirección Y	100
Tabla 76. Cálculo del Is para el 4to nivel en dirección Y	100
Tabla 77. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 5to nivel en dirección X	101
Tabla 78. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 5to nivel en dirección X.....	101
Tabla 79. Características de las columnas del 5to nivel en dirección X.....	102
Tabla 80. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 5to nivel en dirección X.....	102

Tabla 81. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 5to nivel en la dirección X	103
Tabla 82. Cálculo del Is para el 5to nivel en dirección X	103
Tabla 83. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 5to nivel en dirección Y	104
Tabla 84. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 5to nivel en dirección Y.....	104
Tabla 85. Características de las columnas del 5to nivel en dirección Y.....	105
Tabla 86. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 5to nivel en dirección Y.....	105
Tabla 87. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 5to nivel en la dirección Y	106
Tabla 88. Cálculo del Is para el 5to nivel en dirección Y	106
Tabla 89. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 6to nivel en dirección X	107
Tabla 90. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 6to nivel en dirección X.....	107
Tabla 91. Características de las columnas del 6to nivel en dirección X.....	108
Tabla 92. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 6to nivel en dirección X.....	108
Tabla 93. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 6to nivel en la dirección X	109
Tabla 94. Cálculo del Is para el 6to nivel en dirección X	109
Tabla 95. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 6to nivel en dirección Y	110
Tabla 96. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 6to nivel en dirección Y.....	110
Tabla 97. Características de las columnas del 6to nivel en dirección Y.....	111
Tabla 98. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 6to nivel en dirección Y.....	111

Tabla 99. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 6to nivel en la dirección Y	112
Tabla 100. Cálculo del Is para el 6to nivel en dirección Y	112
Tabla 101 Resultados del índice de resistencia en ambas direcciones (x-x ; y-y) por el método Hirosawa	113
Tabla 102. Resultado de seguridad sísmica por el método de Hirosawa.....	114
Tabla 103. Viviendas analizadas por su tipo de estructura.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Palacio Municipal de San Miguel, Lima - Perú	2
Figura 2. Mapa por donde pasa el conocido Anillo de Fuego del Pacífico	22
Figura 3. Ondas de cuerpo: Ondas de compresión, primarias, longitudinales, ondas, Ondas secundarias, transversales, Ondas S	24
Figura 4. Ondas Superficiales: Ondas Love (S) y Ondas Rayleigh (R).....	25
Figura 5. El estado del concreto al momento de combinar elementos	26
Figura 6. Componentes del concreto	27
Figura 7. Componentes el concreto Armado	30
Figura 8. Mapa político de Lima	47
Figura 9. Mapa político del Perú.....	47
Figura 10. Ubicación del distrito de San Miguel.....	48
Figura 11. Ubicación del edificio vista Satelital	49
Figura 12. Palacio Municipal distrito de San Miguel 3D.....	50
Figura 13. Mapa de ubicación de las calicatas y sondeos realizados por los autores Cortes y Fernández.....	54
Figura 14. Vista del ensayo de Penetración estándar (SPT), realizado por SL DE INGENIERIA EIRL en el Campus de la UPAO	54
Figura 15. Mapa de microzonificación sísmica de Distrito de Trujillo elaborada por los autores	55
Figura 16. Viga de Cimentación Típica	56
Figura 17. Plano de cimentación Palacio Municipal de San Miguel.....	58
Figura 18. Vista de los elementos estructurales para el metrado del primer piso en el Palacio Municipal de San Miguel	59
Figura 19. Vista de los elementos estructurales para el metrado del segundo piso en el Palacio Municipal de San Miguel.....	63

Figura 20. Vista de los elementos estructurales para el metrado del tercer, cuarto y quinto piso en el Palacio Municipal de San Miguel	67
Figura 21. Vista de los elementos estructurales para el metrado del sexto piso en el Palacio Municipal de San Miguel.....	71
Figura 22. Vista 3D del modelamiento en Etabs de la estructura	115
Figura 23. Análisis Estático del Palacio Municipal de San Miguel	115
Figura 24. Análisis Dinámico del Palacio Municipal de San Miguel	116
Figura 25. Tipos de estructuras analizadas por Baldeon Nieto, Miguel	117
Figura 26. Resultados de los rangos de vulnerabilidad para edificaciones de adobe y albañilería según García y Rumiche.....	118
Figura 27. Formato de recolección de datos y resultados elaborado por Quiroz	119
Figura 28. Resultados de la curva de capacidad en el Sap 2000 elaborado por Lao	120

Resumen

En este estudio, el método Hirosawa se utilizó para determinar la seguridad sísmica del Palacio Municipal de San Miguel mediante una evaluación de la vulnerabilidad estructural. Vale la pena mencionar que este método es el método oficial para evaluar la vulnerabilidad estructural y es utilizado por el Ministerio de Construcción de Japón. La pregunta investigada ocurrió ante la ubicación del Perú de formar parte de uno de los países con alto grado sísmico, lo que afectaría a la mayoría de los departamentos en Perú y por ende a las estructuras de esta misma. En vista de esto, el objetivo general de este proyecto es determinar la seguridad sísmica del Palacio Municipal de San Miguel, y demostrar que ese método japonés puede ser utilizado en el Perú como un método de vulnerabilidad sísmica en las estructuras construidas, sobre todo en las estructuras con mayor antigüedad y que alberguen gran cantidad de personas.

La metodología utilizada fue cuantitativa no experimental de corte transversal ya que se realizó una recolección de datos en un mismo momento y solo se trabajó con los datos del edificio para poder hallar su vulnerabilidad sísmica.

Los resultados del proyecto de investigación indican en los 6 niveles de la estructura el índice de componente estructural es menor al índice de sismicidad tanto en X-X y Y-Y.

Se concluyó que mediante el uso del método de Misaya Hirosawa para conocer la vulnerabilidad del edificio ante un sismo se determinó que el Palacio municipal de San Miguel no es vulnerable sísmicamente en la actualidad, ya que esta condición puede cambiar por diferentes daños que pueda sufrir la estructura en un futuro.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica; Método de Hirosawa

Abstract

In this study, the Hirosawa method was used to determine the seismic safety of the San Miguel Municipal Palace through an assessment of structural vulnerability. It is worth mentioning that this method is the official method for assessing structural vulnerability and is used by the Japanese Ministry of Construction. The question investigated occurred due to the location of Peru to be part of one of the countries with a high seismic degree, which would affect most of the departments in Peru and therefore its structures. In view of this, the general objective of this project is to determine the seismic safety of the Municipal Palace of San Miguel, and to demonstrate that this Japanese method can be used in Peru as a method of seismic vulnerability in constructed structures, especially in older structures that house large numbers of people.

The methodology used was non-experimental, cross-sectional quantitative, since data collection was carried out at the same time and only the data from the building was used to find its seismic vulnerability.

The results of the research project indicate in the 6 levels of the structure the index of structural component is lower than the seismic index in both X-X and Y-Y.

It was concluded that by using the Misaya Hirosawa method to know the vulnerability of the building in the event of an earthquake, it was determined that the Municipal Palace of San Miguel is not currently seismically vulnerable, since this condition can change due to different damages that the structure in the future.

Keywords: Seismic vulnerability; Hirosawa method

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país sísmico, esto ocurre porque está ubicado en el conocido círculo de fuego del Océano Pacífico, zona que concentra el 85% de la actividad sísmica mundial; y esto representa un problema en el funcionamiento estructural de los edificios.

En los últimos años ocurre un silencio sísmico en las costas del país; la poca preocupación y prevención con la que cuenta el país a diferencia de otros países, que pertenecen al mismo círculo de fuego sísmico, como son América central, Chile, Alaska, Japón y entre otros; nosotros como país aún no estamos tomando conciencia del grave problema en el que nos encontramos, ni como país ni como ciudad, ni como comunidad.

La población de Lima ha aumentado con el tiempo, lo que ha llevado a un aumento controlado y planificado en el área urbana. Frente a la demanda de viviendas, la población de escasos recursos está construyendo casas con medios económicos reducidos. Esto significa que no hay asesoramiento técnico profesional en el proyecto, como en la construcción, ni materiales de alta calidad adecuados para su casa. En la mayoría de sus casas, lo que constituye casas vulnerables a los terremotos representa un riesgo para los residentes de estas casas.

Si bien en algunas Municipalidades de Lima Metropolitana se está trabajando las estructuras con diseño antisísmico, ya que nos regimos por la norma E030 (diseño sismo resistente), hay muchos distritos, ciudades y departamentos en cual aún no acotan esta norma, provocando así que varios de los edificios sean vulnerables ante eventos sísmicos.

En la actualidad en el país existe una escasa cultura de estudio sísmico, no se conocen los niveles de vulnerabilidad de las edificaciones que conforman las ciudades y sus consecuencias a eventos sísmicos.

Las nuevas tendencias en ingeniería sísmica reconocen la necesidad de evaluar la vulnerabilidad en entornos urbanos, ya que ahí se concentran gran parte de la población.

Existen varios métodos para evaluar la vulnerabilidad de los edificios, y en particular se está proponiendo realizar el Método de Misaya Hirosawa, un método el cual es el más usado por el ministerio de construcción de Japón.



Figura 1. Palacio Municipal de San Miguel, Lima - Perú

Formulación del problema

¿De qué manera influye el método de Misaya Hirosawa en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio municipal de San Miguel?

Problemas específicos

¿De qué manera influye el componente físico de la estructura en el uso del método de Misaya Hirosawa?

¿De qué manera influye los factores de riesgo en el uso del método de Misaya Hirosawa?

¿De qué manera influye el comportamiento de la estructura en el uso del método de Misaya Hirosawa?

Justificación del Estudio

Justificación Social

Según la literatura internacional, se pueden utilizar una variedad de métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica, algunos de los cuales se basan en sistemas estructurales, suelo y terreno, como el método FEMA 154, el método Hirosawa, el método de resistencia a pedido, etc. Sin embargo, en los métodos anteriores, ninguna investigación ha demostrado qué método es el más conservador, es decir, el más conveniente para obtener los mejores resultados, y lo más importante es que se puede aplicar a edificios básicos. Esta encuesta tiene como objetivo utilizar el método Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura en el área de San Miguel, que será parte de la prevención y reducción del riesgo de terremotos graves para proteger la vida de los trabajadores y turistas en ese día. Ahora ocupan la infraestructura. Del mismo modo, este estudio es de gran importancia porque puede aplicarse a otros estudios sobre vulnerabilidad sísmica, además, puede permitir nuevos métodos de encuesta para analizar completamente la vulnerabilidad sísmica en el mismo tipo de edificio.

Justificación Práctica

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar el nivel de desempeño en la realización de construcciones estructurales sismorresistente, con el uso de métodos de vulnerabilidad sísmica.

Justificación teórica

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la aplicación de métodos de vulnerabilidad sísmica en las construcciones de edificaciones peruanas, cuyos resultados serán beneficiosos al aplicar el nuevo conocimiento de un método sismorresistente en el Perú, ya que se estaría demostrando que este método obtiene resultados similares a los modelados por softwares.

Justificación Metodológica

La aplicación del método de Hirosawa destaca entre otros métodos de vulnerabilidad sísmica ya que este se asemeja mejor el resultado para saber la sismo resistencia de la edificación, y una vez que sean demostrados su validez y

confiabilidad podrán ser utilizados en distintos diseños estructurales de edificaciones en el Perú.

Objetivo General

Determinar si el edificio municipal de San Miguel es vulnerable sísmicamente utilizando el método de Masaya Hirosawa

Objetivos Específicos

Determinar como el componente físico de la estructura influye en el uso del método de Misaya Hirosawa para hallar la vulnerabilidad del edificio.

Determinar si los factores de riesgos influyen en la determinación de la vulnerabilidad sísmica usando el Método de Misaya Hirosawa.

Determinar de qué manera el comportamiento de la estructura influirá en el uso del Método de Misaya Hirosawa para obtener la vulnerabilidad del edificio.

Hipótesis General

El Método de Masaya Hirosawa influyó en una gran magnitud a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio municipal del San Miguel.

Hipótesis Específicas

El componente físico de la estructura influye en la resistencia de la edificación y en el buen diseño para la seguridad sísmica de la edificación.

Los factores de riesgo si influyen en la determinación de la vulnerabilidad sísmica de la estructura.

El comportamiento de la estructura mientras el resultado sea más alto en el uso del Método de Misaya Hirosawa se obtendrá un mayor grado de vulnerabilidad sísmica.

II. MARCO TEÓRICO

Tacas, (2018), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado ***“Vulnerabilidad Sísmica del Puente Primavera”***, de la Universidad Nacional de Ingeniería, el **objetivo general** es utilizar el índice de vulnerabilidad y los puntos de rendimiento de la estructura en diferentes escenarios de terremotos para determinar la vulnerabilidad sísmica de Puente Primavera. Fue un estudio de **tipo** aplicativo, la **población** fueron los puentes de Lima, y en la **muestra** se aplicó al Puente Primavera, cuya metodología fue espectro de capacidad, se **desarrolló** un modelo numérico en el que se utilizó el software SAP2000 como **instrumento**, y la curva de capacidad de carga de la estructura se determinó mediante análisis estático no lineal. A partir de esta investigación, se **concluyó** que el daño de la estructura está relacionado con la influencia de la tensión. El punto de rendimiento calculado utilizando el daño esperado en el puente Primavera.

Baldeon, (2017), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado ***“Evaluación de vulnerabilidad sísmica y autoconstrucción de viviendas de la urbanización Carabayllo de Comas, 2016”***, de la Universidad Cesar Vallejo, El **objetivo general** era describir cómo la evaluación de la vulnerabilidad a los terremotos hará un diagnóstico del estado actual de autoconstrucción de apartamentos en la urbanización Carabayllo de Comas. Fue un estudio del **tipo** cuantitativo aplicado, no experimental, cuya **población** era la urbanización de Carabayllo y la **muestra** incluía 30 apartamentos. Las herramientas **(instrumentos)** utilizadas fueron una hoja de recolección de datos, una lista de verificación, fotos, planes de lotería e imágenes de Google, el análisis del suelo, los resultados del laboratorio de esclerómetro y el modelado estructural en el software ETABS y el **resultado** principal fue que ocurren grietas con efectos torsionales con un comportamiento moderadamente dinámico del suelo, lo que llevó a la conclusión de que el 100% son casas de construcción propia. De las 30 casas examinadas, los procesos de construcción son de calidad media, 5 tienen una resistencia estructural baja y un desplazamiento vertical de D / h_e máximo = 0.000444.

García y Rumiche, (2019), en su tesis para optar el Título de Ingeniería Civil titulado ***“Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Mochumi y líneas vitales aplicando índices de vulnerabilidad Benedetti – Petrini”***, de la Universidad

Nacional Pedro Ruiz Gallo, tuvo como **objetivo general** plasmar el análisis de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Mochumi, clasificándolo de acuerdo con los rangos de vulnerabilidad alta, media o baja. Fue un estudio de **tipo** Analítico – No experimental – Cuantitativo, cuya **población** fue la ciudad de Mochumi, los **instrumentos** utilizados fueron el método de Benedeti y Pretini y el software ETABS, lo cual en esta investigación el principal **resultado** fue saber en qué grado de vulnerabilidad sísmica se encontró la ciudad de Mochumi, y se **concluyó** la información de los posibles escenarios de vulnerabilidad y daños de la ciudad de Mochumi, la cual esta información proporciona un enfoque general de la situación actual de las edificaciones, quedando esta investigación como base para futuros planes de mitigación de la ciudad de Mochumi.

Quiroz Peche, L. y Vidal Abelino, L. (2015) en su tesis para obtener el grado de Ingenieros civiles titulada *“Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas a Porticados y de Albañilería Confinada en el Sector de la Esperanza Parte Baja – Trujillo. 2014”*, de la Universidad Privada Antenor Orrego. Su **objetivo** de investigación es evaluar la vulnerabilidad sísmica estructural de los edificios compuestos de sistemas contribuyentes y mampostería confinada en el área de La Esperanza. Debido a la existencia de la mayoría de los edificios, la vulnerabilidad sísmica es incierta. No han sido diseñados de acuerdo con las especificaciones actuales Y no hay control necesario en la construcción. Este es un estudio de **tipo** científico inductivo. La **población** de estudio son edificios en el área de La Esperanza, la **muestra** son 321 edificios en el área de La Esperanza. Para el diseño de la herramienta **(instrumento)** de evaluación de edificios, el modelo típico se probó estructuralmente utilizando datos de edificios tradicionales, con el propósito de hacer que el desplazamiento del análisis estático no lineal 11 sea compatible con el desplazamiento del análisis de espectro, a fin de determinar el grado de vulnerabilidad basado en el análisis de características. El desplazamiento que causó el colapso previo, en la primera etapa, el área del edificio, el número de columnas y la densidad de la pared se utilizaron como variables. Se realizó una encuesta. El procesamiento de datos se llevó a cabo desde la década de 1970 hasta 2014, y se obtuvieron los elementos estructurales, las propiedades del material y las condiciones de construcción pasadas y actuales. Del mismo modo,

se analizó la arquitectura de edificios de hormigón representativos, y se realizaron las investigaciones correspondientes para obtener datos promedio sobre la densidad de la pared, el área del terreno y el número de columnas, y finalmente se generó un modelo típico de construcción para adaptarse a la situación actual en el área. Por lo tanto, a través de este análisis, se inició la prueba de edificios perforados y estructuras cerradas de mampostería. El principal **resultado** obtenido fue que el 75.4% de los edificios tenían un alto grado de vulnerabilidad sísmica. La **conclusión** de esta encuesta es que después de analizar la vulnerabilidad sísmica de los edificios, la mayoría de estas construcciones muestran un alto grado de vulnerabilidad.

Hernández, (2016), en su investigación para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Aplicada (Estructuras) titulada **“Vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana”**, de la Universidad Veracruzana, El **objetivo** principal es determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de los edificios seleccionados en la Universidad de Veracruzana Mocambo para garantizar la continuidad de los servicios básicos, minimizar el daño a la propiedad, minimizar el riesgo de colapso, evitar la pérdida de vidas y alcanzar un cierto nivel. Seguridad sísmica según el método de análisis utilizado., cuyo **tipo estudio** fue Analítica – Experimental - Cuantitativa y Cualitativa, cuya **población** fueron los edificios del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana y la **muestra** fueron 2 facultades de la Universidad Veracruzana, los **instrumentos** empleados fueron los datos experimentales en el que se usaron 2 sismómetros de banda ancha Mca. Guralp System 6TD 8Gb flash 30 sec – 100 Hz 2 x 1200 VMS, modelo No: CMG-T60-0006 y CMG -6TD-0001, Serial No: T6DD37/C1575 y T6618/B090, los cuales se colocaron en el terreno natural y en el edificio respectivamente. Los **resultados** obtenidos del hecho de que el análisis numérico que aplica el modelo es muy similar al análisis numérico obtenido en el método experimental, el método permite obtener los parámetros necesarios para aplicar el método de cálculo de vulnerabilidad sísmica. Se **concluyó** que los modelos estructurales presentados en su investigación son los más cercanos a las estructuras reales, ya que sus períodos obtenidos por métodos analíticos y experimentales son muy similares, lo que garantiza un margen de error mínimo en el modelado de estas estructuras y la obtención de parámetros necesarios para la aplicación del método en el cálculo de

la vulnerabilidad sísmica, por otro lado, en los modelos estudiados, se consideró que todos los muros aparentemente están vinculados a la estructura, ya que al modelarlos junto con los marcos, los períodos eran obtenidos Similar a los obtenidos a través de pruebas de vibración ambiental, la conclusión de este proyecto de investigación fue que durante el proceso de construcción no se consideró que se separara de estos muros, estos errores pueden causar daños graves a la estructura cuando se somete a la acción de un terremoto. , presentando en algunos casos el fenómeno de la columna corta.

Becerra & Nieves, (2015) en su tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil titulado “***Determinación de la vulnerabilidad en las Casas Coloniales ubicadas en el barrio de San Diego de la ciudad de Cartagena***”, de la Universidad de Cartagena, su **objetivo** fue determinar la vulnerabilidad estructural cualitativa de los edificios de tipología colonial en el barrio de San Diego, en el centro histórico de la ciudad de Cartagena, aplicando el método del índice de vulnerabilidad, para generar recomendaciones que permitan contribuir a la mejora de estas estructuras de gran importancia histórica y cultural para la ciudad de Cartagena. El **tipo** de estudio fue descriptiva - No experimental – Cualitativa lo cual en cuya **muestra** se plantea 6 Etapas que permitieron una ejecución adecuada y eficiente, los **instrumentos** que se emplearon fue la recolección de datos, planos del edificio, softwares como Excel, word y visita in situ. Los **resultados** fueron que las posibles fallas se determinaron en términos de la vulnerabilidad estructural del vecindario de San Diego, analizando los parámetros que se propusieron, como la influencia del tipo de material y cómo se constituye la mampostería. Se **concluyó** que el estado patológico juega un papel importante al realizar un análisis de vulnerabilidad, por esta razón al caracterizar y ubicar en detalle las enfermedades que afectan al edificio, como la presencia de humedad, eflorescencia, grietas, corrosión, picaduras y fugas se establece un índice que determina el estado de conservación de la estructura. Asimismo, aseguran que el método de vulnerabilidad cualitativa utilizado para el análisis del barrio de San Diego permitió un estudio preliminar de cierta parte del centro histórico de la ciudad de Cartagena, a través de dicho estudio se encontró que dicho barrio presenta un índice de vulnerabilidad de 40.33%, por lo que se caracteriza por una alta vulnerabilidad, es decir, superior al 35%, que es el límite que expone el método, y del resultado se puede concluir que es necesario

utilizar un análisis cuantitativo para determinar con mayor precisión cuán susceptibles son estos edificios.

Cara (2016), en su tesis para obtener el grado de Master en Ingeniería Civil titulada ***“Seismic risk assessment at Emergency Limit Condition of urban neighbourhoods: application to the Eixample District of Barcelona”*** de la Escola de Camins UPC Barcelonatech, cuyo estudio tiene el **objetivo principal** de implementar un modelo para evaluar el riesgo sísmico en la escala urbana, cuyo **Tipo** de estudio fue Cuantitativa, descriptiva, Experimental; para tener una visión general de los resultados del análisis a escala urbana, esta investigación considera el uso de software SIG (Sistemas de Información Geográfica). La **población** fue el distrito de Barcelona, y el **instrumento** que se empleó fue el uso de software SIG, Los **resultados** fueron que se pudo crear mapas de riesgo del distrito utilizando el software; en el cual se **concluyó** que esta herramienta permite un almacenamiento, análisis y manipulación efectivos de la información de entrada y brinda la posibilidad de crear mapas de riesgo y el desempeño de la respuesta urbana en diferentes escenarios. Estos mapas de escenarios georreferenciados son útiles para detectar y resaltar puntos débiles en una configuración urbana compleja a fin de planificar estrategias apropiadas para mejorar la resiliencia de las ciudades. Luego, la metodología propuesta podría considerarse en futuros trabajos que aborden nuevos desafíos en el campo de la evaluación del riesgo sísmico y la resiliencia en los centros urbanos.

Shakya (2016), en su tesis para obtener el grado de Doctor de filosofía en Ingeniería Civil, titulado ***“Seismic Vulnerability Assessment of Slender Masonry Structures”***, de la Universidade de Aveiro de Engenharia Civil, cuyo **objetivo** fue evaluar el riesgo sísmico de estructuras esbeltas de mampostería, la metodología que se aplicó en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de templos de pagodas en Nepal que tienen procedimientos de construcción simples y detalles de construcción deficientes con respecto a los requisitos de resistencia sísmica, en el cual el trabajo se estructuró en 3 partes principales, la primera de debilidades estructurales específicas, así como de un importante sitio del patrimonio Unesco que son los templos de la pagoda en Nepal que afectan su desempeño sísmico y sus propiedades dinámicas, la segunda parte presenta el modo simplificado

propuesto para evaluar la vulnerabilidad sísmica de esbeltas estructuras de mampostería, finalmente la metodológica propuesta en este trabajo se aplica en el estudio de los templos. Como **resultados** fueron que las soluciones de retro adaptación pueden ayudar a reducir los niveles de daño físico y económico. Se **concluyó** al final que la evaluación de la eficiencia de las soluciones mejora del rendimiento sísmico compatibles con el Valor cultural.

Prodip, Sarkar (2015), en su tesis para obtener el grado de master de Ingeniería estructural, titulado *“Seismic vulnerability assessment of Existing concrete building”*, del Indian Institute of Engineering Science and Technology, Shibpur, el **objetivo** del presente estudio se ocupa de la evaluación de confiabilidad del edificio de concreto existente bajo la amenaza de probable carga sísmica en el marco de la simulación de Monte Carlo (MCS). La amenaza se representa a través de la curva de fragilidad que muestra la probabilidad de falla en diferente nivel de intensidad sísmica. El **tipo** de estudio fue aplicado y estadística. La derivación de la fragilidad del edificio que se tomó como **muestra** se basa en la ingeniería sísmica en la cual el rendimiento no lineal utilizando teoría de campo aleatorio y estadística simulación. La respuesta de construcción máxima del análisis de historia de tiempo no lineal se ha utilizado como sísmica variable de rendimiento en este estudio. Se utilizó como **instrumento** el uso de MCS para la experimentación probabilística ser más fácil y realista en comparación con el enfoque analítico basado, ya que no requiere ninguna suposición sobre la forma de la superficie de falla. Sin embargo, el enfoque necesita una gran cantidad de réplicas de análisis dinámico no lineal para obtener una confianza aceptable en las probabilidades de fallas de estructuras. Es computacionalmente muy difícil realizar grandes cantidades de datos no lineales. Los **resultados** de la aplicación del método de superficie de respuesta (RSM), una aproximación de lo explícito se encuentra que la función de rendimiento obtenida a través de análisis estructurales complejos es potencial como una alternativa del análisis repetitivo de historial de tiempo no lineal. El uso de RSM en relación con el MCS puede simplificar el proceso. Las ecuaciones de superficie de respuesta para predecir la deriva máxima son generados y utilizados en el MCS. Dos tipos de técnica de muestreo, a saber, Diseño Saturado (SD) y Central Composite Design (CCD) se han utilizado para la generación de RSM. Los coeficientes de los RSM han sido evaluados por medio del Método de Regresiones

de Mínimo Cuadrado (LSM). **En conclusión**, se observó que el modelo CCD basado en LSM es una aproximación efectiva, pero necesita más información de respuesta estructural que conduce a un análisis historial de tiempo más comparado con SD basado en LSM. Por lo tanto, para hacer un RSM eficiente que requiera un menor número de ejecuciones FE es muy muy deseable para grandes estructuras complejas. Se concluye que usar un método de regresión eficiente, a saber, Mover Least Square (MLSM) ha sido adoptado en este estudio y resultó ser más efectivo con menos puntos de muestreo.

El artículo titulado **“Vulnerabilidad sísmica del componente organizativo y funcional de grandes hospitales”** presentado por **Morales y Sato**, publicado en la Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública en 2015, cuyo **objetivo** es determinar el nivel de vulnerabilidad de los servicios hospitalarios críticos en sus aspectos estructurales, no estructurales y organizacionales funcionales ante el terremoto de 100 años con una magnitud probable de ocho grados en la escala Richter. El **tipo** de estudio realizado fue Aplicada, descriptiva. Como **población** se tomaron los Hospitales y como **muestra** el trabajo se centró en el análisis de los servicios hospitalarios esenciales para la atención de las víctimas después de la ocurrencia del desastre, áreas críticas: emergencia, centro quirúrgico, unidad de cuidados intensivos, laboratorio y radiodiagnóstico de emergencias, neonatología, banco de sangre, casa de la fuerza y servicios generales críticos, suministros críticos, Comando y Comunicaciones, y áreas de expansión para la atención de víctimas de desastres. Y el **instrumento** utilizado fueron los planos, visita in situ, y fotografías del edificio, como una evaluación descriptiva. Como **resultado**, se analizaron los componentes estructurales, no estructurales, las líneas de vida y el componente funcional de la organización en cada uno de ellos; equipos de profesionales y expertos participaron con el apoyo de graduados de ingeniería y arquitectura. Se **concluyó** que los métodos utilizados para encontrar la vulnerabilidad sísmica en los hospitales son de suma importancia ya que estas estructuras son las principales que deben quedar en pie después de un desastre sísmico en la ciudad.

El artículo titulado **“Simplified indexes for the seismic vulnerability of ancient masonry buildings”**, presentado por **Laurenco y Roque**, publicado en

Construction and Building Materials en 2016, lo cual este documento presenta una contribución para la evaluación de edificios históricos de mampostería bajo carga sísmica. Este artículo tuvo como **objetivo** analizar tres índices de seguridad simplificados diferentes (relación de área en el plan, relación de área en plan, relación de área a peso y relación de cizallamiento base), teniendo en cuenta una gran **muestra** de 58 iglesias portuguesas. La **muestra** de edificios se ha organizado según la zonificación sísmica, de alta a baja sismicidad. Se **concluyó** que se puede obtener información valiosa a partir de métodos simplificados, con respecto a realizar una primera evaluación y priorizar investigaciones adicionales y más profundas. Se hace una nueva propuesta con respecto al uso combinado de dos de los índices.

El artículo titulado ***“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio Municipal de la ciudad de Machal***, publicado en el I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología UTMACH en 2015, El **objetivo** principal de este trabajo es evaluar la vulnerabilidad sísmica del Edificio del Palacio Municipal, ubicado en el área urbana de la ciudad de Machala. Este edificio está clasificado como un edificio esencial según NEC-11. Este estudio fue de **tipo** analítico. En los **resultados**, se realizó una evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante la aplicación de métodos analíticos, basados en el análisis no lineal de estructuras, como el análisis de la historia del tiempo (no lineal) y el análisis estático no lineal (Push-over). Para este propósito, se utilizó el programa SAP2000 V-15. Se **concluyó** que debe enfatizarse que la aplicación de métodos analíticos permite el desarrollo de estudios de vulnerabilidad sísmica a un nivel detallado. Si bien este nivel de evaluación busca el diagnóstico más confiable posible del desempeño sísmico de los edificios, requiere la aplicación de recursos y tiempo significativos.

Vulnerabilidad Sísmica

“A partir de experiencias pasadas con terremotos, se ha observado que ciertas estructuras, dentro de la misma topología estructural, experimentan daños más graves que otras, a pesar de estar ubicadas en la misma área. Si el grado de daño sufrido por una estructura causada por un terremoto de ciertas características se

denomina vulnerabilidad, los edificios pueden clasificarse como más vulnerables o menos vulnerables a un evento sísmico.” ¹(Barbat, Oller y Vielma, 2005, p4).

Con los distintos sismos ocurridos en el mundo, se ha llegado a la conclusión de que no todas las estructuras llegan a dañarse tan severamente como otras, siendo esto un tema de estudio importante ya que se determinó que las distintas características del terreno y la ubicación de la estructura influye en que tan vulnerable puede ser esta ante un sismo.

“La vulnerabilidad se refiere al grado en que un evento catastrófico puede conducir a la pérdida de un elemento o grupo de elementos en riesgo, expresado como un nivel de 0 o ningún daño a 1 o pérdida total” ²(Barbat, Oller y Vielma, 2005, p5).

“Corresponde al nivel de pérdida de uno o varios elementos sometidos al riesgo de un sismo de una intensidad o magnitud dadas. Es usual expresar la vulnerabilidad en porcentaje de daños o de pérdidas económicas. También se expresa en grados de escalas que parten de cero, que significa no daño, hasta diez que significaría pérdida o daño total” ³(Sarria, 1990, p294).

Según el autor, el significado de Vulnerabilidad sísmica en ambos párrafos es la pérdida o daño total de la estructura, expresado de manera numérica.

Obviamente, para el desarrollo de la investigación de vulnerabilidad sísmica a gran escala, no se pueden usar métodos analíticos. Con el fin de seleccionar correctamente el método de investigación de vulnerabilidad sísmica cualitativa aplicable, se analizaron las ventajas y desventajas de cada método cualitativo propuesto en el trabajo previo de investigación de vulnerabilidad sísmica. Los parámetros básicos para hacer esta elección son: el tipo de información requerida se puede desarrollar, es fácil de aplicar en una ciudad con una variedad de tipos estructurales como Lima.

A continuación, se analizan cada una de las metodologías cualitativas:

¹ (BARBAT, y otros, 2005 pág. 4)

² (BARBAT, y otros, 2005 pág. 5)

³ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 294)

Método Del Atc – 14

El método se basa en la identificación de puntos débiles de edificios, que se determinan en base a observaciones de daños a edificios similares que ocurrieron en eventos sísmicos anteriores. Limitaciones: Inicialmente, identifique los edificios que representan una amenaza para la vida humana. Es decir, aquellos edificios clasificados como edificios básicos deben continuar funcionando normalmente durante y después del terremoto.

“Evaluar el esfuerzo cortante de actuación, el desplazamiento relativo en la capa intermedia y algunas características especiales del edificio. Para paredes estructurales, se debe verificar el esfuerzo cortante” ⁴(Llanos y Vidal, 2003, p35)

Estos dos aspectos hacen que el método sea costoso porque se necesitan herramientas básicas de ingeniería para obtener e interpretar correctamente los datos, lo que limita la recopilación a manos de profesionales. Además, este no es un método para evaluar la vulnerabilidad a gran escala, porque las estructuras que formarán parte de la evaluación se clasifican primero y luego se realiza el análisis correspondiente. Vale la pena mencionar que este método no tiene en cuenta el daño causado por uno o más terremotos, por lo que es imposible predecir cuánto se verá afectado por cierto movimiento.

Método NAVFAC

Es adecuado para cualquier tipo de estructura, ya que puede estimar el posible daño comparando la capacidad de la estructura determinada por el coeficiente de corte básico C_b , el desplazamiento superior de la estructura k_n y el período básico T , que satisface las necesidades del sitio web.

Su principal problema es que no tiene en cuenta la falla prematura del elemento más débil. "Este es un método derrochador porque implica cálculos matemáticos y conceptos de ingeniería que no todos tienen, por lo que requiere mano de obra calificada en el momento de la recolección".⁵(Cardona, 1990, p37). Además, el análisis de vulnerabilidad para cada estructura conlleva un tiempo considerable, a causa de los cálculos indirectos que se deben realizar.

⁴ (CARMONA, 1990 pág. 35)

⁵ (CARMONA, 1990 pág. 37)

Métodos Japoneses

“Evaluar el riesgo de la estructura, la forma y los elementos no estructurales del edificio”. ⁶(OPS, 2004, p48).

El último aspecto es importante porque la mayoría de los métodos solo consideran los componentes del sistema sísmico e ignoran la importancia de los elementos no estructurales (como paredes, equipos eléctricos, sanitarios, etc.). Su importancia es que una de las principales causas de muerte en un evento de terremoto se debe a la separación de estos componentes, aunque suena contradictorio, muchas veces, aunque es contradictorio, no daña componentes estructurales considerables.

Solo es aplicable a edificios de hormigón armado de baja y media altura construidos utilizando métodos convencionales. Este método requiere criterios especiales para juzgar que la estructura debe ser evaluada para cumplir con ciertos parámetros de la misma.

Método Venezolano

“Los pasos de este método evalúan respectivamente la incisión y calculan el índice sísmico a través de la ecuación, donde el cociente entre la resistencia al corte de la capa intermedia y el corte sísmico (E), el índice de condiciones irregulares de la planta y la altitud (D) cuando la condición de tiempo se deteriora (D) Y otros indicadores.” ⁷(Jaramillo y Trujillo, 1999, p55)

Adecuado para construcción de hormigón o mampostería de baja resistencia. Si no hay un plan, se investigarán las dimensiones generales del edificio y la estructura, y todos los elementos de la especificación estarán sujetos a fuerzas laterales. Realice una inspección detallada del edificio, inspeccione cuidadosamente el sistema estructural, posibles deformaciones de losas y vigas, grietas, deterioro de materiales estructurales, conexiones y soportes entre componentes. Debido a su alto nivel de detalle en la adquisición y procesamiento de información, este método no es muy práctico para estudiar la vulnerabilidad de los edificios de gran capacidad.

⁶ (OMS, 1999 pág. 48)

⁷ (Memorias de clase de Mestría en Ingeniería Civil, 2006 pág. 55)

Método FEMA-273

Puede ser utilizado para llevar a cabo la evaluación y diagnóstico sísmico de cualquier edificación existente.

“La implementación de este método se basa en el comportamiento no lineal de la respuesta estructural y examina cada elemento estructural para verificar la interacción aceptable del desplazamiento esperado y la fuerza interna en el elemento estructural.” ⁸(Palomino,1999, p117).

El propósito de la evaluación mediante este método es encontrar defectos estructurales que determinen los puntos débiles o débiles de la estructura para proporcionar recomendaciones para el refuerzo, lo que significa una comprensión integral de la cantidad de flexión, corte y distribución del refuerzo, Planee usar la vista explosionada para esto. Esto significa que, si no se conoce, se deben utilizar métodos costosos para determinar el grado de refuerzo de un elemento, aumentando así el precio de la investigación. Carece de la función de escapatoria y no puede correlacionar continuamente el daño sufrido por la estructura en el terremoto.

Método Del I.S.T.C.

La tabla de recopilación de datos utilizada por este método es muy similar a la tabla de recopilación de datos utilizada por el método del "Índice de vulnerabilidad", en el que se consideran 7 elementos de vulnerabilidad, y estos elementos de vulnerabilidad consideran respectivamente los efectos geométricos y geométricos de los edificios afectados por sus respectivos pesos La importancia de las características estructurales. También utiliza funciones de escapatoria, la diferencia es que estas funciones no pueden usarse para estimar el daño a la estructura, sino solo para clasificar la estructura dentro de una escapatoria específica.

“Este método determina la vulnerabilidad de un grupo de edificios cuya estructura está soportada por muros de mampostería con características similares, y la resistencia del edificio se evalúa mediante los parámetros I1 e I2, que son dos posibles en el muro. Camino de destrucción. Use estos indicadores para calcular

⁸ (PALOMINO, 1999 pág. 117)

l3, que se usa para determinar los otros dos indicadores juntos.”⁹(**Bernardini y Modena, 1992, p338**)

Su uso se limita a estructuras soportadas por muros de mampostería y tiene un tipo similar de construcción, es decir, mampostería reforzada de hasta 2 a 3 pisos de altura, adyacente al edificio o grupo de edificios.

Método De La AIS:

“Establece claramente que la vulnerabilidad depende de varios aspectos del edificio, a saber, la geometría, la construcción y la estructura de la estructura.”

¹⁰(**Llanos, 2001, p45**)

El lenguaje es muy claro, sin palabras vagas o muy profesionales, lo que lo hace muy efectivo para la autoconstrucción o estructuras que no requieren supervisión del personal técnico. Las casas autoconstruidas son una práctica muy común en Perú, y esta es la cantidad de casas que se han construido en el país, por lo que documentos como estos fomentan la calidad de la construcción y el rendimiento estructural sin aumentar excesivamente el costo de la construcción de casas. casa. Esta metodología no vincula el daño sufrido por la estructura con la laguna en sí. Solo indica el grado de vulnerabilidad en el rango de bajo a alto.

Método Del Índice De Vulnerabilidad

Este método puede calcular rápida y fácilmente la vulnerabilidad sísmica de los edificios de mampostería. Este método se ha utilizado desde 1982, cuando se modificó muchas veces para facilitar la recopilación de tareas y para describir mejor la situación de daños cuando ocurrió el terremoto. La descripción de cada parámetro y sus calificaciones respectivas deben describirse de tal manera que una persona con conocimientos básicos del tema pueda completar objetivamente el formulario.

“La función de vulnerabilidad que utiliza vincula la destrucción esperada del edificio con su propia vulnerabilidad sísmica.”¹¹(**Barbat, Oller y Vielma, 2005, p12**).

⁹ (BERNARDINI, y otros, 1992 pág. 338)

¹⁰ (LLANOS, 2003 pág. 45)

¹¹ (BARBAT, y otros, 2005 pág. 12)

Esto es muy importante para la primera aproximación de la cuantificación de las pérdidas económicas directas. Llevar a cabo dicha investigación puede mostrar cuánta pérdida económica se puede causar antes de que ocurra un terremoto, a fin de proporcionar los servicios de toma de decisiones correspondientes para los líderes de la ciudad. Dado que este método se propone básicamente para edificios europeos compuestos por muros de piedra en algunos casos, y considerando que el control de calidad de los edificios es superior al Perú, es necesario realizar ciertas modificaciones a este método sin causar consecuencias. . Los 11 parámetros siguen siendo esencialmente los mismos, pero deben ajustarse a las formas y materiales de construcción locales, modificar sus respectivos pesos y adaptarlos a los requisitos de la norma.

Peligro sísmico

“El peligro sísmico, corresponde a cualquier, efecto derivado de la ocurrencia de un sismo que puede causar condiciones adversas para el desarrollo de las actividades del hombre. En el peligro sísmico pueden estar contemplados los sacudimientos del suelo, la ocurrencia del fenómeno de licuación de suelos granulares, deslizamientos y hundimientos similares” ¹²(Sarría, 1990, p294).

El peligro de terremoto indica la posibilidad de un movimiento de terremoto con una fuerza igual o mayor que un valor fijo en un lugar determinado dentro de un cierto período de tiempo.

Riesgo sísmico

“El riesgo sísmico, corresponde a la probabilidad de que las consecuencias económicas o sociales derivadas de la ocurrencia de un sismo, iguallen o excedan un valor prefijado en un sitio, área o región, durante un tiempo de exposición seleccionado. De acuerdo con la definición, la conclusión es que puede haber riesgo sobre una construcción que no está ocupada por el hombre. Para que haya riesgo debe existir la intervención del hombre en alguna forma, pero no se requiere su presencia” ¹³(Sarría, 1990, p294).

El riesgo de terremoto es la consecuencia social y económica potencial de un terremoto, debido a la falla de un edificio cuya resistencia excede la capacidad

¹² (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 294)

¹³ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 294)

sísmica. Por lo tanto, se puede ver que el riesgo de terremoto depende directamente del peligro y la vulnerabilidad. Es decir, los elementos del área con un cierto riesgo de terremoto pueden verse más o menos afectados, dependiendo del grado de vulnerabilidad sísmica que tengan, causando así un cierto grado de riesgo de terremoto en el sitio. Los terremotos son fenómenos naturales que continúan causando daños personales y materiales extensos. La razón principal de estas enormes pérdidas es el rendimiento sísmico insuficiente de la estructura.

En general, las lecciones dejadas por el movimiento sísmico muestran que en países / regiones con un diseño sísmico bien diseñado y regulaciones estrictas, los edificios están estrictamente regulados y el terremoto de diseño representa el verdadero peligro sísmico del terremoto. En comparación con las áreas donde esto no ha sucedido, el daño a la infraestructura en esta área es mínimo.

El concepto de vulnerabilidad a terremotos es esencial en el estudio del riesgo y la mitigación de terremotos. La aplicación de la investigación de vulnerabilidad sísmica en entornos urbanos debe considerar aspectos tanto estructurales como funcionales, operativos y urbanos para proporcionar información útil para la prevención de desastres, la planificación y la planificación espacial. En este sentido, son puntos de partida importantes para las decisiones relacionadas con la reparación o demolición de edificios peligrosos, la ubicación de hospitales y estaciones de ayuda en áreas específicas, el diseño de rutas de evacuación alternativas y la adquisición rápida de materiales de ayuda. El área más vulnerable.

Sismo, Ingeniería Sísmica, Fundamentos de la sismología

“El terremoto se define como el movimiento de la corteza terrestre o la vibración del suelo, que es causada por la liberación repentina de la deformación mecánica acumulada dentro de un volumen limitado de energía mecánica emitida por la capa superior.” ¹⁴(Zelaya, 2011, p9).

El sismo o terremoto conocido también es el desplazamiento de la tierra, ocasionado por la energía emitida de los mantos superiores de la tierra, en un desprendimiento de energía liberada de la tierra.

¹⁴ (ZELAYA JARA, 2011 pág. 9)

“Las causas de los sismos son; la actividad volcánica y el diastrofismo. [...] se pensaba por mucho tiempo que la causa principal de los terremotos eran las erupciones volcánicas. Es cierto que se generan fuertes terremotos durante la actividad volcánica, pero estos terremotos son locales y no tan fuertes como los de origen diastólico. Extensas encuestas realizadas en el mundo han demostrado que el terremoto más fuerte que sacudió la litosfera se debe a un desastre. Cuando ocurre una falla, o cuando los bloques se deslizan a lo largo del plano de falla, pueden causar vibraciones en la corteza terrestre. Tales terremotos se llaman tectónica” ¹⁵(Zelaya, 2011, p10).

Según las últimas investigaciones la ocasión principal del origen de los sismos son en las conocidas fallas de la corteza terrestre y en los choques tectónicos ocurridos en la litosfera ocurrido por el movimiento de la corteza terrestre.

“Los tipos de daño por terremoto se pueden dividir en tres: el daño de la fuerza sísmica en los edificios; el daño del daño por terremoto en los edificios. Daño estructural causado por la deformación del suelo; daño estructural causado por otros fenómenos naturales.” ¹⁶(Zelaya, 2011, p12-13).

“La ingeniería sísmica es una combinación de una serie de conceptos. Después de una consideración exhaustiva, estos conceptos pueden diseñarse para resistir los fuertes terremotos que pueden ocurrir localmente en el futuro. [...] La ingeniería sísmica es algo nuevo cuya estructura y época pueden haber comenzado a fines de la década de 1960. Los fundamentos sísmicos y mecánicos de estos materiales están desactualizados, pero para adaptarlos a los problemas sísmicos en la ingeniería civil se requieren nuevas opciones y mejoras, o en ocasiones cambios en los viejos conceptos.” ¹⁷(Sarria, 1990, p18).

“Una de las características más aterradoras de los terremotos fuertes es su ocurrencia repentina y su larga duración de tiempo. [...] En la actualidad, la importancia del comportamiento inelástico de los edificios es obvia: esta

¹⁵ (ZELAYA JARA, 2011 pág. 10)

¹⁶ (ZELAYA JARA, 2011 págs. 12 - 13)

¹⁷ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 18)

característica representa la capacidad de supervivencia de los edificios frente a terremotos fuertes.”¹⁸(Sarría, 1990, p19).

Esto último indica las causas principales por las cuales se debe estudiar y difundir la ingeniería sísmica.

Origen del sismo

“La idea básica de la teoría de la tectónica de placas es que la capa más externa de la tierra sólida se llama litosfera (100 km) y se divide en varias placas rígidas que crecen a lo largo de una cadena estrecha, casi lineal, en el medio del océano; estas placas están en otra rígida Se transporta en una envoltura pobre (astenosfera) y se comprime o destruye en el límite de interacción de compresión, donde la corteza se comprime en montañas o trincheras.”¹⁹(Sauter, 1989, p41).

Cinturón de Fuego

La zona de fuego es una estructura de placas, el resultado directo del movimiento y la colisión de placas en la corteza terrestre. Se encuentra en la costa del Océano Pacífico y se caracteriza por la concentración de algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, lo que causó fuertes terremotos y actividad volcánica en el área que cubre. Se extiende por más de 40,000 kilómetros y tiene forma de herradura. Cuenta con 452 volcanes, concentrando más del 75% de los volcanes activos y no activos en el mundo. Alrededor del 90% de los terremotos del mundo y el 80% de los terremotos más grandes ocurren en todo el anillo de fuego. El Anillo de Fuego proviene de Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, México y otras costas del sur, cruza los Estados Unidos, dobla la altura de las Islas Aleutianas y luego desciende por la costa de Japón y China zona. A su vez, el Océano Pacífico tiene diferentes placas oceánicas, que constantemente rozan y acumulan tensión. En un momento dado, esta tensión se libera y se produce un terremoto.

¹⁸ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 19)

¹⁹ (SAUTER, 1989 pág. 41)

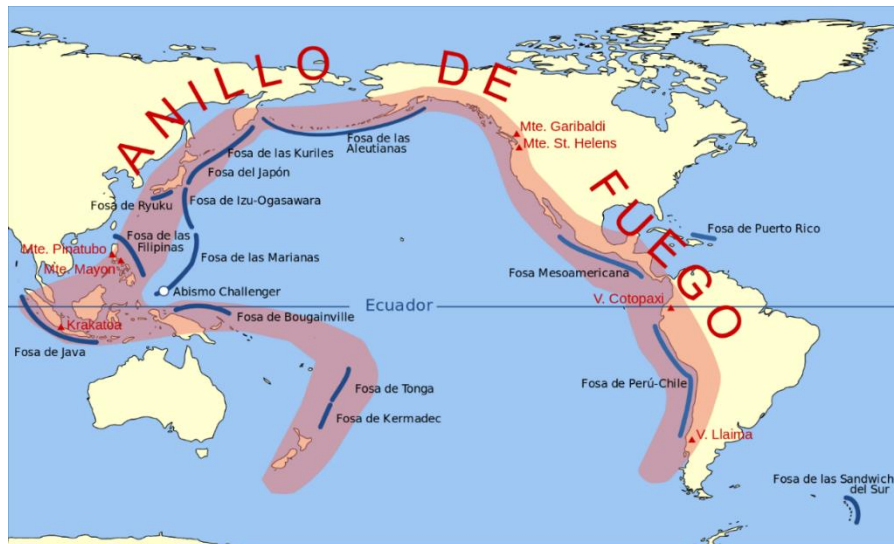


Figura 2. Mapa por donde pasa el conocido Anillo de Fuego del Pacífico

Foco y epicentro

“La liberación repentina de energía elástica acumulada constituye el origen de un terremoto o terremoto, y en este caso, se le asignaron dos conceptos. El punto focal es el área en el campo de estrés donde comienza la liberación de energía. El epicentro es la proyección del punto focal sobre la superficie de la tierra. A veces, el punto focal se llama epicentro o epifoco. La ubicación del punto focal se obtiene analizando el mapa sísmico, que registra cómo la onda de estrés permanece en el sismógrafo a medida que se mueve a través de la tierra.” ²⁰(Sarría, 1990, p133).

“ La noción del foco de un sismo no deja de ser algo subjetivo, en vista de que por precisas que sean las determinaciones que se puedan hacer con base en los registros logrados en las estaciones sismológicas, varias limitaciones no permitirán ubicar el inicio de la liberación de energía sin cierta dosis de incertidumbre; aspectos como la estructura cortical y la velocidad real de las ondas a lo largo de la ruta de viaje se combinan con las limitaciones de sincronización del reloj de diferentes estaciones y otros defectos mecánicos o eléctricos que pueden limitar la posición del foco debido a su epicentro.” ²¹(Sarría, 1990, p134).

Las vibraciones que determinan un terremoto se inician en un área limitada y se propagan desde ella en todas direcciones. Esta área central de iniciación bajo la superficie de la tierra se llama foco, hipocentro o área focal. La porción de la

²⁰ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 133)

²¹ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 134)

superficie terrestre situada directamente encima de ella, donde la sacudida es más intensa, se llama epicentro o área epicentral.

Ondas Sísmicas

“Cuando ocurre un terremoto, esta enorme energía se propaga desde su origen en forma de ondas tridimensionales en forma de ondas elásticas. Estas ondas pueden viajar a través del mismo sólido (masa terrestre) o a través de la superficie que separa dos objetos” ²²**(Zelaya, 2011, p23)**

Dando lugar a esto a las siguientes clasificaciones: Ondas de Cuerpo y Ondas Superficiales

Onda de Cuerpo

“También conocidas como ondas internas. Son las que se generan en el proceso de ruptura y viajan a través del interior del medio sólido” ²³**(Sarría, 1990, 87).**

Son las ondas que se propagan a través de la masa terrestre las cuales se definen en dos:

“Ondas primarias o P, también denominadas longitudinales, de compresión o irrotacionales. Son las primeras en llegar al punto de observación por ser las más veloces. Estas ondas de esfuerzos se generan por el movimiento de partículas hacia atrás y adelante, en dirección de la propagación de la onda. Su naturaleza es semejante a la del sonido, por lo que son capaces de viajar a través, tanto de rocas sólidas tales como montañas de granito, como de materiales líquidos, tales como magma volcánico o el agua de los océanos.” ²⁴**(Sarría, 1990, p87).**

“Las ondas primarias son las que hacen que las partículas vibren en dirección de propagación de las ondas, son más veloces” ²⁵**(Zelaya, 2011, p23)**

“Ondas secundarias o S Llamadas también transversales, ondas de corte (shear) o rotacionales. Son más lentas que las ondas P (por llegar en segundo lugar se les llama secundarias). Sus movimientos, que son transversales a la irradiación de la energía, sacuden la superficie del suelo de arriba abajo y es la principal responsable

²² (ZELAYA JARA, 2011 pág. 23)

²³ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 87)

²⁴ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 87)

²⁵ (ZELAYA JARA, 2011 pág. 23)

de daños estructurales. Si entre la llegada de las ondas P, y las ondas S, hay pocos segundos de diferencia, el foco es cercano. En cambio, si el origen es lejano, la onda P le saca más ventaja a la S y llegan separadas por decenas de segundos. Si el sismo en su totalidad dura un minuto o más, indica que es de gran magnitud, ha ocurrido a centenares de kilómetros del punto de observación y puede haber provocado un desastre. En este caso hay que prepararse para prestar asistencia humanitaria.” ²⁶(Sarría, 1990, p87).

“Las ondas secundarias o de corte son las partículas que vibran perpendicularmente a su dirección de propagación de las ondas.” ²⁷(Zelaya, 2011, p23)

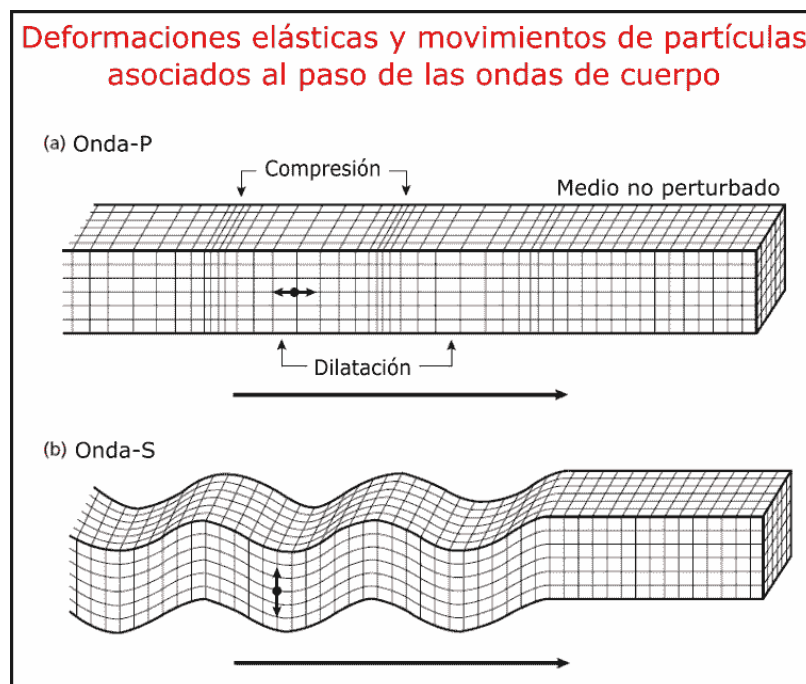


Figura 3. Ondas de cuerpo: Ondas de compresión, primarias, longitudinales, ondas, Ondas secundarias, transversales, Ondas S

Ondas Superficiales

“Ocurren cuando las ondas sísmicas P y S aparecen desde el punto focal a la superficie y luego se irradian desde la superficie nuevamente, cuando las ondas sísmicas P y S sacuden la capa superficial de la corteza.” ²⁸(Sarría, 1990, p95)

²⁶ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 87)

²⁷ (ZELAYA JARA, 2011 pág. 23)

²⁸ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 95)

En las cuales tenemos:

“Las Ondas Love crea un movimiento de corte horizontal en la superficie. La velocidad de la onda Love es el 90% de la velocidad de la onda S, que es ligeramente más alta que la velocidad de la onda Rayleigh. Vibran sobre la base de la estructura.” ²⁹(Sarría, 1990, p95)

“Las Ondas Love se transmiten a través del plano que separa dos volúmenes de características diferentes” ³⁰(Zelaya, 2011, p24)

“Las Ondas Rayleigh producen un movimiento elíptico retrógrado del suelo. Son ondas más lentas que las ondas internas y su velocidad de propagación es casi un 70% de la velocidad de las ondas S. Tanto las ondas L como R, al ser más lentas que las P y S, llegan al punto de observación retrasadas con respecto a ellas.” ³¹(Sarría, 1990, p95)

Las Ondas Rayleigh son de tipo vertical.

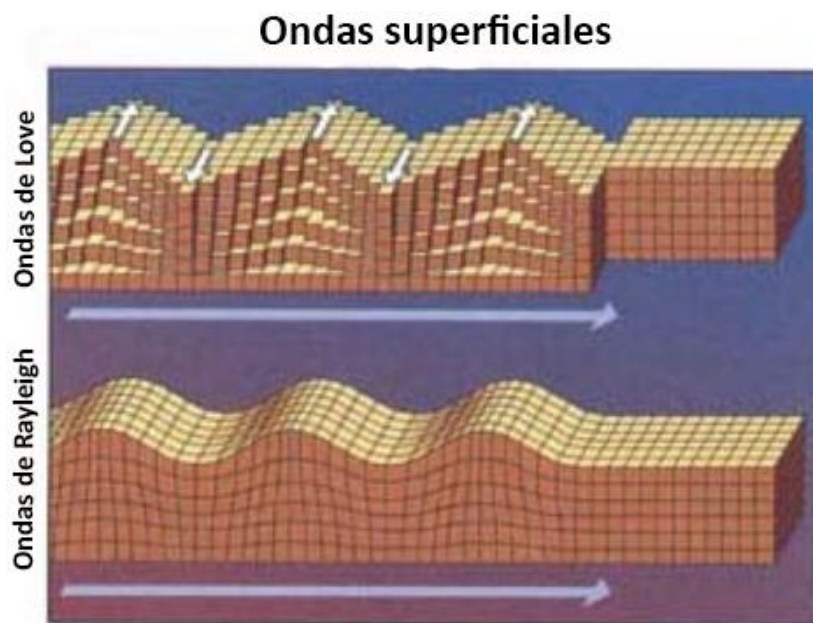


Figura 4. Ondas Superficiales: Ondas Love (S) y Ondas Rayleigh (R)

Magnitud de un Sismo

En 1935, el sismólogo del Instituto de Tecnología de California Charles Francis Richter introdujo el concepto de magnitud y lo definió como un método para medir

²⁹ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 95)

³⁰ (ZELAYA JARA, 2011 pág. 24)

³¹ (SARRIA MOLINA, 1990 pág. 95)

cuantitativamente su tamaño. Richter lo correlacionó indirectamente con la energía liberada durante el evento, independientemente de la ubicación de la observación. En teoría, no existe un límite superior matemático para la magnitud, pero está limitado por la resistencia a la fractura de roca y la longitud de la falla.

Componentes de la estructura

“Son los elementos básicos de todos los edificios, y su función es resistir y transferir su peso y fuerzas externas para equilibrarlos.” ³²(Gaspar, 2016, p51)

“Debe concebirse como un sistema o conjunto de partes y componentes que se combinan ordenadamente para cumplir una función dada” ³³(Morales, 2006, p8)

La estructura es el pilar de toda construcción ya que es la que funciona como el conductor y transmisor de las distintas cargas, y también de las distintas fuerzas recibidas, la cual logrará que todos los elementos estén en equilibrio y así pueda cumplir con la función dada.

Los componentes principales de la estructura a estudiar, son el concreto y el acero.

Concreto

El concreto es una mezcla esencialmente por cemento, agregados, agua y aditivos.

“Es un conglomerado de partículas de arena, confitillo u otros materiales inertes materiales inertes naturales o producto de la trituración, unidos entre sí por una mezcla de cemento agua” ³⁴(Gaspar, 2016, p69)



Figura 5. El estado del concreto al momento de combinar elementos

³² (GASPAR, 2007 pág. 51)

³³ (MORALES MORALES, 2006)

³⁴ (GASPAR, 2007 pág. 69)



Figura 6. Componentes del concreto

“El hormigón se considera generalmente como el material de construcción más importante en la arquitectura moderna, y sus muchas ventajas lo convierten en uno de los materiales de construcción más baratos y versátiles. Se utiliza en edificios, puentes, soportes, muros de contención y aceras.” ³⁵(Love, 2011, p7)

“Una estructura de concreto, común o reforzada es prácticamente inigualable entre los diversos sistemas de construcción moderna” ³⁶(Love, 2011, p7)

Cemento

Es un adhesivo que puede absorber rápidamente el agua de la atmósfera y deteriorarse fácilmente si se expone a la humedad. Por lo tanto, debe almacenarse en un lugar seco alejado de la pared.

"Es a granel, o generalmente empacado en bolsas de papel de 50 kg; quien lo use debe asegurarse de que el nombre del fabricante esté marcado en él" ³⁷(Gaspar, 2016, p69)

Arena

Es un material granular fino (el diámetro suele ser inferior a 6 mm-1/4 ", debido a la descomposición natural de la roca o la rotura de arenisca. "El punto básico del uso de arena de alta calidad para fabricar concreto es que es limpia, granular y dura, duradera." ³⁸(Gaspar, 2016, p69)

³⁵ (LOVE, 2006 pág. 7)

³⁶ (LOVE, 2006 pág. 7)

³⁷ (GASPAR, 2007 pág. 69)

³⁸ (GASPAR, 2007 pág. 69)

“Toda arena debe estar granulada desde 6mm o menos y contener buena proporción de partículas grandes, [...]. Frecuentemente, se especifica que la forma de la arena sea angular, es decir, que sus aristas sean agudas; sin embargo, en diversas pruebas se ha comprobado que los concretos elaborados con arena de partículas redondas dan buenos resultados” ³⁹(Gaspar, 2016, p70)

Agregado grueso

Los agregados gruesos que más se emplean son de roca dura e inalterable, como granito, basalto, caliza y, en general, toda piedra de río; con menos frecuencia se usan también el Clinker y el cisco de coke.

“Un buen agregado grueso debe ser limpio, graduado, duro y, cuando la necesidad lo exija, resistente al fuego y sin arcilla, tierra o impurezas orgánicas por razones iguales a las indicadas al estudiar la arena. Además, debe ser graduado, para que tenga el menor número de vacíos, y duro, para dar fuerza y resistencia, [...]. La grava, tal como proviene del banco o la tolva contiene algo de arena, por lo que no se puede emplear solo como grava. En este caso, se debe cernir el material con una malla de 3/16” (núm. 4), después de lo cual los materiales se podrán mezclar en las proporciones debidas” ⁴⁰(Gaspar, 2016, p71)

Agua

“El agua impura afecta las propiedades del concreto, por lo que se recomienda emplear agua potable. [...]. La cantidad de agua por utilizar debe ser de 8 a 10% del peso total del cemento, de la piedra y de la arena” ⁴¹(Gaspar, 2016, p72)

Acero de refuerzo

Son varillas de sección redonda, las cuales tienen corrugaciones, cuyo fin es restringir el movimiento longitudinal de las varillas relativo al concreto que las rodea. “Generalmente, el tipo de acero se caracteriza por el límite de tensión de fluencia, que tiene grados 40, 50 y 60, que corresponden al límite de fluencia de 2800, 3500 y 4200 kg / cm², respectivamente.” ⁴²(Morales, 2006, p10).

³⁹ (GASPAR, 2007 pág. 70)

⁴⁰ (GASPAR, 2007 pág. 71)

⁴¹ (GASPAR, 2007 pág. 72)

⁴² (MORALES MORALES, 2006 pág. 10)

Tabla 1. Acero de refuerzo en concreto

	DIÁMETRO		PESO	SECCIÓN ÚTIL DE ACERO (cm ²)							
				NÚMERO DE BARRAS DE REFUERZO							
	CM	PULG	Kg/ml	1	2	3	4	5	6	7	8
3	0.953	3/8"	0.559	0.71	1.43	2.14	2.85	3.57	4.28	4.99	6.71
4	1.270	1/2"	0.994	1.27	2.53	3.80	5.07	6.33	7.60	8.87	10.13
5	1.588	5/8"	1.554	1.98	3.96	5.94	7.92	9.90	11.88	13.86	15.84
6	1.905	3/4"	2.237	2.85	5.70	8.55	11.40	14.25	17.10	19.95	22.80
7	2.222	7/8"	3.044	3.88	7.76	11.63	15.51	19.39	23.27	27.14	31.02
8	2.540	1"	3.977	5.07	10.13	15.20	20.27	25.34	30.40	35.47	40.54
11	3.581	1 3/8"	7.906	10.07	20.14	30.22	40.29	50.36	60.43	70.50	80.57

Fuente: Libro Diseño en Concreto Armado

Concreto Armado

Es un material compuesto de concreto y armaduras o varillas de acero, unidos de tal modo que trabajen como si fuera un solo material.

“Con los cambios de temperatura, el concreto y el acero se dilatan y contraen en la misma proporción; por tanto, las variaciones de temperatura no tienen un efecto destructivo en el concreto reforzado. [...] Por lo general, el concreto armado tiene la siguiente composición por m³ de concreto: de 300 a 400 kg de cemento, 800/de confitillo, 400/ de arena y de 50 a 250 kg de acero de refuerzo” ⁴³(Gaspar, 2016, p87-88)

⁴³ (GASPAR, 2007 págs. 87-88)

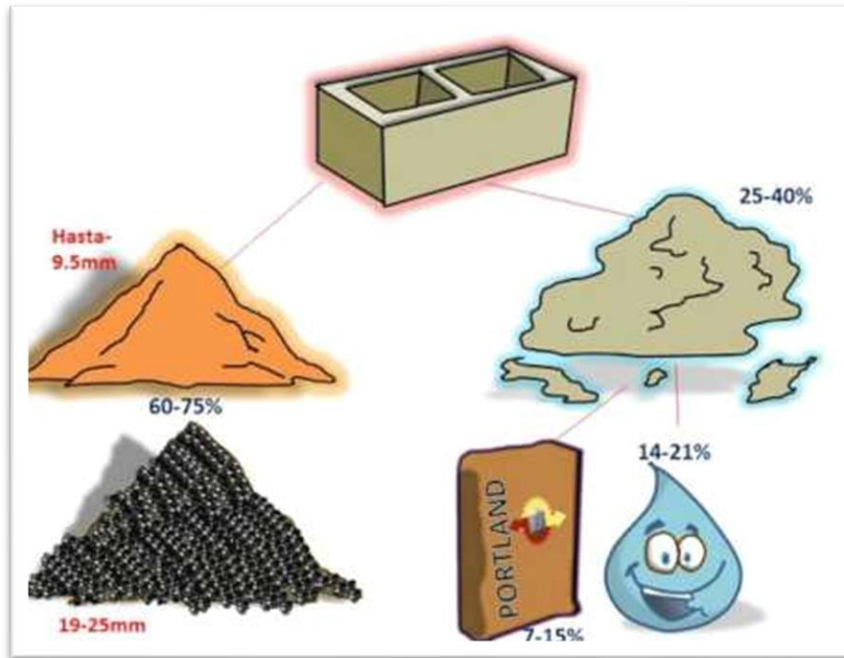


Figura 7. Componentes el concreto Armado

“El hormigón se considera generalmente como el material de construcción más importante en la arquitectura moderna, y sus muchas ventajas lo convierten en uno de los materiales de construcción más baratos y versátiles. Se utiliza en edificios, puentes, soportes, muros de contención y aceras” ⁴⁴(Love, 2011, p7)

“En varios sistemas de construcción modernos, las estructuras de hormigón ordinario o reforzado son casi incomparables” ⁴⁵(Love, 2011, p7)

“En muchas estructuras, el concreto está sujeto a esfuerzos directos y esfuerzos cortantes que actúan en todas las direcciones. Teniendo en cuenta el equilibrio de fuerzas que actúan sobre elementos de hormigón, se muestra que cualquier combinación de esfuerzos combinados se puede reducir a tres esfuerzos normales que actúan en tres planos verticales.” ⁴⁶(Morales, 2006, p9)

Factores de riesgo

Los factores de riesgo pueden ser por la ubicación del predio, es decir qué tipo de suelo tiene, y por el espectro del diseño.

Por el tipo de suelo algunos autores indican:

⁴⁴ (LOVE, 2006 pág. 7)

⁴⁵ (LOVE, 2006 pág. 7)

⁴⁶ (MORALES MORALES, 2006 pág. 9)

“En los terremotos pasados, muchas estructuras dañadas fueron causadas por asentamientos estructurales o inclinaciones causadas por la licuefacción de suelos arenosos saturados. En muchas áreas, se ha encontrado que la licuefacción ocurre repetidamente debido a terremotos continuos. La licuefacción ocurre cuando el terremoto alcanza los grados VII u VIII en la escala Merkele, que corresponde a una aceleración máxima de 80 a 250 cm / seg² o más.” ⁴⁷**(Zelaya, 2011, p17-18)**

“Debido a que la presencia de suelos supra yacentes a la roca que se ha idealizado, es una realidad permanente en muchos asentamientos urbanos y ciudades que suelen ubicarse cerca de corrientes de agua donde se generan depósitos de suelos aluviales y de otro tipo [...]. En general, se ha reconocido que existe una relación entre la intensidad del movimiento del terreno, la severidad del daño ocasionado a edificaciones de concreto reforzado y las condiciones locales del suelo, La ley de la conservación de energía permite concluir que el desplazamiento de las partículas asociado a las ondas sísmicas que se propagan en un cuerpo sólido, se debe incrementar al pasa de un medio de alta velocidad de propagación de onda a un medio de baja velocidad, [...] Así teóricamente se ha determinado que la aceleración asociada con las ondas sísmica aumenta en la superficie al pasa de un lecho rocoso a través de un estrato de sedimentos blandos” ⁴⁸**(Gallego y Sarria, 2010, p159-160)**

Entonces la relación de suelo blando influye en la vulnerabilidad de la estructura, y esto recae en la ubicación de los predios, los cuales en suelo blando no se permitirá construir estructuras de grandes dimensiones.

Por el espectro de diseño:

“Los espectros elásticos, incluso de peligro uniforme, resultan de poca utilidad en el diseño de edificaciones de concreto reforzado, donde más bien son necesarios espectros de resistencia que garanticen una demanda de ductilidad para un periodo de retorno prescrito” ⁴⁹**(Gallego y Sarria, 2010, p168)**

⁴⁷ (ZELAYA JARA, 2011 págs. 17-18)

⁴⁸ (GALLEGO S, y otros, 2010 págs. 159-160)

⁴⁹ (GALLEGO S, y otros, 2010 pág. 168)

Lo anterior lleva a la necesidad de evaluar espectros de resistencia para demandas de ductilidad que cumplan con un cierto periodo de retorno como una búsqueda de mantener el daño, de las diferentes edificaciones, controlado. Esto se puede lograr con los factores de reducción de resistencia para una demanda de ductilidad, permiten convertir un espectro elástico de aceleraciones absolutas en otros de resistencia.

Comportamiento de la estructura

El comportamiento de la estructura puede ser medido por el comportamiento de sus elementos ante los movimientos sísmicos, así mismo existen varios métodos en los cuales se puede medir el comportamiento de la estructura, y software en donde podemos realizar las simulaciones del comportamiento de la estructura.

“Durante un sismo intenso, una construcción es sacudida violentamente en las direcciones principales de su sistema estructural [...], la cual sufre deformaciones por acciones de flexión cortante, axiales o de torsión. Cada una de estas deformaciones sobre la rigidez genera sus respectivos esfuerzos, que, al actuar sobre el volumen de los diferentes elementos estructurales, acumulan y liberan energía a lo largo del sacudimiento sísmico. Si los elementos estructurales son capaces de liberar una buena cantidad de la energía que absorben, muy seguramente la estructura así conformada será apropiada para resistir el efecto de sismos intensos” ⁵⁰**(Gallego y Sarria, 2010, p183)**

“Investigadores han llegado a la conclusión de que la resistencia del concreto sujeto a compresión biaxial puede ser mayor hasta un 27% que la resistencia uniaxial. Para esfuerzos biaxiales iguales de compresión el aumento de resistencia es aproximadamente de un 16%” ⁵¹**(Morales, 2006, p9)**

“El efecto demoledor de las cargas inerciales desarrolladas por la estructura durante un sismo intenso, va debilitando los nudos de los cuales tienden a formarse articulaciones plásticas cuando el concreto y el acero ya no pueden suministrar más resistencia local. [...]. Si no es sometida a una reparación sustancial, que puede ser difícil y costosa, en el estado en que quedó, la encontrará el próximo terreno; esta

⁵⁰ (GALLEGO S, y otros, 2010 pág. 183)

⁵¹ (MORALES MORALES, 2006 pág. 9)

edificación será una muy diferente a la que afrontó el primer evento y sus posibilidades menores” ⁵²**(Gallego y Sarria, 2010, p218)**

“Al oscilar en su modo fundamental, el sistema estructural se desplaza horizontalmente generando la rotación de los nudos. En edificaciones de concreto reforzados vaciados “in situ”, los nudos en los cuales confluyen y se ensamblan vigas y columnas, se funden en la misma etapa que las vigas. Esto, combinado con la armadura vertical de las columnas, hace que el nudo conecte monolíticamente los elementos estructurales” ⁵³**(Gallego y Sarria, 2010, p218)**

La consecuencia de lo mencionado es que los desplazamientos horizontales, verticales y las rotaciones conformen una característica del nudo incluyendo los elementos estructurales que allí convergen.

Comportamiento del concreto reforzado

“En muchas estructuras, el concreto está sujeto a esfuerzos directos y esfuerzos cortantes que actúan en todas las direcciones. Teniendo en cuenta el equilibrio de fuerzas que actúan sobre los elementos de hormigón, los resultados muestran que cualquier combinación de tensiones combinadas se puede reducir a tres tensiones normales que actúan en el plano vertical.” ⁵⁴**(Morales, 2006, p9)**

“Estudios experimentales y analíticos desarrollados en diferentes lugares demuestran que la ductilidad de una edificación de concreto reforzado depende fundamentalmente de la tipología estructural y de la cantidad y distribución del acero de refuerzo. [...]. Al mismo tiempo, diferentes sistemas estructurales en edificaciones similares, y con la misma altura sobre el terreno natural serán sacudidos de diferente manera por un sismo determinado que afecte el área urbana donde están construidas” ⁵⁵**(Gallego y Sarria, 2010, p201)**

“La relación esfuerzo – deformación es una propiedad del concreto que se idealiza a partir de la agrupación de los resultados de muchos ensayos, realizados siguiendo procedimientos estandarizados” ⁵⁶**(Gallego y Sarria, 2010, p183)**

⁵² (GALLEGO S, y otros, 2010 pág. 218)

⁵³ (GALLEGO S, y otros, 2010 pág. 218)

⁵⁴ (MORALES MORALES, 2006 pág. 9)

⁵⁵ (GALLEGO S, y otros, 2010 pág. 201)

⁵⁶ (GALLEGO S, y otros, 2010 pág. 183)

“Al combinarse los ingredientes básicos del concreto (cemento, agregado, arena y agua) en proporciones adecuadas se produce un material relativamente frágil que presenta comportamiento inelástico, no lineal en casi todo su rango de trabajo.”⁵⁷(Gallego y Sarria, 2010, p 182).

La resistencia a la compresión del concreto, variable crítica en la evaluación de la resistencia y la rigidez, medida a partir de ensayos en cilindros según una prueba estándar, es la variable más comúnmente reconocida para el concreto. Tiene como principales causas de variación la variabilidad propia de los elementos que constituyen el concreto, así como de su dosificación, procedimiento de mezclado, condiciones de transporte, colocación, curado, vibrado, y compactación; por otro lado influyen la forma del elemento estructural y la forma de la aplicación de las cargas.

SAP2000

“SAP2000 es un programa de elementos finitos con una interfaz gráfica 3D orientada a objetos y está listo para modelar, analizar y determinar los problemas de ingeniería estructural más extensos de una manera totalmente integrada. SAP2000 es famoso por la flexibilidad de sus tipos de estructura analizables, la potencia informática y la fiabilidad de los resultados, y es una herramienta de trabajo diario para varios ingenieros.”⁵⁸(Computer y Structures inc, 2019, p1)

La versatilidad de la estructura modelada la hace útil para el diseño de puentes, edificios, estadios, presas, estructuras industriales, estructuras marítimas y diversas infraestructuras que requieren análisis y dimensionamiento. Con respecto a estas acciones, se pueden generar automáticamente terremotos, vientos y cargas de vehículos, y luego el dimensionamiento y la inspección automática de estructuras de hormigón armado, perfiles metálicos, aluminio y formas dobladas en frío se pueden realizar a través de regulaciones europeas, Estados Unidos, Canadá, Turquía, India, China, etc. Las diversas herramientas y procesos de análisis desarrollados en SAP2000 permiten la evaluación de grandes desplazamientos en cada etapa de la estructura.

⁵⁷ (GALLEGO S, y otros, 2010 pág. 182)

⁵⁸ (Computers y estructuras inc, 2018)

Desde modelos estáticos simples para análisis 2D hasta modelos complejos y grandes que requieren un análisis no lineal avanzado, el programa SAP2000 suele ser la solución más eficiente y eficiente para los ingenieros estructurales.

Norma E030

“Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados”⁵⁹(Ministerio de Vivienda, 2017, p4).

Es adecuado para el diseño de todos los edificios nuevos, el refuerzo de edificios Daños causados por terremotos en los edificios existentes y el mantenimiento El uso de sistemas estructurales debe ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, y demostrar que las alternativas propuestas pueden producir suficiente rigidez, resistencia sísmica y resultados de ductilidad. Para estructuras tales como depósitos, tanques de almacenamiento, silos, puentes, torres de transmisión, estribos, estructuras hidráulicas y todos los edificios con diferente comportamiento sísmico de los edificios, esta norma se puede utilizar cuando corresponda. Además del contenido indicado en esta norma, también se deben tomar precauciones para evitar desastres causados por movimientos sísmicos: tsunamis, incendios, fugas de sustancias peligrosas, deslizamientos de tierra a gran escala u otros.

Método de Misaya Hirosawa

Es una metodología que está basada en la evaluación de la capacidad sísmica de los edificios de concreto armado, en cada piso y en cada dirección de las líneas resistente. La vulnerabilidad del edificio es determinada mediante una comparación de dos índices, un primer índice que caracteriza al edificio en su componente estructural (I_s) y un segundo índice que caracteriza al nivel de sismicidad y la condición local donde se encuentra el edificio (I_{so}).

“El método propuesto por Hirosawa es utilizado oficialmente por el Ministerio de Construcción de Japón para evaluar la seguridad sísmica de los edificios de hormigón armado. Este método recomienda tres niveles de evaluación, de simple a detallado, y se basa en el análisis del comportamiento sísmico de cada piso del

⁵⁹ (E030, 2017 pág. 4)

edificio en la dirección principal de la fábrica. Este método se propuso originalmente para seis u ocho pisos de edificios de concreto reforzado de altura media existentes o dañados, cuyas estructuras son muros o porches. En estudios recientes, este método se ha aplicado a edificios mixtos de hormigón armado y mampostería.”

⁶⁰(Organización Panamericana de la Salud, 1999, p118)

El primer índice es comúnmente denominado índice estructural de capacidad sísmica y el segundo índice es denominado como índice de condición de frontera o también llamado índice de juicio estructural. Cuando el índice de condición de frontera es mayor que el índice estructural de capacidad sísmica, entonces se puede decir que el edificio es inseguro o dicho en otro modo vulnerable: $I_s < I_{so}$. Por el contrario, si el índice de la condición de frontera es menor que el índice estructural de capacidad sísmica, entonces se puede decir que el edificio tiene un comportamiento seguro ante un evento sísmico, es decir no vulnerable: $I_s > I_{so}$

Es una metodología que evalúa la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de concreto la cual el objetivo principal de este método es encontrar los resultados de dos índices, el de componente estructural y el de capacidad sísmica, y una vez encontrado estos resultados se podría dar a conocer si la estructura es vulnerable o no vulnerable ante un sismo.

La vulnerabilidad estructural se establece considerando que:

- Si $I_{so} < I_s$ se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento sísmico seguro frente a un evento sísmico.
- Si $I_s < I_{so}$ se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico, y por lo tanto se considera como inseguro.

El cálculo del del índice I_s depende de tres factores que se evalúan a partir de características básicas de la estructura, mediante la ecuación siguiente:

$$I_s = E_o \cdot S_D \cdot T$$

Donde:

⁶⁰ (OMS, 1999 pág. 118)

Eo: índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D: índice de configuración estructural

T: índice de deterioro de la edificación

Cálculo del factor Eo

“Al aplicar el primer nivel de evaluación, el término Eo se determina simplemente calculando la resistencia al corte final de cada piso. Por el producto del área de la sección transversal de la pared o columna y la resistencia al corte, la resistencia se puede calcular para cada dirección de la planta, y el producto se reduce por un factor (ai) que tiene en cuenta la presencia de elementos. En comparación con las paredes o columnas de hormigón armado, su resistencia a la deformación es menor que la de otros elementos sísmicos (por ejemplo, si las columnas cortas o las paredes de mampostería están reforzadas).” ⁶¹**(Organización Panamericana de la Salud, 1999, p118)**

El factor Eo es proporcional al producto del coeficiente de resistencia (C) y de ductilidad (F).

Para el cálculo del Eo se considera todos los elementos o subestructura vertical que forme parte del sistema resistente, clasificándolos en los siguientes 5 grupos:

- Columnas cortas de hormigón armado
- Columnas de hormigón armado
- Muros de hormigón armado
- Muros de relleno de mampostería
- Muros de mampostería armada o muros de mampostería confinada con elementos esbeltos de hormigón armado, pilares y jácenas.

Los muros considerados corresponden a los diseñados y construidos, y pueden transferir cargas horizontales y verticales desde el primer piso al piso inferior y luego a los cimientos. No considera muros que solo soportan su propia carga, como muros de contención y tabiques de relleno o tabiques de aislamiento de estructuras sísmicas. Al controlar el comportamiento sísmico, esta clasificación se debe realizar para determinar la resistencia y abordar la menor capacidad de deformación

⁶¹ (OMS, 1999 pág. 118)

inelástica y la capacidad de disipación de energía de ciertos elementos (como columnas cortas y paredes de mampostería rellenas no reforzadas) para ellos. El factor E_o se calcula con la siguiente ecuación:

$$E_o = \frac{(np + 1)}{(np + i)} \cdot \{\alpha_1 (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_m) + \alpha_2 \cdot C_W + \alpha_3 \cdot C_C\} \cdot F$$

Donde:

α_i : es un factor de reducción de la capacidad resistente de acuerdo con el nivel de deformación que alcanzan los elementos que controlan el comportamiento sísmico. Los valores de este factor se pueden obtener en la Tabla n° 2.

n_p : número de pisos del edificio.

i : nivel que se evalúa.

C_{mar} : índice de resistencia proporcionada por los muros de relleno de mampostería.

C_{sc} : índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de hormigón armado.

C_a : índice de resistencia proporcionada por los muros de mampostería no reforzada o parcialmente confinada.

C_m : índice de resistencia proporcionada por los muros de mampostería confinada.

C_W : índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado.

C_C : índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado.

F : índice de ductilidad asociado a los elementos verticales. $F=1.0$, si C_{mar} , C_{sc} , C_a son iguales a cero; $F=1.0$, si C_{mar} , C_{sc} , C_a son distintas a cero.

El término $(np + 1) / (np + i)$ considera la relación entre el coeficiente de corte basal y el coeficiente del piso i , cuando estos esfuerzos de corte se establecen en función del peso del edificio sobre el nivel considerado.

Tabla 2. Valores de los coeficientes α_i

Tipo	α_1	α_2	α_3	Modo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Muros de relleno de mampostería o columnas cortas o muros de mampostería no reforzada y parcialmente confinada o muros de mampostería confinada controlan la falla.
B	0.0	1.0	0.7	Muros de hormigón armado controlan la falla.
C	0.0	0.0	1.0	Columnas de hormigón armado controlan la falla,

Fuente: Elaborado por la OPS.

Cálculo del factor S_D

“Este factor cuantifica la influencia de las irregularidades en la configuración estructural y la rigidez y distribución de masa en el comportamiento sísmico de los edificios.” ⁶²(Organización Panamericana de la Salud, 1999, p119).

La información para calcular S_D se obtiene principalmente del plan estructural y se complementa con la visita al sitio. Las características del edificio que se deben considerar al determinar este coeficiente son: la regularidad del piso, la relación: longitud-ancho del piso, cuello de botella del piso, grosor de las juntas de expansión, el tamaño y la posición de la terraza interna, la presencia de la terraza interna bajo tierra y la altura uniforme del piso, Excentricidad de rigidez de losa, irregularidad en la distribución de altura de la masa de rigidez de la capa intermedia del piso, etc. Hirosawa, propone calcular S_D , cuando se usa el nivel preliminar de evaluación de vulnerabilidad mediante la siguiente ecuación:

$$S_D = \prod_{i=1}^8 q_i$$

Donde:

$$q_i = \{ 1.0 - (1 - G_i) \cdot R_i \} \text{ para } i= 1,2,3,4,5, 7 \text{ y } 8.$$

$$q_i = \{ 1.0 - (1 - G_i) \cdot R_i \} \text{ para } i= 6.$$

G_i y R_i se obtienen de la siguiente tabla.

⁶² (OMS, 1999 pág. 119)

Tabla 3. Valores propuestos por Hirosawa, para los parámetros G_i y R_i

Conceptos (q_i)	G_i			R_i
	1	0.9	0.8	
1. Regularidad	Regular (a_1)	Regular (a_2)	Regular (a_3)	1.0
2. Relación largo - ancho	$B \leq 5$	$5 < B \leq 8$	$B > 8$	0.5
3. Contracción en planta	$0.8 \leq c$	$0.5 \leq c \leq 0.8$	$c < 0.5$	0.5
4. Atrio o patio inferior	$R_{ap} = 0.1$	$0.1 < R_{ap} \leq 0.3$	$0.3 < R_{ap}$	0.5
5. Excentricidad de Atrio	$f_1 = 0.4$ $f_2 = 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ $0.3 < f_2$	0.25
6. Subterráneo	$1.0 \leq R_{as}$	$0.5 \leq R_{as} < 1.0$	$R_{as} < 0.5$	1.0
7. Junta de dilatación	$0.01 \leq s$	$0.0005 \leq s < 0.01$	$s < 0.005$	0.5
8. Uniformidad de altura de piso	$0.8 \leq R_h$	$0.7 \leq R_h < 0.8$	$R_h < 0.7$	0.5

Fuente: Elaborado por la OPS.

Cálculo del factor T

“El factor T cuantifica el impacto de la degradación estructural debido al paso del tiempo o los efectos de terremotos pasados u otros efectos que pueden afectarlo.”

⁶³(Organización Panamericana de la Salud, 1999, p120).

El índice se calcula a partir de la información obtenida de las visitas al edificio y de la información que proporcione el propietario. El factor T se determina de la tabla 4, correspondiendo al menor obtenido de los 5 conceptos.

Tabla 4. Valores del factor T

Concepto	Característica	Valor T_i
T1. Deformación permanente	El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	0.7
	El edificio está construido sobre relleno artificial.	0.9
	El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente.	0.9
	Tiene visible deformación de vigas o columnas.	0.9
	No presenta signos de deformación.	1.0
T2. Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo	Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	0.8
	Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	0.9
	Presenta grietas visibles en muros.	0.9
	Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	0.9
	Nada de lo anterior.	1.0
T.3 Incendios	Ha experimentado incendio, pero no fue reparado.	0.7
	Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	0.8
	No ha experimentado incendio.	1.0
T.4 Uso del bloque	Almacena sustancias químicas.	0.8
	No contiene sustancias químicas.	1.0
T.5 Tipo de daño estructural	Presenta daño estructural grave.	0.8
	Presenta daño estructural fuerte.	0.9
	Presenta daño estructural ligero o no estructural.	1.0

Fuente: Elaborado por la OPS.

⁶³ (OMS, 1999 pág. 120)

Cálculo del índice I_{SO}

Finalmente, el índice I_{SO} se utiliza para determinar si una estructura es segura frente a un evento sísmico, cuyo valor se obtiene de la siguiente ecuación

$$I_{SO} = E_{SO} \cdot Z \cdot G \cdot U$$

Donde:

E_{SO} : Resistencia básica requerida

Z: Factor de zona sísmica; su valor depende del peligro sísmico del lugar donde se ubica el edificio ($0.5 \leq Z \leq 1$).

G: Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas. Se considera igual a 1.0 para condiciones topográficas sin pendiente e igual a 1.1 para zona dependiente.

U: Factor de importancia del edificio por su uso. Se toma igual a 1, dado que las condiciones demandadas por el uso del edificio se consideran al establecer el valor de E_{SO} .

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación de acuerdo con el fin

Explicativa: Porque la investigación de campo trata de averiguar si existe una relación entre la vulnerabilidad sísmica del edificio y el método de fortalecer la estructura para mejorar el rendimiento sísmico.

Según Sanchez Carlessi, “Realice investigaciones oportunas de fenómenos que no se han estudiado antes o que no se han explicado bien antes. Su propósito es proporcionar detalles donde hay poca información.” (p.12)

Tipo de investigación de acuerdo al nivel

Investigación Descriptiva: Porque ubicaremos las variables y procederemos a determinar la incidencia de las variables en el caso de investigación.

Según Bernal, “Es un método científico que implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera” (p. 155)

Tipo de Investigación de acuerdo al diseño metodológico

Investigación no experimental: Ya que no manipularemos las variables, y se obtendrán los datos de forma directa y con esos datos se realizará el análisis estructural para hallar la vulnerabilidad de la edificación.

Según Bernal, “Esta investigación se presenta en la cual no se manipula las variables ni las controla, se obtendrán datos de forma directa y se estudiarán posteriormente” (p. 149)

De corte transversal: Debido a que los datos se recopilarán en un solo momento, una sola vez, y la métrica de la variable se cuantifica en valores y porcentajes contables y medibles.

Según Bernal, “Recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.” (p. 151)

Tipo de Investigación de acuerdo con el enfoque

Enfoque cuantitativo: Ya que trata de cuantificar en valores contables, medibles y cálculos de las dimensiones de las variables.

Según Bernal “El enfoque cuantitativo es secuencia y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, [...]. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica.” (p.4)

3.2. Variables de Operacionalización

Para proponer una solución, se desarrollará el proceso. Determine las variables y determine las dimensiones con apoyo teórico. Métricas que miden esta dimensión. Con base en los indicadores, formule problemas de instrumentos, en este caso cuestionarios, que se aplicarán a la unidad de análisis que representa la muestra.

Variable 1: Vulnerabilidad sísmica

Variable 2: Método de Misaya Hirose

3.3 Población y Muestra

Población

La población o universo tomado para la investigación de la tesis es la estructura del edificio Municipal de San Miguel.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Esta encuesta realizará estadísticas descriptivas porque debe recopilar, clasificar, analizar y representar un conjunto de datos obtenidos; para describir esta característica de manera adecuada. Esta descripción se realizará construyendo una tabla.

Materiales y Equipos

a) Levantamiento estructural

Esta parte de la investigación demanda del uso de una wincha de 8 metros y una cinta métrica de 50 metros, también el empleo de un elemento donde pueda registrarse la información obtenida.

b) Análisis dinámico Modal espectral

Para elaborar el modelo computacional y su posterior análisis estructural se utilizará un ordenador con el software ETABS 2016 instalado en ella.

Instrumento de recolección de datos

Para esta investigación, la principal técnica de recolección de datos fue la captación y análisis del material bibliográfico, que va desde libros, blogs de internet, artículos de investigación, entre otros; para ello se empleó la recolección de datos vía internet, así como también la visita al edificio municipal de San Miguel.

Para la recolección de datos se obtendrá en la lectura de planos de arquitectura y estructuras, también mediante los estudios de suelo obtenidos del edificio Municipal de San Miguel registrado en el expediente técnico donde se calculó el tipo de suelo, se recolectó información del método para estudiar su procedimiento.

La observacional directa estuvo referida a la observación in – situ de las condiciones actuales de la estructura, así mismo una inspección visual que indica manifestaciones físicas de fallas o problemas en la estructura tales como, agrietamientos, deformaciones excesivas, erosiones, pérdida de recubrimiento.

Modelación Digital, para la elaboración de un modelo digital del edificio Municipal de San Miguel se ha utilizará los programas, REVIT 2020, AUTOCAD 2020, SAP2000, ETABS 2016.

3.5 Procedimiento

El procedimiento se realizará a través de los planos del edificio Municipal de San Miguel , se procederá a realizar los metrados de cargas de los planos estructurales tanto en X como en Y para calcular el índice de resistencia sísmica (IS), para hallar el índice de resistencia sísmica (IS) se calcula el índice básico del comportamiento estructural (EO), el índice de configuración estructural (SD) y el índice de deterioro de la edificación; del estudio de suelos, estudios topográficos y de acuerdo a la aplicación de la Norma E-030 comparándolo y relacionándolo con la norma japonesa se determinará el índice de resistencia demandada (Iso).

Se calcula el índice sísmico básico del comportamiento estructural (Eo) mediante fórmulas basadas en el método de Hirosawa, para ello se tiene en cuenta el peso

de cada piso de la estructura, el índice de resistencia proporcionada por las columnas tanto en la dirección X como en la dirección Y.

Para calcular el índice de configuración estructural (S_d) se basará en las características de la edificación como regularidad de la planta, relación largo-ancho de la planta, estrangulaciones de la planta, espesor de las juntas de dilatación, dimensiones y ubicación de patios interiores, uniformidad de la altura de los pisos, excentricidad de rigidez en planta, irregularidades de la distribución de las masas y de la rigidez de entrepiso de los pisos de altura.

Para el cálculo del índice de deterioro de la edificación se tomará en cuenta, unas tablas obtenidas y establecidas por el método de Hirosawa, y por las deformaciones, inclinaciones, daños ligeros, fisuras, sustancias químicas y tiempo de uso del edificio Municipal mencionado, para ello se realizará una visita al edificio Municipal de San Miguel y se tomarán las fotos necesarias para su estudio. Adicional a ellos se modelará la estructura utilizando los softwares conocidos como SAP2000 y Etabs 2016, aplicándose a este software la norma E-030 para determinar las distorsiones y así poder calcular la vulnerabilidad del edificio Municipal de San Miguel tomando desde otra perspectiva y comparando con los resultados obtenidos con el Método de Hirosawa.

3.6 Método de Análisis de Datos:

El análisis de datos se da mediante la comparación de proyectos de tesis realizados de la misma manera para poder favorecer a ciertas estructuras, siendo estas el cuerpo en estudio, en las cuales los instrumentos usados fueron los planos, memorias descriptivas y los estudios de suelo estudiadas antes de su respectiva construcción firmada por un ingeniero civil y aceptada en las instancias correspondientes ya que son documentos que comprueban el correcto proceso de construcción del edificio, además estos documentos que usaremos se encuentran correctamente registrados en la Sunarp y el municipio de San Miguel. Además, otorgando esto la confiabilidad de la extracción de los datos que se usarán en la realización del proyecto de tesis.

Los resultados obtenidos una vez realizado el uso del método Hirosawa en el edificio, se procederá a evaluar el edificio en el software de ETABS y así comparar,

e inferir que tan cercanos o alejados se encuentran los resultados usando el software y el uso del método.

3.7 Aspectos Éticos:

Se respetó los derechos de autor de cada personaje mencionado en este trabajo. Así mismo se mantiene en reserva la información de sus ensayos y datos exclusivos de los resultados de los mismos.

Para la elaboración de esta tesis se solicitará la autorización del Edificio Municipal de San Miguel presentando una solicitud al área de investigación, en la cual si en caso se encuentre vulnerabilidad se realizará un informe en el cual se coloque la solución a tan infortunado suceso, para la mejora de la estructura y por el bien de los trabajadores y visitantes del lugar.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

“Vulnerabilidad sísmica a través del método Misaya Hirosawa en el edificio municipal de San Miguel – Lima – 2020”

Acceso a la zona de trabajo:

El ingreso a la zona de proyecto por el jr. Federico Gallese y la av. Bolívar ya que se encuentra cerca a las costas de Lima.

Ubicación Política

La zona de estudio está ubicada en la región de Lima, Provincia de Lima distrito de San Miguel el cual limita con los siguientes distritos.

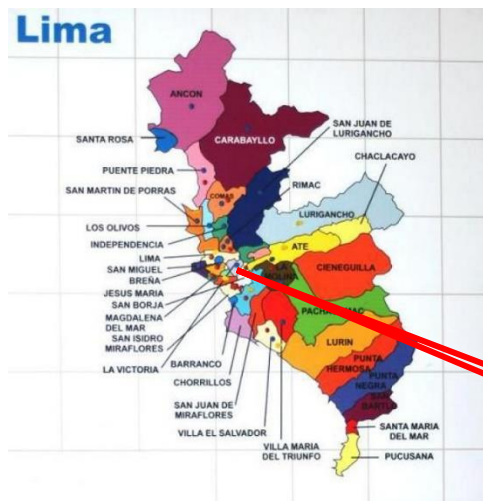


Figura 8. Mapa político de Lima



Figura 9. Mapa político del Perú.

Noreste: Lima

Sur: Océano Pacífico

Este: Magdalena

Oeste: Región del Callao

Ubicación Geográfica

Gráficamente la zona de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas $12^{\circ}04'38''\text{S}$ $77^{\circ}05'34''\text{O}$ presentando una altitud de 45 metros sobre el nivel del mar.

El edificio en el cual se le aplicará el método se encuentra dentro del distrito.



Figura 10. Ubicación del distrito de San Miguel.

La ubicación exacta del edificio en donde se realizará la muestra es: Calle Federico Gallese 370 como se muestra en el mapa Satelital.



Figura 11. Ubicación del edificio vista Satelital

Clima

Teniendo en cuenta su estado, el clima de la ciudad es particularmente especial. Combina las características de casi nula precipitación, muy alta humedad atmosférica y nubosidad duradera. Por lo tanto, aunque se encuentra en una región tropical a 12 grados de latitud sur y casi al nivel del mar, sus características extrañas son sorprendentes. La costa central del Perú tiene una serie de microclimas atípicos debido a la corriente fría de Humboldt desde la Antártida, las montañas de los Andes y su ubicación geográfica, lo que hace que el clima subtropical, frío y desértico de Lima sea húmedo al mismo tiempo.

Se puede decir que el clima aquí es cálido, no hay calor tropical excesivo o frío extremo, además de muy poco invierno, también necesita ser calentado en casa. La temperatura media anual es de 18.5 a 19 ° C, y la más alta en verano es de aproximadamente 29 ° C cada año. Durante los meses de verano, de diciembre a abril, la temperatura varía de 29 a 30 ° C durante el día y de 21 a 22 ° C por la noche.

Tipología del edificio Municipal de San Miguel

El Palacio Municipal distrito de San Miguel cuenta con 6 niveles, es un edificio el cual se encarga de las gestiones municipales del distrito de San Miguel, en las cuales ejercen funciones normativas, reguladoras, de promoción y de fiscalización y control, llevando a cabo el bien común en la comunidad San Miguelina.



Figura 12. Palacio Municipal distrito de San Miguel 3D

A continuación, se describen las áreas construidas por cada nivel:

Tabla 5. Cuadro de áreas de los niveles

Primer Piso	253.72 m ²
Segundo Piso	253.72 m ²
Tercer Piso	218.94 m ²
Cuarto Piso	218.94 m ²
Quinto Piso	218.94 m ²
Sexto Piso	218.94 m ²

Fuente: Elaboración propia

Estudio de Suelos

- En el estudio de suelo se tomarán los datos Utilizados en la Tesis 1 con el título “Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque” de los siguientes autores Herbert Martin Cucho Salinas y Karen Melanyth Nuñez Cusma. En el cual realizaron un estudio de Suelo con fines de cimentación para determinar el tipo de suelo en el Hospital Regional de Lambayeque, el tipo de ensayo que usaron fue el de auscultación dinámica en el cual se presenta los siguientes resultados:

Tabla 6. Muestra de sondaje S2

S2			
Profundidad	di	N60i	$\frac{di}{N60i}$
5	5	21	0.23809524
5.15	0.15	23	0.00652174
5.3	0.15	30	0.005
5.45	0.15	16	0.009375
5.6	0.15	16	0.009375
5.75	0.15	16	0.009375
5.9	0.15	16	0.009375
6.05	0.15	18	0.00833333
6.2	0.15	21	0.00714286
6.35	0.15	25	0.006
6.5	0.15	29	0.00517241
6.65	0.15	27	0.00555556
6.8	0.15	25	0.006
6.95	0.15	16	0.009375
7.1	0.15	22	0.00681818
7.25	0.15	30	0.005
7.4	0.15	32	0.0046875
7.55	0.15	40	0.00375
7.7	0.15	44	0.00340909
7.85	0.15	86	0.00174419
8	0.15	88	0.00170455
8.15	0.15	90	0.00166667
8.3	0.15	96	0.0015625
8.45	0.15	102	0.00147059
Total	8.45	Total	0.3665094

Fuente: Elaborado por Cucho Salinas y Nuñez Cusma

$$\frac{\sum_{i=1}^m di}{\sum_{i=1}^m (di/N60i)} = 23.0053 \quad \text{Suelo Tipo S2}$$

Tabla 7. Muestra de sondaje S3

S3			
Profundidad	di	N60i	$\frac{di}{N60i}$
5	5	36	0.13888889
5.15	0.15	64	0.00234375
5.3	0.15	26	0.00576923
5.45	0.15	40	0.00375
5.6	0.15	18	0.00833333
5.75	0.15	23	0.00652174
5.9	0.15	23	0.00652174
6.05	0.15	25	0.006
6.2	0.15	16	0.009375
6.35	0.15	11	0.01363636
6.5	0.15	12	0.0125
6.65	0.15	28	0.00535714
6.8	0.15	30	0.005
6.95	0.15	45	0.00333333
7.1	0.15	49	0.00306122
7.25	0.15	56	0.00267857
7.4	0.15	69	0.00217391
7.55	0.15	78	0.00192308
7.7	0.15	90	0.00166667
7.85	0.15	100	0.0015
8	0.15	100	0.0015
Total	8	Total	0.24183397

Fuente: Elaborado por Cucho Salinas y Nuñez Cusma

$$\frac{\sum_{i=1}^m di}{\sum_{i=1}^m (di/N60i)} = 33.080 \quad \text{Suelo Tipo S2}$$

Tabla 8. Muestra de sondaje S4

S4			
Profundidad	di	N60i	$\frac{di}{N60i}$
6.45	6.45	2	3.225
6.6	0.15	6	0.025
6.75	0.15	9	0.01666667
6.9	0.15	6	0.025
7.05	0.15	8	0.01875
7.2	0.15	11	0.01363636
7.35	0.15	16	0.009375
7.5	0.15	22	0.00681818
7.65	0.15	48	0.003125
7.8	0.15	69	0.00217391
7.95	0.15	97	0.00154639
Total	7.95	Total	3.34709152

Fuente: Elaborado por Cucho Salinas y Nuñez Cusma

$$\frac{\sum_{i=1}^m di}{\sum_{i=1}^m (di/N60i)} = 2.375 \quad \text{Suelo Tipo S3}$$

Realizados los sondajes se determinó que el suelo es de tipo S3, el cual corresponde a suelo flexible, por lo cual se infiere que la velocidad de propagación de onda de corte Vs es menor o igual a 180 m/s, este dato es una fuente importante de información en el **factor de riesgo** por la ubicación donde estará edificada la estructura, en la cual este resultado influye en el resultado del Iso Japonesa, de lo cual se infiere el tipo del suelo donde se levantará la edificación si influye como factor de riesgo para hallar la vulnerabilidad de la estructura.

- En el estudio de suelo realizado en la Tesis 2 con título “Análisis de la Vulnerabilidad sísmica en el pabellón D de la Universidad Privada Antenor Orrego” de los autores José Cortez Sánchez y José Fernández Valdiviezo en la cual realizaron un estudio geotécnico en el cual micro zonificaron sísmicamente el distrito de Trujillo, pudiendo así obtener información del tipo de suelo donde se encuentra su objeto de estudio

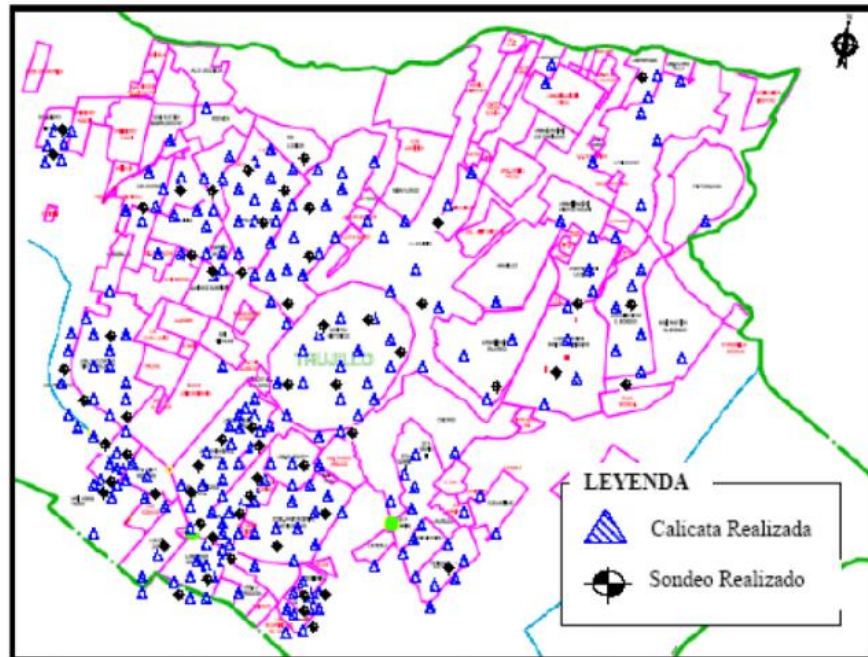


Figura 13. Mapa de ubicación de las calicatas y sondeos realizados por los autores Cortes y Fernández



Figura 14. Vista del ensayo de Penetración estándar (SPT), realizado por SL DE INGENIERIA EIRL en el Campus de la UPAO

Logrando obtener los siguientes resultados:

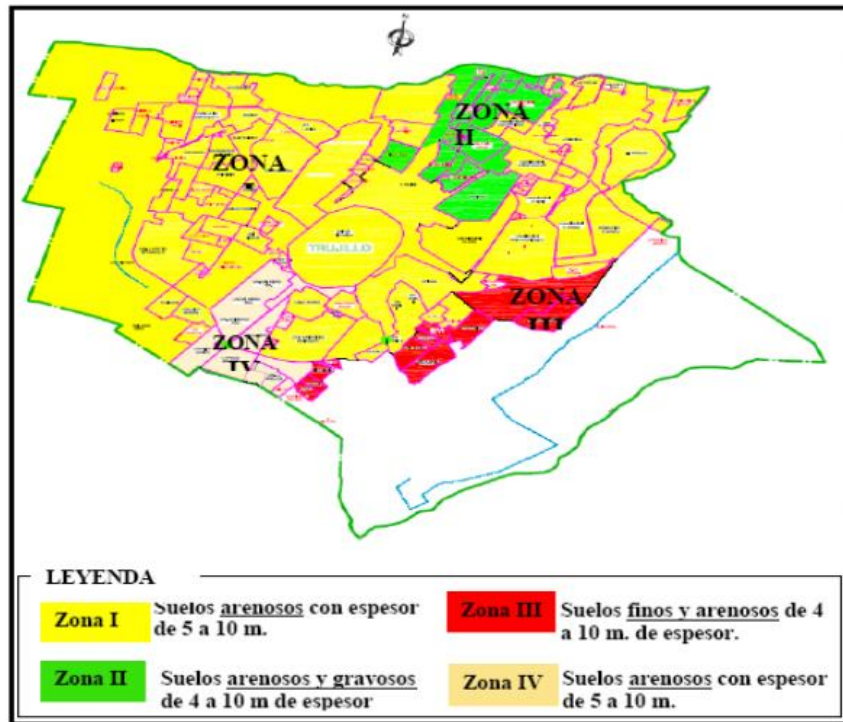


Figura 15. Mapa de microzonificación sísmica de Distrito de Trujillo elaborada por los autores

Este fue resultado de realizar un estudio de suelo en el distrito de Trujillo y así poder realizar una zonificación minuciosa de donde se encontraba su objeto de estudio el cual era el pabellón D de la Universidad, logró ser un resultado relevante en el estudio de Vulnerabilidad del edificio, ya que este resultado determina un factor para poder conocer el Iso peruano, el cual este dato del Iso peruano interviene en el método de Misaya Hirosawa. Por lo tanto el **factor de riesgo** de Zonificación de la estructura si influye en el uso del método Hirosawa.

Metrado de Cargas

Los componentes físicos del Palacio Municipal constan de losas aligeradas, vigas y viguetas de concreto armado. Tabiques de albañilería y un sistema de drywall con placas de fibrocemento. Los acabados en general son: cielo raso con pintura látex, pintura óleo, zócalos sanitarios de terrazo, baños con zócalos sanitarios, piso de cerámico de alto tránsito. Se utilizo carpintería de aluminio en ventanas y mamparas, y en los módulos de atención y vidrio doble templado de acuerdo a lo señalado en los planos.

Estructuralmente el palacio municipal de San Miguel está conformado por vigas cimentadas de 0.30ml de ancho y 1.20ml de altura.

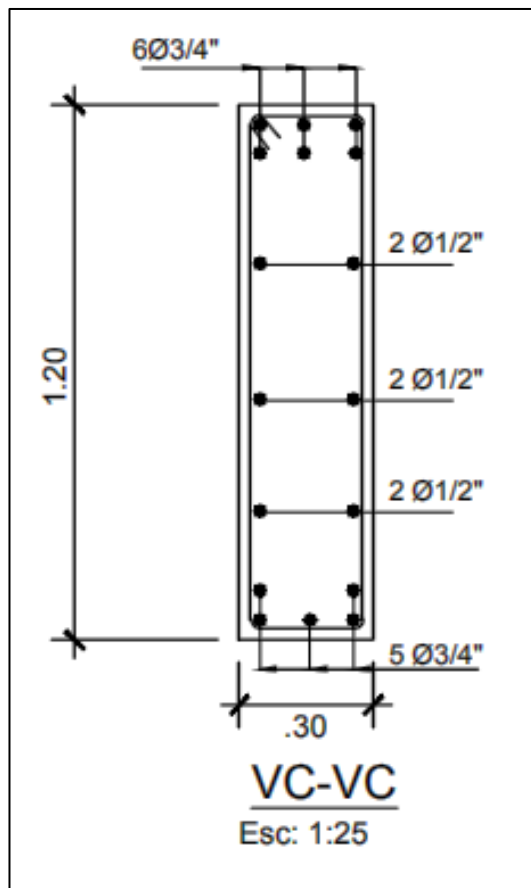
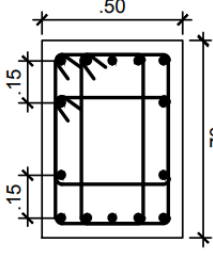
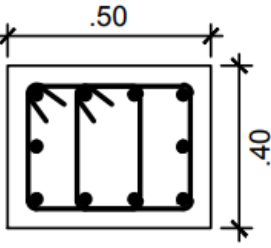
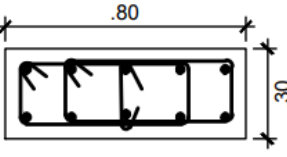
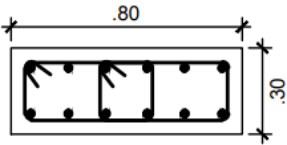
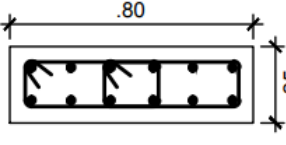
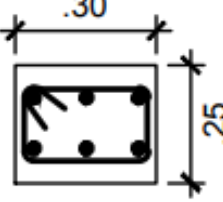
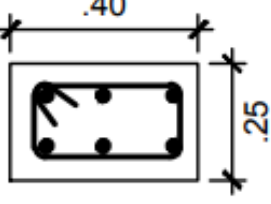
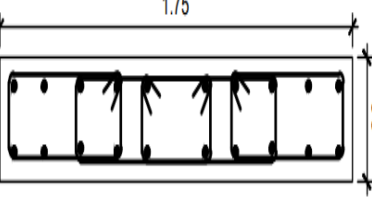
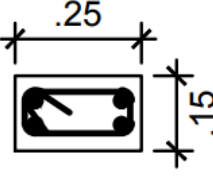


Figura 16. Viga de Cimentación Típica

Y con 9 tipos de columnas en el cual se indicarán las dimensiones en la tabla siguiente:

Tabla 9. Tipos de columnas del local municipal

C1	C2	C3
		
<p>14Ø1" ,50.0@ 1 "2/1Ø □ 7Rto@0.10, Rto@0.15c/e</p>	<p>10Ø3/4" ,01.0@4 ,50.0@ 1 "8/3Ø □ Rto@0.20c/e</p>	<p>10Ø3/4" ,50.0@ 1 "8/3Ø □ 4@0.10, Rto@0.20</p>
C4	C5	C6
		
<p>12Ø3/4" ,50.0@ 1 "8/3Ø □ 4@0.10, Rto@0.15</p>	<p>12Ø3/4" 1 "8/3Ø □@0.05, 4@0.10, Rto@0.15</p>	<p>6Ø5/8" ,50.0@ 1 "8/3Ø □ 6@0.10, Rto@0.20</p>
C7	C8	CA1
		
<p>6Ø3/4" ,50.0@ 1 "8/3Ø □ 6@0.10, Rto@0.20</p>	<p>20Ø3/4" ,50.0@ 1 "8/3Ø □ Rto@0.10</p>	<p>4Ø1/2" ,50.0@ 1 "4/1Ø □ 6@0.10, Rto@0.20</p>

Fuente: Elaboración propia

Y está conformado por 6 distintas placas.

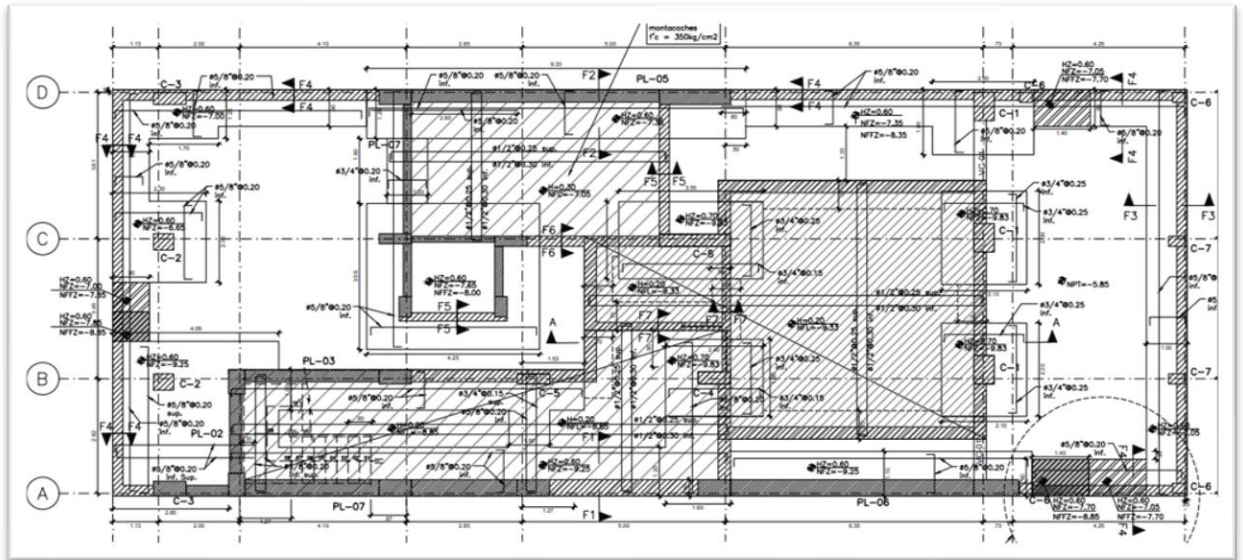


Figura 17. Plano de cimentación Palacio Municipal de San Miguel

Cálculos de pesos del Palacio Municipal de San Miguel

Se realizó un resumen breve de las descripciones más importantes que ayudará al análisis del metrado de la edificación:

Ubicación del edificio	=	Lima
Uso de la edificación	=	Local Municipal
N° de pisos	=	6
Altura de piso	=	4.00 m
F'c	=	210 kg/cm ²
f'y	=	4200 kg/cm ²
Peso de enlucido	=	200 kg/m ²
Peso de tabiquería	=	300 kg/m ²
Peso contrapiso	=	120 kg/m ²
S/C 1° - 5° PISO	=	250 kg/m ²
S/C 6° PISO	=	100 kg/m ²
Altura de losa	=	0.2 m
Peso específico de ladrillo	=	1400 kg/m ³
Altura falso piso	=	10 cm
Epsor tabiquería	=	0.4 m
Espesor Placa	=	0.4 m
Yca	=	2400 kg/m ³

Cálculo del piso 1

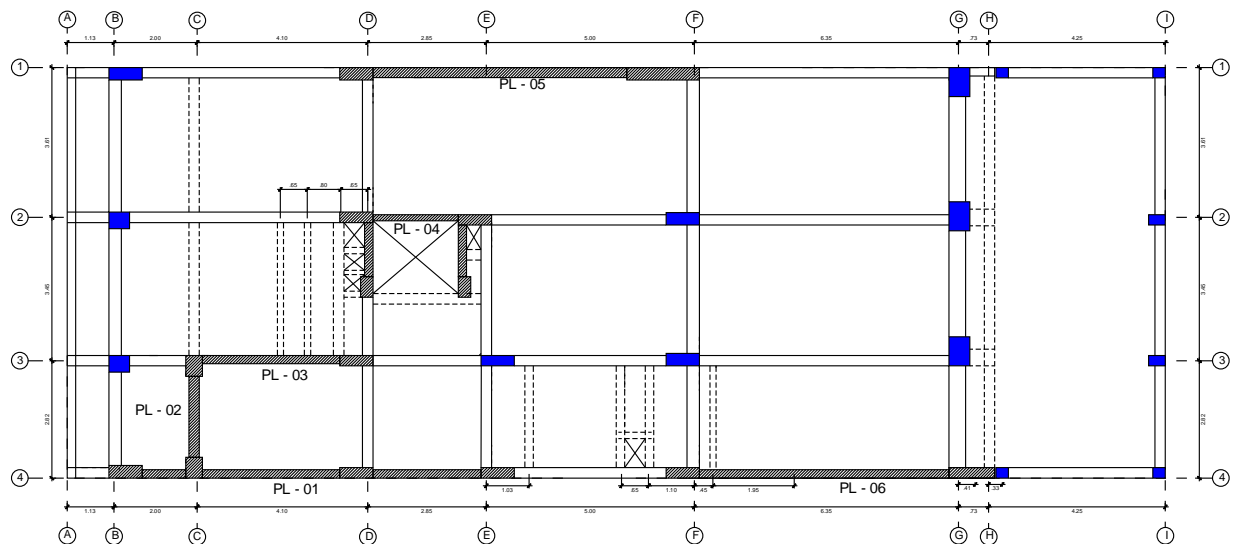


Figura 18. Vista de los elementos estructurales para el metrado del primer piso en el Palacio Municipal de San Miguel

Existen 7 tipos de columnas que presentan el primer nivel, en el cual se describe: en el eje B tiene columnas C-3 y C-2; el eje E presenta columnas C-5; el eje F presenta columnas C-4; el eje G presenta columnas C-1; el eje H presenta columnas C-6 y el eje I presenta columnas C-6 y C-7.

Tabla 10. Áreas y Pesos de Columnas del Piso 1

TIPOS	CANTIDAD	B	T	AREA	AREA PISO (m ²)	Pcoli (kg)	Pcoli (Tn)
C-1	3	0.5	0.7	0.35	1.05	10080	10.08
C-2	2	0.5	0.4	0.2	0.4	3840	3.84
C-3	1	0.8	0.3	0.24	0.24	2304	2.30
C-4	2	0.8	0.3	0.24	0.48	4608	4.61
C-5	1	0.8	0.25	0.2	0.2	1920	1.92
C-6	4	0.3	0.25	0.075	0.3	2880	2.88
C-7	2	0.4	0.25	0.1	0.2	1920	1.92
TOTAL					2.87	27552	27.55

Fuente: Elaboración propia

Los diferentes tipos de vigas en todas las direcciones son:

b = 0.20 m



b = 0.25 m



b = 0.30 m



b = 0.40 m



Área de Vigas

Eje x

Eje 1

$$Av_{xx1} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (1) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (1) = 3.96 \text{ m}^2$$

Eje 2

$$Av_{xx2} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (2) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (2) = 4.21 \text{ m}^2$$

Eje 3

$$Av_{xx3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (3) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (3) = 3.91 \text{ m}^2$$

Eje 4

$$Av_{xx4} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (4) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (4) = 2.14 \text{ m}^2$$

Eje y

Eje A

$$Av_{yyA} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (A) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (1) = 1.98 \text{ m}^2$$

Eje B

$$Av_{yyB} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (B) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (B) = 2.67 \text{ m}^2$$

Eje C

$$Av_{yyC} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (C) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (C) = 1.73 \text{ m}^2$$

Eje D

$$Av_{yyD} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (D) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (D) = 1.82 \text{ m}^2$$

Eje E

$$Av_{yyE} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (E) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (E) = 1.37 \text{ m}^2$$

Eje F

$$Av_{yyF} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (F) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (F) = 2.62 \text{ m}^2$$

Eje G

$$Av_{yyG} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (G) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (G) = 3.01 \text{ m}^2$$

Eje H

$$Av_{yyH} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (H) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (H) = 2.41 \text{ m}^2$$

Eje I

$$Av_{yyI} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (I) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (I) = 2.22 \text{ m}^2$$

Área total del eje x-x = 14.22 m²

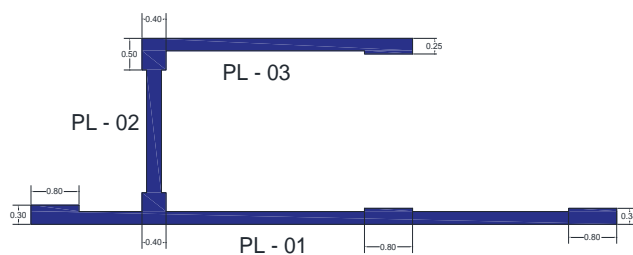
Área total del eje y-y = 19.83 m²

A V. Total = 34.05 m²

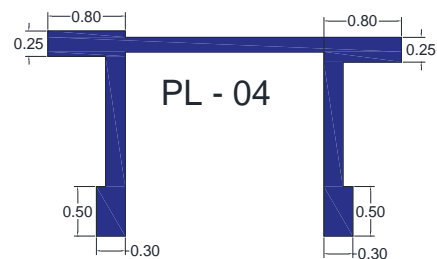
P viga = Av. total x hev x Yca

P viga = 40.68 Tn

- Existen 6 tipos de placas en el cual se determinará su área y peso respectivamente:



Área Placa 1, 2 y 3 = 3.90 m²



Área Placa 4 = 1.50 m²



Área Placa 5 = 2.23 m²



Área Placa 6 = 1.65 m²

Tabla 11. Áreas y Pesos de las placas del piso 1.

PLACAS	A (m ²)	P placa (kg)	P placa (Tn)
1, 2, 3	3.8915	37358.4	37.3584
4	1.5035	14433.6	14.4336
5	2.235	21456	21.456
6	1.655	15888	15.888
TOTAL	9.29	89136.00	89.14

Fuente: Elaboración propia

- La losa aligerada es de 300 kg/cm² para una altura de 0.20 m según la norma E030.

A techada = A total – A vacíos – A col – A placas – A vigas

A techada = 201.44 m²

P. Losa (Tn)	P. Enlucido (Tn)	P. Contrapiso (Tn)
60.44	40.29	24.17

- En la tabiquería es de 300 kg/cm²

Tabla 12. Área y Peso de la tabiquería perimétrica del piso 1

	LARGO	ALTURA	ÁREA (m ²)	P Tab (kg)	P Tab (Tn)
EJE 1	15.84	3.65	57.79775	17339.325	17.34
EJE 4	8.56	3.65	31.244	9373.2	9.37
EJE B	8.88	3.65	32.412	9723.6	9.72
EJE I	8.88	4	35.52	10656	10.66
		TOTAL	156.97	47092.13	47.09

Fuente: Elaboración propia

- Resumen de pesos

Tabla 13. Resumen de pesos en la carga muerta del piso 1

P COL	P VIGA	P PLACA	P LOSA
27.55	40.68	89.14	60.44
P ENLUCIDO	P CONTRAPISO	P TABIQUERIA	P TOTAL
40.29	24.17	47.09	329.36

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del piso 2

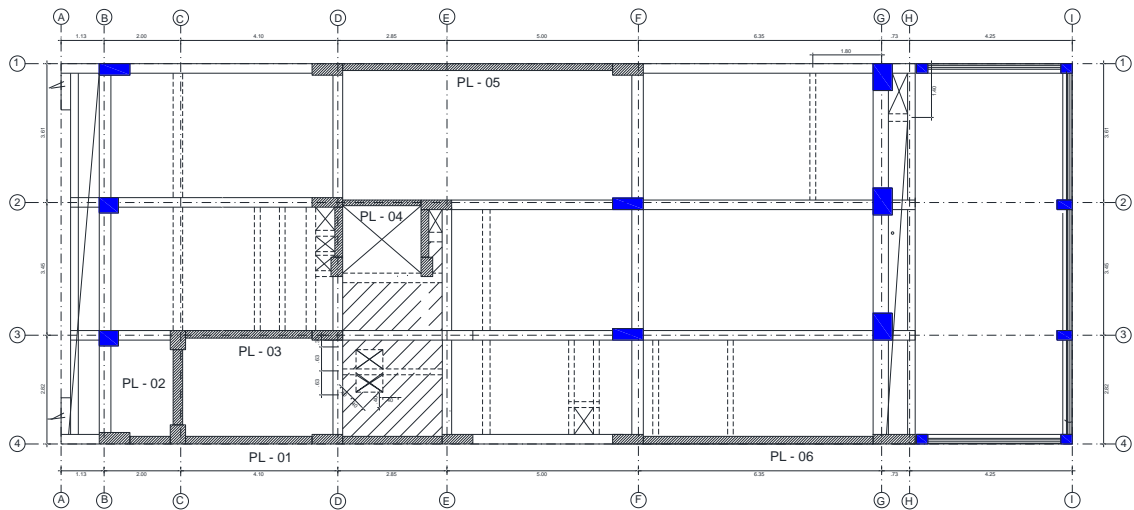


Figura 19. Vista de los elementos estructurales para el metrado del segundo piso en el Palacio Municipal de San Miguel

Existen 7 tipos de columnas que presentan el segundo nivel, en el cual se describe: en el eje B tiene columnas C-3 y C-2; el eje E presenta columnas C-5; el eje F presenta columnas C-4; el eje G presenta columnas C-1; el eje H presenta columnas C-6 y el eje I presenta columnas C-6 y C-7.

Tabla 14. Áreas y Pesos de Columnas del Piso 2

TIPOS	CANTIDAD	B	T	AREA	AREA PISO (m ²)	Pcoli (kg)	Pcoli (Tn)
C-1	3	0.5	0.7	0.35	1.05	10080	10.08
C-2	2	0.5	0.4	0.2	0.4	3840	3.84
C-3	1	0.8	0.3	0.24	0.24	2304	2.30
C-4	2	0.8	0.3	0.24	0.48	4608	4.61
C-5	1	0.8	0.25	0.2	0.2	1920	1.92
C-6	4	0.3	0.25	0.075	0.3	2880	2.88
C-7	2	0.4	0.25	0.1	0.2	1920	1.92
TOTAL					2.87	27552	27.55

Fuente: Elaboración propia

Los diferentes tipos de vigas en todas las direcciones son:

b = 0.20 m



b = 0.25 m



b = 0.30 m



b = 0.40 m



Área de Vigas

Eje x

Eje 1

$$Av_{xx1} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (1) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (1) = 3.96 \text{ m}^2$$

Eje 2

$$Av_{xx2} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (2) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (2) = 4.21 \text{ m}^2$$

Eje 3

$$Av_{xx3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (3) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (3) = 3.91 \text{ m}^2$$

Eje 4

$$Av_{xx4} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (4) = 1$$

$$A.V \text{ x-x } (4) = 2.14 \text{ m}^2$$

Eje y

Eje A

$$Av_{yyA} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (A) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (1) = 1.98 \text{ m}^2$$

Eje B

$$Av_{yyB} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (B) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (B) = 2.67 \text{ m}^2$$

Eje C

$$Av_{yyC} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (C) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (C) = 1.73 \text{ m}^2$$

Eje D

$$Av_{yyD} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (D) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (D) = 1.82 \text{ m}^2$$

Eje E

$$Av_{yyE} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (E) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (E) = 1.37 \text{ m}^2$$

Eje F

$$Av_{yyF} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (F) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (F) = 2.62 \text{ m}^2$$

Eje G

$$Av_{yyG} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (G) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (G) = 3.01 \text{ m}^2$$

Eje H

$$Av_{yyH} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (H) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (H) = 1.93 \text{ m}^2$$

Eje I

$$Av_{yyI} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (I) = 1$$

$$A.V \text{ y-y } (I) = 2.22 \text{ m}^2$$

Área total del eje x-x = 14.22 m²

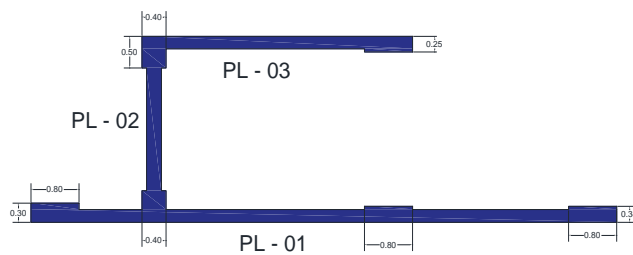
Área total del eje y-y = 19.34 m²

A V. Total = 33.56 m²

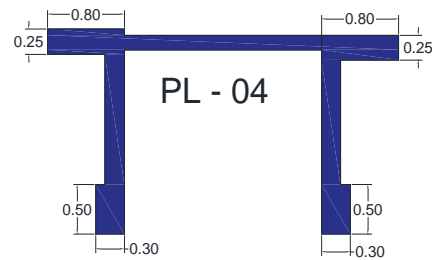
P viga = Av. total x hev x Yca

P viga = 42.06 Tn

- Existen 6 tipos de placas en el cual se determinará su área y peso respectivamente:



Área Placa 1, 2 y 3 = 3.90 m²



Área Placa 4 = 1.50 m²



Área Placa 5 = 1.76 m²



Área Placa 6 = 1.65 m²

Tabla 15. Áreas y Pesos de las placas del piso 2.

PLACAS	A (m ²)	P placa (kg)	P placa (Tn)
1, 2, 3	3.8915	37358.4	37.3584
4	1.5035	14433.6	14.4336
5	1.7535	16833.6	16.8336
6	1.655	15888	15.888
TOTAL	8.80	84513.60	84.51

Fuente: Elaboración propia

- La losa aligerada es de 300 kg/cm² para una altura de 0.20 m según la norma E030.

A techada = A total – A vacíos – A col – A placas – A vigas

A techada = 202.41 m²

P LOSA (Tn)	P enlucido (Tn)	P contrapiso (Tn)
60.72	40.48	24.29

- En la tabiquería es de 300 kg/cm²

Tabla 16. Área y Peso de la tabiquería perimétrica del piso 2

	LARGO	ALTURA	ÁREA (m ²)	P Tab (kg)	P Tab (Tn)
EJE 1	15.84	3.65	57.79775	17339.325	17.34
EJE 4	8.56	3.65	31.244	9373.2	9.37
EJE A	9.88	3.65	36.062	10818.6	10.82
EJE I	8.88	4	35.52	10656	10.66
		TOTAL	160.62	48187.13	48.19

Fuente: Elaboración propia

- Resumen de pesos

Tabla 17. Resumen de pesos en la carga muerta del piso 2

P COL	P VIGA	P PLACA	P LOSA
27.55	42.06	84.51	60.72
P ENLUCIDO	P CONTRAPISO	P TABIQUERIA	P TOTAL
40.48	24.29	48.19	327.81

Fuente: Elaboración propia

Cálculo piso 3, 4 y 5 (típico)

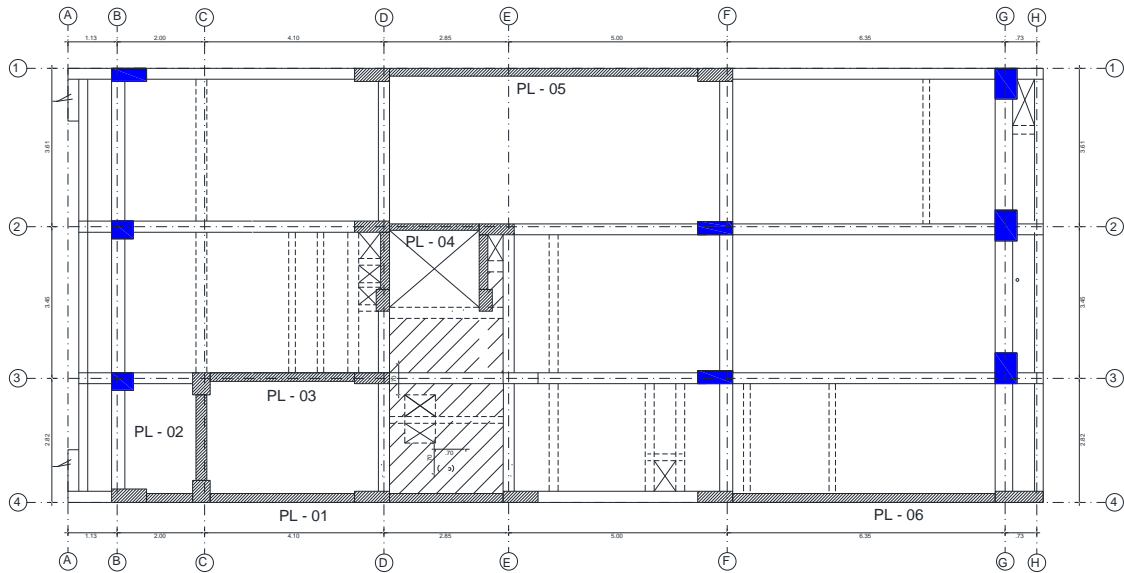


Figura 20. Vista de los elementos estructurales para el metrado del tercer, cuarto y quinto piso en el Palacio Municipal de San Miguel

Existen 5 tipos de columnas que presentan el segundo nivel, en el cual se describe: en el eje B tiene columnas C-3 y C-2; el eje E presenta columnas C-5; el eje F presenta columnas C-4 y el eje G presenta columnas C-1.

Tabla 18. Áreas y Pesos de Columnas de los Pisos 3,4 y 5.

TIPOS	CANTIDAD	B	T	AREA	AREA PISO (m ²)	Pcoli (kg)	Pcoli (Tn)
C-1	3	0.5	0.7	0.35	1.05	10080	10.08
C-2	2	0.5	0.4	0.2	0.4	3840	3.84
C-3	1	0.8	0.3	0.24	0.24	2304	2.30
C-4	2	0.8	0.3	0.24	0.48	4608	4.61
C-5	1	0.8	0.25	0.2	0.2	1920	1.92
C-6	0	0.3	0.25	0.075	0	0	0.00
C-7	0	0.4	0.25	0.1	0	0	0.00
TOTAL					2.37	22752	22.75

Fuente: Elaboración propia

Los diferentes tipos de vigas en todas las direcciones son:

b = 0.20 m



b = 0.25 m



b = 0.30 m



b = 0.40 m



Área de Vigas

Eje x

Eje 1

$$Av_{xx1} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (1) = 1$$

$$A.V \text{ x-x} (1) = 2.93 \text{ m}^2$$

Eje 2

$$Av_{xx2} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (2) = 1$$

$$A.V \text{ x-x} (2) = 4.21 \text{ m}^2$$

Eje 3

$$Av_{xx3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (3) = 1$$

$$A.V \text{ x-x} (3) = 3.91 \text{ m}^2$$

Eje 4

$$Av_{xx4} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (4) = 1$$

$$A.V \text{ x-x} (4) = 1.11 \text{ m}^2$$

Eje y

Eje A

$$Av_{yyA} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (A) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (1) = 1.98 \text{ m}^2$$

Eje B

$$Av_{yyB} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (B) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (B) = 2.67 \text{ m}^2$$

Eje C

$$Av_{yyC} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (C) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (C) = 1.73 \text{ m}^2$$

Eje D

$$Av_{yyD} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (D) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (D) = 1.82 \text{ m}^2$$

Eje E

$$Av_{yyE} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (E) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (E) = 1.37 \text{ m}^2$$

Eje F

$$Av_{yyF} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (F) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (F) = 2.62 \text{ m}^2$$

Eje G

$$Av_{yyG} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (G) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (G) = 3.01 \text{ m}^2$$

Eje H

$$Av_{yyH} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (H) = 1$$

$$A.V \text{ y-y} (H) = 1.93 \text{ m}^2$$

Área total del eje x-x = 12.15 m²

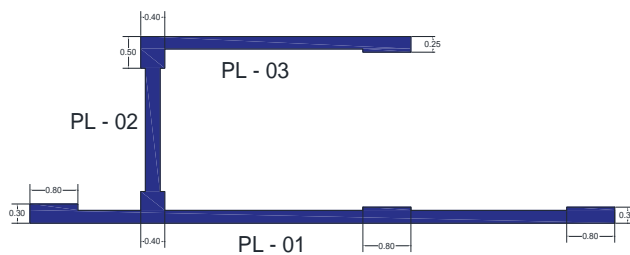
Área total del eje y-y = 17.12 m²

A V. Total = 30.38 m²

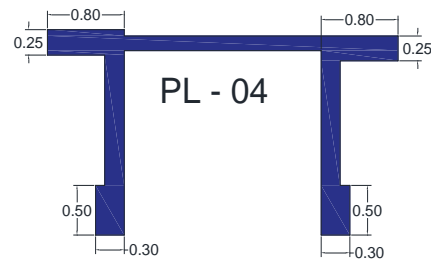
P viga = Av. total x hev x Yca

P viga = 38.27 Tn

- Existen 6 tipos de placas en el cual se determinará su área y peso respectivamente:



Área Placa 1, 2 y 3 = 3.90 m²



Área Placa 4 = 1.50 m²



Área Placa 5 = 1.76 m²



Área Placa 6 = 1.65 m²

Tabla 19. Áreas y Pesos de las placas de los pisos 3, 4 y 5.

PLACAS	A (m ²)	P placa (kg)	P placa (Tn)
1, 2, 3	3.8915	37358.4	37.3584
4	1.5035	14433.6	14.4336
5	1.7535	16833.6	16.8336
6	1.655	15888	15.888
TOTAL	8.80	84513.60	84.51

Fuente: Elaboración propia

- La losa aligerada es de 300 kg/cm² para una altura de 0.20 m según la norma E030.

A techada = A total – A vacíos – A col – A placas – A vigas

A techada = 172.42 m²

P LOSA (Tn)	P enlucido (Tn)	P contrapiso (Tn)
51.73	34.48	20.69

- En la tabiquería es de 300 kg/cm²

Tabla 20. Área y Peso de la tabiquería perimétrica de los pisos 3, 4 y 5.

	LARGO	ALTURA	ÁREA (m ²)	P Tab (kg)	P Tab (Tn)
EJE 1	11.71	3.65	42.72325	12816.975	12.82
EJE 4	4.43	3.65	16.1695	4850.85	4.85
EJE A	9.88	3.65	36.062	10818.6	10.82
EJE H	9.63	3.65	35.1495	10544.85	10.54
TOTAL			130.10	39031.28	39.03

Fuente: Elaboración propia

- Resumen de pesos

Tabla 21. Resumen de pesos en la carga muerta de los pisos 3, 4 y 5.

P COL	P VIGA	P PLACA	P LOSA
22.75	38.27	84.51	51.73
P ENLUCIDO	P CONTRAPISO	P TABIQUERIA	P TOTAL
34.48	20.69	39.03	291.47

Fuente: Elaboración propia

Cálculo piso 6

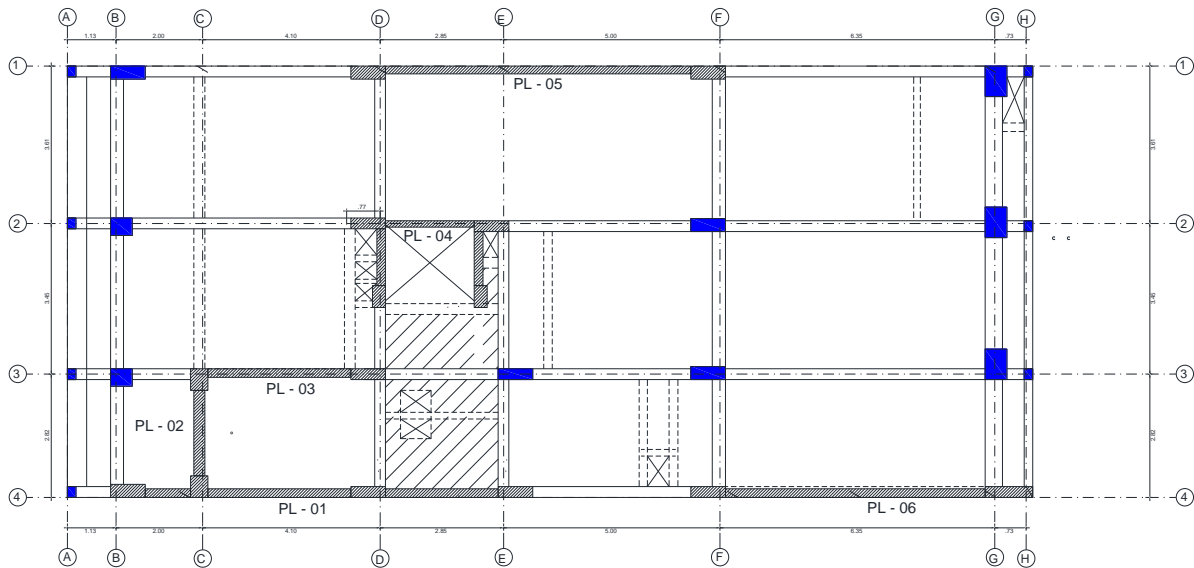


Figura 21. Vista de los elementos estructurales para el metrado del sexto piso en el Palacio Municipal de San Miguel

Existen 5 tipos de columnas que presentan el segundo nivel, en el cual se describe: en el eje A tiene columnas C-A1; el eje B tiene columnas C-3 y C-2; el eje E presenta columnas C-5; el eje F presenta columnas C-4; el eje G presenta columnas C-1 y el eje H presenta columnas C-A1.

Tabla 22. Áreas y Pesos de Columnas del Piso 6

TIPOS	CANTIDAD D	B	T	AREA	AREA PISO (m ²)	Pcoli (kg)	Pcoli (Tn)
C-1	3	0.5	0.7	0.35	1.05	10080	10.08
C-2	2	0.5	0.4	0.2	0.4	3840	3.84
C-3	1	0.8	0.3	0.24	0.24	2304	2.30
C-4	2	0.8	0.3	0.24	0.48	4608	4.61
C-5	1	0.8	0.25	0.2	0.2	1920	1.92
C-A1	7	0.15	0.25	0.0375	0.2625	2520	2.52
C-7	0	0.4	0.25	0.1	0	0	0.00
TOTAL					2.6325	25272	25.27

Fuente: Elaboración propia

Los diferentes tipos de vigas en todas las direcciones son:

b = 0.20 m



b = 0.25 m



b = 0.30 m



b = 0.40 m



Área de Vigas

Eje x

Eje 1

$$Av_{xx1} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (1) = 1$$

$$A.V \text{ x-x (1)} = 2.93 \text{ m}^2$$

Eje 2

$$Av_{xx2} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (2) = 1$$

$$A.V \text{ x-x (2)} = 4.21 \text{ m}^2$$

Eje 3

$$Av_{xx3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (3) = 1$$

$$A.V \text{ x-x (3)} = 3.91 \text{ m}^2$$

Eje 4

$$Av_{xx4} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\#Ejes (4) = 1$$

$$A.V \text{ x-x (4)} = 1.11 \text{ m}^2$$

Eje y

Eje A

$$Av_{yyA} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (A) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (1)} = 4.45 \text{ m}^2$$

Eje B

$$Av_{yyB} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (B) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (B)} = 2.67 \text{ m}^2$$

Eje C

$$Av_{yyC} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (C) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (C)} = 1.73 \text{ m}^2$$

Eje D

$$Av_{yyD} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (D) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (D)} = 1.82 \text{ m}^2$$

Eje E

$$Av_{yyE} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (E) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (E)} = 1.37 \text{ m}^2$$

Eje F

$$Av_{yyF} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (F) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (F)} = 2.62 \text{ m}^2$$

Eje G

$$Av_{yyG} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (A) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (G)} = 3.01 \text{ m}^2$$

Eje H

$$Av_{yyH} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\#Ejes (H) = 1$$

$$A.V \text{ y-y (H)} = 1.93$$

Área total del eje x-x = 12.15 m²

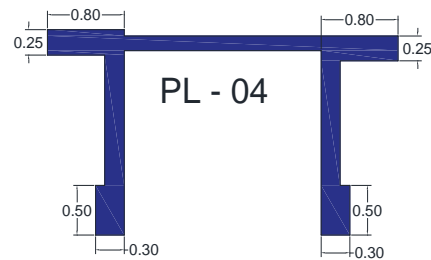
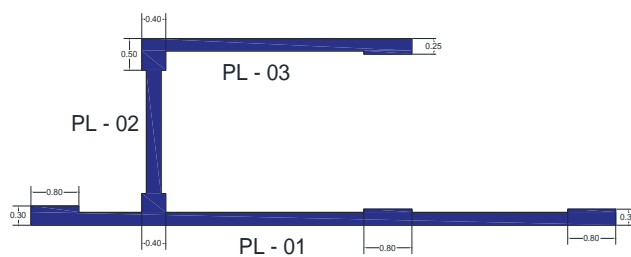
Área total del eje y-y = 19.59 m²

A V. Total = 31.75 m²

P viga = Av. total x hev x Yca

P viga = 41.53 Tn

- Existen 6 tipos de placas en el cual se determinará su área y peso respectivamente:



Área Placa 1, 2 y 3 = 3.90 m²

Área Placa 4 = 1.50 m²



Área Placa 5 = 1.76 m²

Área Placa 6 = 1.65 m²

Tabla 23. Áreas y Pesos de las placas del piso 6

PLACAS	A (m ²)	P placa (kg)	P placa (Tn)
1, 2, 3	3.8915	37358.4	37.3584
4	1.5035	14433.6	14.4336
5	1.7535	16833.6	16.8336
6	1.655	15888	15.888
TOTAL	8.80	84513.60	84.51

Fuente: Elaboración propia

- La losa aligerada es de 300 kg/cm² para una altura de 0.20 m según la norma E030.
- A techada = A total – A vacíos – A col – A placas – A vigas

A techada = 169.95 m²

P LOSA (Tn)	P enlucido (Tn)	P contrapiso (Tn)
50.99	33.99	20.39

- En la tabiquería es de 300 kg/cm²

Tabla 24. Área y Peso de la tabiquería perimétrica del piso 6

	LARGO	ALTURA	AREA (m ²)	P Tab (kg)	P Tab (Tn)
EJE 1	11.71	3.65	42.72325	12816.975	12.82
EJE 4	4.43	3.65	16.1695	4850.85	4.85
EJE A	9.88	3.65	36.062	10818.6	10.82
EJE H	9.63	3.65	35.1495	10544.85	10.54
		TOTAL	130.10	39031.28	39.03

Fuente: Elaboración propia

- Resumen de pesos

Tabla 25. Resumen de pesos en la carga muerta del piso 6.

P COL	P VIGA	P PLACA	P LOSA
22.75	41.53	84.51	50.99
P ENLUCIDO	P CONTRAPISO	P TABIQUERIA	P TOTAL
33.99	20.39	39.03	293.20

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de carga viva

Tabla 26. Peso de la sobrecarga de todos los niveles

	SC kg/m ²	AT - AC - AP	P SC (Tn)
PISO 1	250	241.56	60.39
PISO 2	250	242.04	60.51
PISO 3	250	207.77	51.94
PISO 4	250	207.77	51.94
PISO 5	250	207.77	51.94
PISO 6	250	207.77	51.94

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de fuerza sísmica:

Según la norma E.030 en este tipo de edificio se tomará un 50% de la carga viva adicional al peso del edificio.

Tabla 27. *Peso sísmico según norma E 030 en todos los niveles*

PESO	CM + CV	P SISMO (Tn)
PISO 1	389.75	419.94
PISO 2	388.33	418.58
PISO 3	343.41	369.38
PISO 4	343.41	369.38
PISO 5	343.41	369.38
PISO 6	345.14	371.11

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del peso total:

Según la norma E.020 la combinación de cargas a usar es la siguiente:

$$\alpha [D + L + (0,70 E)]$$

α = Factor que tendrá un valor mínimo de 0.75

D = Carga Muerta

L = Carga viva

E = Carga Sísmica

Tabla 28. *Combinación de todas las cargas en todos los niveles del edificio*

PISO 1	512.78 Tn
PISO 2	511.00 Tn
PISO 3	451.49 Tn
PISO 4	451.49 Tn
PISO 5	451.49 Tn
PISO 6	453.69 Tn

Fuente: Elaboración propia

Resultado del primer objetivo:

El resultado de los pesos de los componentes físicos de la estructura por cada nivel según la tabla 28, influirá en el resultado del comportamiento de la estructura, según este trabajo de investigación la manera que influirá el resultado de los pesos por piso es que deben ser menor de 900 Ton, ya que, si alguno de los pisos sobrepasa el peso indicado, este empezará a presentar vulnerabilidad sísmica.

Análisis y desarrollo del Método Hirosawa

A partir de ahora se presenta los resultados de la investigación a través de 12 puntos específicos, que son el desarrollo de cada uno de los niveles del Palacio Municipal de San Miguel, en dirección X e Y respectivamente.

a) Desarrollo del 1er nivel en X

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del E_o:

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_i + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 29. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 1er nivel en dirección X

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	1.64
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	1.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.47
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 30. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 1er nivel en dirección X

Cc	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.47	
f'c	=	resistencia del concreto	=	2100.00	Tn/m ²
Wj	=	Peso del piso	=	512.78	Tn
ΣAC1	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0.92	m ²
ΣAC2	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.95	m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 31. Características de las columnas del 1er nivel en dirección X

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	AC1	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.80	4.56	AC1	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	AC1	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	AC1	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.65	0.50	7.30	AC2	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.65	0.50	7.30	AC2	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.65	0.50	7.30	AC2	0.35
C-6	C10	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08
C-6	C11	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08
C-6	C12	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08
C-7	C13	4.00	0.40	0.25	4.00	0.40	10.00	AC2	0.10
C-7	C14	4.00	0.40	0.25	4.00	0.40	10.00	AC2	0.10
C-6	C15	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum AC1 = 0.92 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.95 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad ; \quad q_i = [1.0 - (1 - G_i) * R_i]$$

Tabla 32. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 1er nivel en dirección X

N°	ITEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo – ancho	2.67	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 33. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 1er nivel en la dirección X

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 34. Cálculo del Is para el 1er nivel en dirección X

Eo	1.64
SD	1.00
T	0.90
Is	1.47

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{Iso(japón)} = \frac{Sa(perú)}{Sa(japón)}$$

$$\frac{Iso(perú)}{Iso(japón)} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 1.47 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

b) Desarrollo del 1er nivel en Y

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_i + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 35. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 1er nivel en dirección Y

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	1.67
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	1.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.48
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 36. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 1er nivel en dirección Y

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.48
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	512.78 Tn
ΣAC1	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	1.05 m ²
ΣAC2	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.82 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 37. Características de las columnas del 1er nivel en dirección Y

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-6	C10	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08
C-6	C11	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08
C-6	C12	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08
C-7	C13	4.00	0.40	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.10
C-7	C14	4.00	0.40	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.10
C-6	C15	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 1.05 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.82 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 38. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 1er nivel en dirección Y

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.67	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 39. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 1er nivel en la dirección Y

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 40. Cálculo del Is para el 1er nivel en dirección Y

Eo	1.67
SD	1.00
T	0.90
Is	1.50

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 1.50 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

c) Desarrollo del 2do nivel en X

Cálculo del Is:

$$Is = Eo * SD * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

SD = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del E_o :

$$E_p = \frac{(np + 1)}{(ni + 1)} \times \alpha \times 3 \times C_c \times F$$

Tabla 41. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 2do nivel en dirección X

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	1.10
N_p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	2.00
α_3	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C_c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.47
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del C_c :

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 42. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 2do nivel en dirección X

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.47
f'_c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W_j	=	Peso del piso	=	511.00 Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0.92 m ²
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.95 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 43. Características de las columnas del 2do nivel en dirección X

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
-----------------	----------	-------	-------	-------	--------	---	--------	----------------	------------------------

C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.80	4.56	ACI	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-6	C10	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08
C-6	C11	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08
C-6	C12	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08
C-7	C13	4.00	0.40	0.25	4.00	0.40	10.00	AC2	0.10
C-7	C14	4.00	0.40	0.25	4.00	0.40	10.00	AC2	0.10
C-6	C15	4.00	0.30	0.25	4.00	0.30	13.33	AC2	0.08

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 0.92 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.95 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad ; \quad q_i = [1.0 - (1 - G_i) * R_i]$$

Tabla 44. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 2do nivel en dirección X

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.67	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 45. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 2do nivel en la dirección X

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 46. Cálculo del Is para el 2do nivel en dirección X

Eo	1.10
SD	1.00
T	0.90
Is	0.99

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 0.99 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

d) Desarrollo del 2do nivel en Y

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del E_o :

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_i + 1)} \times 3 \times C_c \times F$$

Tabla 47. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 2do nivel en dirección Y

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	1.11
N_p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	2.00
α_3	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C_c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.48
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del C_c :

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 48. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 2do nivel en dirección Y

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.48
f'_c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W_j	=	Peso del piso	=	511.00 Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	1.05 m ²
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.82 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 49. Características de las columnas del 2do nivel en dirección Y

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-6	C10	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08
C-6	C11	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08
C-6	C12	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08
C-7	C13	4.00	0.40	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.10
C-7	C14	4.00	0.40	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.10
C-6	C15	4.00	0.30	0.25	4.00	0.25	16.00	AC2	0.08

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 1.05 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.82 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 50. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 2do nivel en dirección Y

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.67	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 51. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 2do nivel en la dirección Y

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 52. Cálculo del Is para el 2do nivel en dirección Y

Eo	1.11
SD	1.00
T	0.90
Is	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 1.00 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

e) Desarrollo del 3er nivel en X

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_i + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 53. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 3er nivel en dirección X

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.79
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	3.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.45
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 54. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 3er nivel en dirección X.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.45	
f'c	=	resistencia del concreto	=	2100.00	Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	451.49	Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0.92	m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.45	m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 55. Características de las columnas del 3er nivel en dirección X

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.80	4.56	ACI	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 0.92 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.45 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 56. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 3er nivel en dirección X

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 57. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 3er nivel en la dirección X

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 58. Cálculo del Is para el 3er nivel en dirección X

Eo	0.79
SD	1.00
T	0.90
Is	0.71

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 0.71 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

f) Desarrollo del 3er nivel en Y

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del E_o:

$$E_p = \frac{(np + 1)}{(ni + 1)} \times \alpha \times 3 \times C_c \times F$$

Tabla 59. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 3er nivel en dirección Y

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.80
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	3.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.46
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del C_c:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 60. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 3er nivel en dirección Y.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.46	
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00	Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	451.49	Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	1.05	m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.32	m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 61. Características de las columnas del 3er nivel en dirección Y

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 1.05 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.32 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad ; \quad q_i = [1.0 - (1 - G_i) * R_i]$$

Tabla 62. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 3er nivel en dirección Y

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 63. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 3er nivel en la dirección Y

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 64. Cálculo del Is para el 3er nivel en dirección Y

Eo	0.80
SD	1.00
T	0.90
Is	0.72

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 0.72 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

g) Desarrollo del 4to nivel en X

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_i + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 65. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 4to nivel en dirección X

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.63
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	4.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.45
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 66. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 4to nivel en dirección X.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.45	
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00	Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	451.49	Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0.92	m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.45	m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 67. Características de las columnas del 4to nivel en dirección X

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.80	4.56	ACI	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 0.92 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.45 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 68. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 4to nivel en dirección X

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 69. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 4to nivel en la dirección X

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 70. Cálculo del Is para el 4to nivel en dirección X

Eo	0.63
SD	1.00
T	0.90
Is	0.57

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(\text{perú})}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(\text{perú}) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 0.57 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

h) Desarrollo del 4to nivel en Y

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_i + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 71. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 4to nivel en dirección Y

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.64
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	4.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.46
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 72. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 4to nivel en dirección Y.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.46
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	451.49 Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	1.05 m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.32 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 73. Características de las columnas del 4to nivel en dirección Y

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 1.05 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.32 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 74. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 4to nivel en dirección Y

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 75. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 4to nivel en la dirección Y

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 76. Cálculo del Is para el 4to nivel en dirección Y

Eo	0.64
SD	1.00
T	0.90
Is	0.58

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 0.58 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

i) Desarrollo del 5to nivel en X

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(np + 1)}{(ni + 1)} \times \alpha \times 3 \times C_c \times F$$

Tabla 77. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 5to nivel en dirección X

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.53
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	5.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.45
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 78. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 5to nivel en dirección X.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.45
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	451.49 Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0.92 m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.45 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 79. Características de las columnas del 5to nivel en dirección X

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.80	4.56	ACI	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 0.92 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.45 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 80. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 5to nivel en dirección X

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 81. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 5to nivel en la dirección X

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 82. Cálculo del Is para el 5to nivel en dirección X

Eo	0.53
SD	1.00
T	0.90
Is	0.47

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{lcl} Is & > & Iso \\ 0.47 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

j) Desarrollo del 5to nivel en Y

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_i + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 83. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 5to nivel en dirección Y

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.54
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	5.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.46
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 84. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 5to nivel en dirección Y.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.46
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	451.49 Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	1.05 m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.32 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 85. Características de las columnas del 5to nivel en dirección Y

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 1.05 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.32 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad ; \quad q_i = [1.0 - (1 - G_i) * R_i]$$

Tabla 86. Valores de G_i y R_i en la evaluación del 5to nivel en dirección Y

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 87. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 5to nivel en la dirección Y

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 88. Cálculo del Is para el 5to nivel en dirección Y

Eo	0.54
SD	1.00
T	0.90
Is	0.48

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$\begin{array}{ccc} Is & > & Iso \\ 0.48 & > & 0.21 \end{array}$$

SEGURO

k) Desarrollo del 6to nivel en X

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(np + 1)}{(ni + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 89. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 6to nivel en dirección X

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.49
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	6.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.49
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 90. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 6to nivel en dirección X.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.49
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	456.60 Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0.92 m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.71 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 91. Características de las columnas del 6to nivel en dirección X

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.50	7.30	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.80	4.56	ACI	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.80	4.56	ACI	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.50	7.00	AC2	0.35
C-A1	C10	4.00	0.15	0.25	3.65	0.15	24.33	AC2	0.04
C-A1	C11	4.00	0.15	0.25	3.65	0.15	24.33	AC2	0.04
C-A1	C12	4.00	0.15	0.25	3.65	0.15	24.33	AC2	0.04
C-A1	C13	4.00	0.15	0.25	3.65	0.15	24.33	AC2	0.04
C-A1	C14	4.00	0.15	0.25	3.65	0.15	24.33	AC2	0.04
C-A1	C15	4.00	0.15	0.25	3.65	0.15	24.33	AC2	0.04
C-A1	C16	4.00	0.15	0.25	3.65	0.15	24.33	AC2	0.04

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 0.92 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.71 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 92. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 6to nivel en dirección X

N°	ÍTEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 93. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 6to nivel en la dirección X

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 94. Cálculo del Is para el 6to nivel en dirección X

Eo	0.49
SD	1.00
T	0.90
Is	0.44

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$Is > Iso$$

$$0.44 > 0.21$$

SEGURO

l) Desarrollo del 6to nivel en Y

Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E_o = índice sísmico básico de comportamiento estructural

S_D = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo del Eo:

$$E_p = \frac{(np + 1)}{(ni + 1)} \times \alpha_3 \times C_c \times F$$

Tabla 95. Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del 6to nivel en dirección Y

E_o	=	Índice sísmico básico de comportamiento estructural	=	0.50
N _p	=	Número de pisos del Edificio	=	6.00
i	=	Nivel que se evalúa	=	6.00
α ₃	=	Factor de reducción de la capacidad resistente - columnas	=	1.00
C _c	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.50
F	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1.00

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \times \frac{10 \times \sum AC1 + 7 \times \sum AC2}{W_j}$$

Tabla 96. Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado para la evaluación del 6to nivel en dirección Y.

C_c	=	Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas	=	0.50
f' _c	=	resistencia del concreto	=	2100.00 Tn/m ²
W _j	=	Peso del piso	=	456.60 Tn
∑AC ₁	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	1.05 m ²
∑AC ₂	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.58 m ²

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004.

Tabla 97. Características de las columnas del 6to nivel en dirección Y

Tipo de Columna	Columnas	H (m)	b (m)	d (m)	ho (m)	D	(ho/D)	Para Condición	Área (m ²)
C-3	C1	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-2	C2	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-2	C3	4.00	0.50	0.40	3.65	0.40	9.13	AC2	0.20
C-5	C4	4.00	0.80	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.20
C-4	C5	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-4	C6	4.00	0.80	0.30	3.65	0.30	12.17	AC2	0.24
C-1	C7	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C8	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-1	C9	4.00	0.50	0.70	3.50	0.70	5.00	ACI	0.35
C-A1	C10	4.00	0.15	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.04
C-A1	C11	4.00	0.15	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.04
C-A1	C12	4.00	0.15	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.04
C-A1	C13	4.00	0.15	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.04
C-A1	C14	4.00	0.15	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.04
C-A1	C15	4.00	0.15	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.04
C-A1	C16	4.00	0.15	0.25	3.65	0.25	14.60	AC2	0.04

Fuente: Elaboración propia.

$$\sum ACI = 1.05 \text{ m}^2$$

$$\sum AC2 = 1.58 \text{ m}^2$$

Cálculo del SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad ; \quad qi = [1.0 - (1 - Gi) * Ri]$$

Tabla 98. Valores de Gi y Ri en la evaluación del 6to nivel en dirección Y

N°	ITEM	VALOR	GI	RI
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	2.26	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio inferior	-	-	-
5	Excentricidad de Atio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$qi = 1$$

$$SD = 1$$

Cálculo del T:

Tabla 99. Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de daño en la estructura en la evaluación del 6to nivel en la dirección Y

T1	=	No presenta signos de deformación	=	1.0
T2	=	Presenta corrosiones, pero sin filtración de armadura	=	0.9
T3	=	No ha experimentado incendio	=	1.0
T4	=	No contiene sustancias químicas	=	1.0
T5	=	Presenta daño estructural ligero o no estructural	=	1.0

Fuente: Elaboración propia en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

Valor del índice Is:

Tabla 100. Cálculo del Is para el 6to nivel en dirección Y

Eo	0.50
SD	1.00
T	0.90
Is	0.45

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del índice Iso:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo III):

$$\frac{Iso(perú)}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(perú) = 0.2121$$

$$Is > Iso$$

$$0.45 > 0.21$$

SEGURO

El proyecto de investigación realizado tuvo como objetivo principal determinar la vulnerabilidad de la estructura para conocer su riesgo frente a un evento sísmico, concluyendo con un análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Según los resultados obtenidos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 101. Resultados del índice de resistencia en ambas direcciones (x-x ; y-y) por el método Hirosawa

Nivel	Eo X-X	SD X-X	T X-X	Is X-X
6	0.49	1.00	0.90	0.44
5	0.53	1.00	0.90	0.47
4	0.63	1.00	0.90	0.57
3	0.79	1.00	0.90	0.71
2	1.10	1.00	0.90	0.99
1	1.64	1.00	0.90	1.47

Nivel	Eo Y-Y	SD Y-Y	T Y-Y	Is Y-Y
6	0.50	1.00	0.90	0.45
5	0.54	1.00	0.90	0.48
4	0.64	1.00	0.90	0.58
3	0.80	1.00	0.90	0.72
2	1.11	1.00	0.90	1.00
1	1.67	1.00	0.90	1.50

Fuente: Elaboración propia

Resultado 2

El cálculo del índice de deterioro de la estructura está siendo representada por "T", la cual el cálculo se realizó mediante una visita al edificio, ver anexo 4, el cual se infiere de estos resultados que las diferentes causas de deterioro de la estructura, como incendio, humedad y carga soportada por los años influyen en el resultado

de la vulnerabilidad, es decir que mientras más deterioro o daño presente la estructura este se encuentre con una gran probabilidad de ser vulnerable sísmicamente.

Resultado 3:

En la tabla 101 en los resultados presentados se encuentra el índice de comportamiento de la estructura, la cual es representada por las siglas E_o , la manera que influye estos resultados en el uso del método de Hirosawa para conocer la vulnerabilidad del edificio, fueron que mientras los resultados del $E_o > 0.23$, el edificio no será vulnerable sísmicamente.

Tabla 102. Resultado de seguridad sísmica por el método de Hirosawa

Nivel	Isx	Isy	Iso	Direccion X	Direccion Y
6	0.44	0.45	0.21	SEGURO	SEGURO
5	0.47	0.48	0.21	SEGURO	SEGURO
4	0.57	0.58	0.21	SEGURO	SEGURO
3	0.71	0.72	0.21	SEGURO	SEGURO
2	0.99	1.00	0.21	SEGURO	SEGURO
1	1.47	1.50	0.21	SEGURO	SEGURO

Fuente: Elaboración Propia

Resultado final

Según los resultados obtenidos del índice de resistencia por el método Hirosawa observamos que el Palacio Municipal de San Miguel es seguro ante un sismo en lo que es resistencia, es decir, que el edificio en la actualidad resistirá un evento sísmico de gran magnitud; esto se debe a la suma de las áreas de columnas de concreto armado donde la relación entre altura libre y el ancho es mayor que 6 y el poco peso que soportan los elementos estructurales, es decir, que mientras el método se use de manera minuciosa podrá evidenciar una probabilidad de inseguridad y los resultados serán mayor acertados. El resultado final fue la vulnerabilidad estructural con la evaluación del Método Hirosawa resulta SEGURO.

Modelamiento en Etabs

Se realizó un modelamiento del edificio en Etabs para corroborar el resultado de vulnerabilidad sísmica con el Método Japonés de Hirosawa, en el cual se dieron los siguientes resultados.

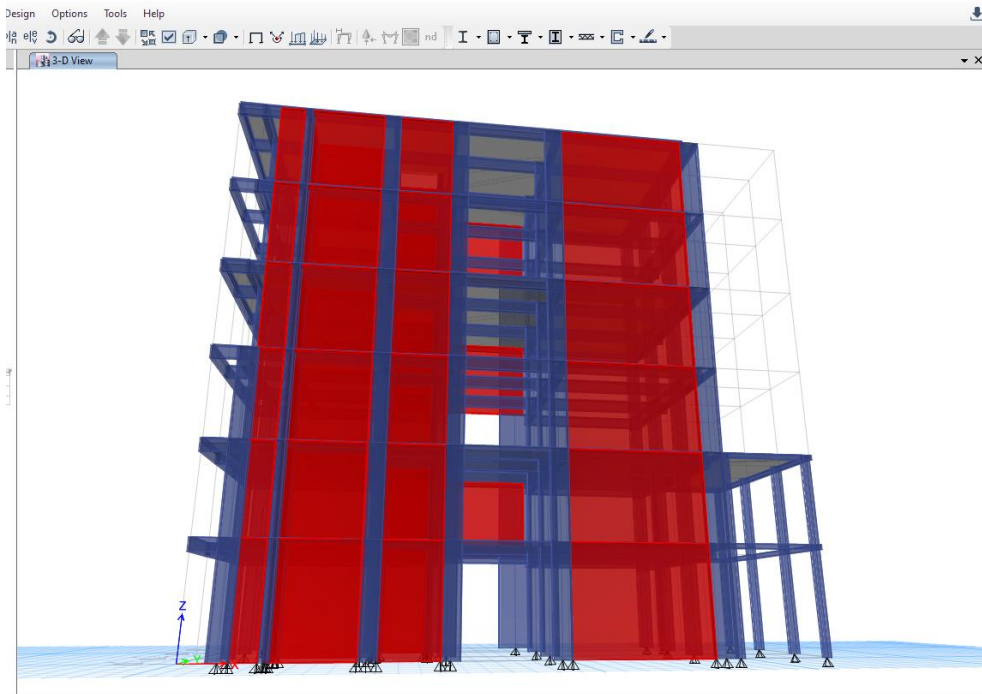


Figura 22. Vista 3D del modelamiento en Etabs de la estructura

Story Drifts

5 de 12 | Reload Apply

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
	Story6	DISTOREST Max	X	0.0068
	Story6	DISTOREST Max	Y	0.004867
	Story5	DISTOREST Max	X	0.005419
	Story5	DISTOREST Max	Y	0.005247
▶	Story4	DISTOREST Max	X	0.006584
	Story4	DISTOREST Max	Y	0.005361
	Story3	DISTOREST Max	X	0.006957
	Story3	DISTOREST Max	Y	0.005153
	Story2	DISTOREST Max	X	0.004093
	Story2	DISTOREST Max	Y	0.004362
	Story1	DISTOREST Max	X	0.003773
	Story1	DISTOREST Max	Y	0.002504

Figura 23. Análisis Estático del Palacio Municipal de San Miguel

Según la norma peruana E30 la distorsión estática debe sobrepasar el 0.007 tanto en el eje X como en Y para que la edificación sea considerada vulnerable sísmicamente, entonces según los resultados obtenidos por el software el edificio es SEGURO.

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
	Story6	DISTORDIN M	X	0.006717
	Story6	DISTORDIN M	Y	0.003728
	Story5	DISTORDIN M	X	0.006158
	Story5	DISTORDIN M	Y	0.00401
	Story4	DISTORDIN M	X	0.006172
	Story4	DISTORDIN M	Y	0.004052
	Story3	DISTORDIN M	X	0.006592
	Story3	DISTORDIN M	Y	0.003845
▶	Story2	DISTORDIN M	X	0.005139
	Story2	DISTORDIN M	Y	0.003184
	Story1	DISTORDIN M	X	0.002691
	Story1	DISTORDIN M	Y	0.001772

Figura 24. Análisis Dinámico del Palacio Municipal de San Miguel

Según la norma peruana E30 la distorsión dinámica debe sobrepasar el 0.007 tanto en el eje X como en Y para que la edificación sea considerada vulnerable sísmicamente, entonces según los resultados obtenidos por el software el edificio es SEGURO.

V. DISCUSIÓN

1. Según la tesis “Evaluación de vulnerabilidad sísmica y autoconstrucción de viviendas de la urbanización Carabayllo de Comas, 2016” en el cual realizó un levantamiento de campo de 30 viviendas y realizó un análisis de vulnerabilidad sísmica en el cual tomó en cuenta los componentes físicos de las edificaciones y las dividió en tipo de estructuras por los componentes que tenía en el cual se muestra en la siguiente tabla 103.

Tabla 103. Viviendas analizadas por su tipo de estructura

TIPO DE ESTRUCTURA	CANTIDAD	ZAPATAS	CIMIENTO CORRIDO	LADRILLO SOLIDO ARTESANAL	LADRILLO INDUSTRIAL	COLUMNA DE CONFINAMIENTO	COLUMNAS AISLADA	VIGA CHATA	VIGA PERALTADA	TECHO ALIGERADO	TECHO CALAMINA	%
TIPO I	2	X	X		X		X	X	X	X		6.67
TIPO II	5		X		X	X	X	X	X	X		16.67
TIPO III	18		X	X		X		X		X		60.00
TIPO IV	5		X	X		X					X	16.67
TOTAL	30											100

Fuente: Elaborado por Baldeon Nieto, Miguel



Figura 25. Tipos de estructuras analizadas por Baldeon Nieto, Miguel

La cual este tipo de estructuras influyen en el cálculo de la vulnerabilidad de las edificaciones, así como en los resultados del presente proyecto de investigación,

en los cuales para poder realizar el método y hallar la vulnerabilidad de la edificación se determina que los componentes físicos de la estructura son un dato relevante que influye en el tipo y calidad en las cuales se usaron para acertar en seguridad del edificio; mientras que en el presente proyecto de investigación la influencia que tiene en el hallazgo de la vulnerabilidad se basa en el peso de estos componentes.

2. Según el antecedente de García y Rumiche en el que utiliza el método de vulnerabilidad Benedetti – Petrini en el cual concluyó que el método resultó ser práctico en el análisis de vulnerabilidad, ya que se basa en una inspección visual de modo rápido y sencillo y que no es necesario ingresar al edificio, el cual discrepa en una gran proporción con el método Hirosawa, ya que el ingreso a los edificios es un parámetro fundamental para los cálculos precisos del método, en sí realizar una inspección minuciosa nos da proporción un mejor resultado de la vulnerabilidad de la estructura. El tener conocimiento del estado actual de la estructura nos garantiza un mejor cálculo del factor “T” en cual es muy determinante al momento de hallar nuestro índice de resistencia del método Hirosawa.

Sin embargo, los factores de riesgo si influyen en su cálculo de vulnerabilidad de las viviendas, estas influyen como deterioro de las estructuras, la cual es un índice que tuvo que calcular con las inspecciones por fuera de las viviendas, esos deterioros de la estructura o conocimientos si sufrió daños a mayor escala fueron determinantes en el uso del método Hirosawa en la presente tesis.

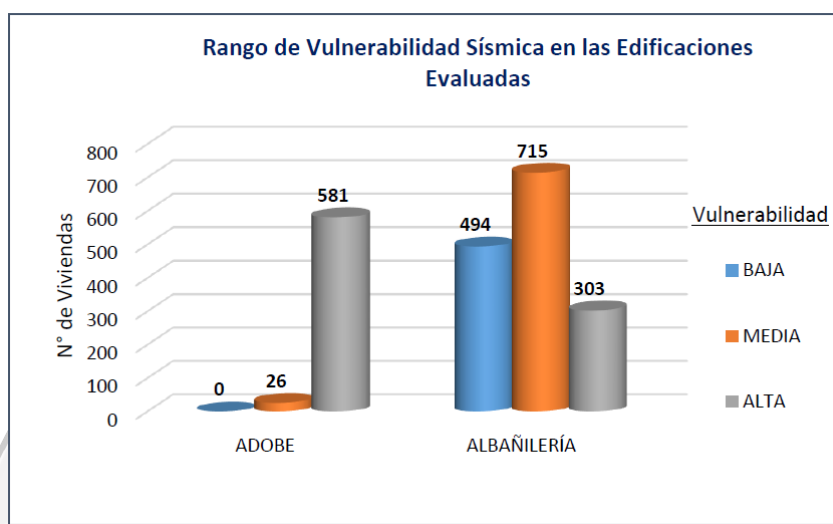


Figura 26. Resultados de los rangos de vulnerabilidad para edificaciones de adobe y albañilería según García y Rumiche

3. Según el antecedente de Quiroz Luis, en el cual realizó un formato “UPAO 2014” para realizar inspecciones de forma rápida de las estructuras de concreto, este formato se asimila al formato usado en el Método Hirosawa para el cálculo del índice de deterioro de la edificación, en sí el método usado para hallar la vulnerabilidad en esta tesis es diferente al método aplicado en el presente proyecto de investigación el formato UPAO 2014, ayuda al hallazgo de información más precisa para el cálculo de deterioro de la estructura, de este formato realizado por Quiroz se infiere que los factores de riesgo influyen tanto en los deterioros como en las ubicaciones de la estructura para poder hallar la vulnerabilidad de las edificaciones.

a. FORMATO

The figure consists of two main parts. On the left is the 'UPAO - 2014' data collection form, which includes fields for 'DIRECCION', 'PROPIETARIO', 'CEL.', 'N° PISOS', 'AÑO DE CONSTRUCCIÓN', 'INSPECTOR', 'FECHA', 'AREA TOTAL CONSTRUIDA', 'NOMBRE DE LA EDIFICACION', and 'USO'. It also has a large 'FOTOGRAFIA' section. Below these are sections for 'ESCALA', 'AMENAZA POTENCIAL', 'FALLAS', and 'EVALUACION FINAL'. On the right is the 'EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES DE CONCRETO' results form, which includes a 'RECOMENDACION' section with three levels (Alta, Mediana, Baja), a '2. AMENAZAS POTENCIALES' section, and a '3. FALLAS ESTRUCTURALES' section. The results form also includes a 'COMENTARIOS' section and a 'SI NO' evaluation scale.

Figura 27. Formato de recolección de datos y resultados elaborado por Quiroz.

4. En el artículo “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio Municipal de la ciudad de Machal” en el cual realiza un modelado de la estructura en Sap2000 en el cual obtiene un desplazamiento meta de 70 cm obtenido del análisis tiempo-historia (no lineal), aplicado al pórtico X2, la edificación se encuentra bajo el límite de desempeño asociado a inmediata ocupación (B-IO) con el 65% de sus elementos estructurales incursionando en el rango elástico, y para el 35% restante se tendrá que hacer los debidos reforzamientos, en el cual el factor de

comportamiento de la estructura influye en el desplazamiento de los análisis realizado en el Sap2000, el cual se infiere que los resultados de comportamiento de la estructura mientras sea menor, colocaría a la estructura más vulnerable sísmicamente, el cual infiere con el hallazgo del índice de comportamiento de la estructura en el cual este debe ser mayor a 0.23 para que la estructura se encuentre no vulnerable..

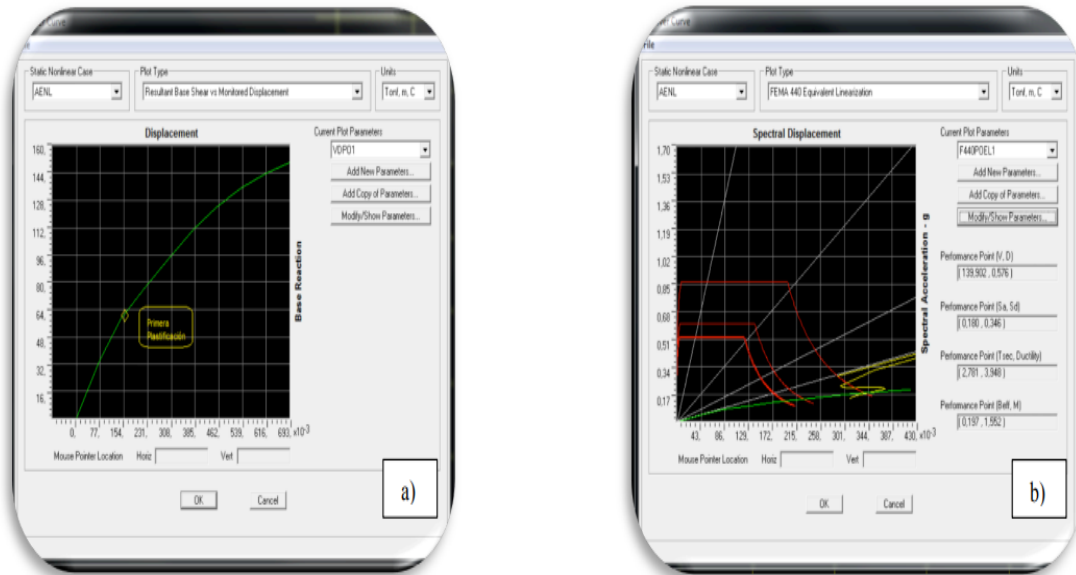


Figura 28. Resultados de la curva de capacidad en el Sap 2000 elaborado por Lao

VI. CONCLUSIONES

1. Mediante el uso del método de Misaya Hirosawa para conocer la vulnerabilidad del edificio ante un sismo se determinó que el Palacio municipal de San miguel no es vulnerable sísmicamente en la actualidad, ya que esta condición puede cambiar por diferentes daños que pueda sufrir la estructura en un futuro.
2. El conocimiento de los componentes físicos de la estructura fueron determinantes para desarrollar el método apropiadamente, ya que hallar las cargas que sufre el edificio es el factor más importante para el uso de este método.
3. Los factores de riesgo, como fueron la ubicación del terreno fue determinante para obtener el resultado del tipo de suelo y la zona en la que se ubica el edificio según la norma E 030 en el cual estos resultados son necesarios para hallar el índice de sismicidad según la norma peruana y conocer si el parámetro del índice de resistencia es menor o mayor al índice peruano.
4. La edificación al contener 6 placas las cuales son de grandes dimensiones con respecto al área de las estructuras normales es beneficioso al momento de hallar la vulnerabilidad del edificio, ya que estas placas soportan grandes cargas que suceden en el edificio, lo cual fue determinante al momento de hallar la vulnerabilidad del edificio.
5. El comportamiento estructural es un factor determinante en los métodos de análisis de vulnerabilidad, el cual puede este cálculo se puede obtener de distintas maneras y con distintos métodos y software, la cual puede ser favorable o desfavorable en distintos casos, en el caso de Hirosawa mientras sea menor el índice de comportamiento estructural, la estructura tiende a ser más vulnerable ante sismos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Promover los estudios expuestos del método Hirosawa en diferentes instituciones ya que es un método confiable, práctico y que está oficializado actualmente en Japón, realizar el estudio más detallado a todas las estructuras vulnerables y plantear propuestas de reforzamiento.
2. Hacer una comparación y análisis del método Hirosawa con la norma peruana e introducir algunos parámetros de este método al Reglamento Nacional de Edificaciones.
3. Realizar un análisis profundo del índice de configuración estructural de acuerdo con las tablas que proporciona el método Hirosawa para calcular de manera correcta el índice de resistencia sísmica.
4. Cuando se aplique el método es necesario saber la resistencia actual del concreto, se debe realizar un ensayo de diamantina, y luego ensayo de resistencia del concreto, este dato más preciso otorga mayor efectividad en el resultado del método.

REFERENCIAS

BALDEON, Miguel. Evaluación de vulnerabilidad sísmica y autoconstrucción de viviendas de la urbanización Carabayllo de Comas, 2016. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21732>

BARBAT, H., OLLER, S. y VIELMA, J.C. Calculo y diseño sismorresistente de edificios. Aplicación de la norma NCSE-02. España: Editor A.H. Barbat, 2005, 200pp.

ISBN: 8495999897

Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/28500/MIS56.pdf>

BARRERA, Omar y NIEVES, Oscar. Determinación de la Vulnerabilidad en las casas coloniales ubicadas en el barrio de San Diego de la ciudad de Cartagena. Tesis (título de ingeniería civil). Colombia: Universidad de Cartagena, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/11227/2069/1/TESIS%20DE%20GRADO.pdf>

BERNARDINI, A.; GORI, R. y MODENA C. A knowledge based survey of masonry buildings for seismic vulnerability evaluations. Tieré á part des Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Seismologie.1992

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/257930977_Assessing_the_seismic_vulnerability_of_masonry_buildings

CARA, Selma. Seismic risk assement at Emergency Limit Condition of urban neighbourhoods: aplicacion to the Eixample Distric of Barcelona. Tesis (título de master en ingeniería civil). España: Escola de Camins UPC Barcelonatech, 2016.

Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100310/TFM%20cara.pdf>

CARDONA, O. Modelación numérica para la estimación Holística del riesgo Sísmico Urbano, considerando variables técnicas, sociales y económicas. Artículo. España: I congreso Internacional de Métodos Numericos en ciencias sociales, 2000.

CARDONA, O.D y HURTADO, J.E. Propuesta Metodológica para los análisis de vulnerabilidad. Colombia: Informe de Consultoria Proyecto UNDRO/ACDI/ONAD para la mitigación de riesgos en Colombia, 1990.

COMPUTERS Y STRUCTURES INC, Spain. Sap 2000. [fecha de consulta: 06/11/2019]. Disponible en: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>

CUCHO, Herbert y NUÑEZ, Karen. Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad Sísmica del Hospital Regional de Lambayeque. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad San Martin de Porres, 2018.

DEL CASTILLO Museo, Andrés. La Sismología en Sudamérica y los Mecanismos de Prevención y Mitigación del Peligro y Riesgo Sísmico. Lima: Asociacion Andrés del Castillo, 2011. 263pp.
ISBN: 9786124610707

GALLEGO S, Mauricio y SARRIA M, Alberto. El concreto y los Terremotos: Conceptos, Comportamiento, Patología y Rehabilitación 2da ed. Colombia: Asocreto, 2010. 452pp.
ISBN: 9589737194

GASPAR, Garza. Materiales en la Construcción 2da ed. México: Editorial Trillas, 2007, 149pp.
ISBN: 9789682475528

GARCIA, Josué y RUMICHE, Guillermo. Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Mochumi y líneas vitales aplicando índices de vulnerabilidad Benedetti – Petrini. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019. Disponible en:

<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/4126>

GARCÍA, Lao y LO KEY, Jonathan. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio municipal de la ciudad de Machala, 2015. [en línea]. Ecuador: I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología UTMACH 2015. [fecha de consulta: 06/11/2019]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/4934> ISBN: 9789942211491

HERNÁNDEZ, Miguel. Vulnerabilidad sísmica de edificios de Campus Mocambo de la Universidad Veracruzana. Tesis (maestría en ingeniería aplicada – estructuras). México: Universidad Veracruzana, 2016.

Disponible en:

<http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41547>

JARAMILLO, A. Memorias de clase de Maestría en Ingeniería Civil. Artículo. Colombia: Universidad del Norte, 2006.

LAURENCO y ROQUE. Simplified indexes for the seismic vulnerability of ancient masonry buildings. [en línea]. Portugal: Construction and Building Materials, 2006. [fecha de consulta: 06/11/2019].

Disponible en:

https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6874/1/Lourenco_Roque-Simplified%20indexes.pdf

ISSN: 09500618

LANG, Kerstin. Seismic vulnerability of existing buildings. Tesis (título de ingeniería estructural). Suiza: Institute of Structural Engineering Swiss Federal Institute of Technology, 2002.

Disponible en:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004333389>

LLANOS, L. y VIDAL, L. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de escuelas públicas de Cali: Una propuesta metodológica. Tesis (título de ingeniería civil). Colombia: Universidad del Valle, 2003.

Disponible en:

https://www.osso.org.co/docu/tesis/2003/eva_escuelas/informe_final.pdf

LOPEZ, Andrés. Guía para la evaluación de edificaciones existentes con fines de adecuación sísmica. Venezuela: CAF- banco de desarrollo de América Latina, 2014, 143pp.

ISBN: 9789807644785

LOVE, T.W. El concreto en la construcción 2da ed. México: Editorial Trillas, 2006, 173pp.

ISBN: 9789682475054

MATTOS, Franco. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio municipal del distrito de Río Negro a través del método Hirosawa. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.

MESTA, Carlos. Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad de San Martín de Porres, 2014.

MORALES M, Roberto. Diseño en Concreto Armado 3era ed. Perú: Editorial: ICG, 2006, 226pp.

ISBN: 98564123663

MORALES, Nelson y SATO, José. Vulnerabilidad sísmica del componente organizativo y funcional de grandes hospitales. [en línea]. Perú: Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 2008. [fecha de consulta: 01/11/2019]. Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/1267/126>

ISSN: 17264642

NOSTRAND Reihold, Reinhold. Structural Dynamics, theory and computation, third edition. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc. 1992. 648pp.

ISBN: 842914854X

NORMA Técnica E.030. Diseño sismorresistente. Perú: 2017, 32pp.

OCHOA, Á. Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana, Lima - Perú. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2012.

OCOLA, L. Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2005.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. Washington, D.C: OPS, 1999, 153p.

ISBN: 9275323046

ORTEGA, Cristian. Determinación de la Vulnerabilidad Estructural de edificaciones por efecto de sismo en el centro urbano del distrito de Villa Rica. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014.

PALOMINO, C. Metodologías para estudio de Vulnerabilidad Sísmica Estructural de Edificaciones Existentes. Artículo. Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. XIII Jornadas Estructurales de la ingeniería colombiana, 1999.

PAREDES, J. Nivel de riesgo sísmico en la I.E San Marcos provincia de San Marcos - 2014. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada del Norte, 2014.

PRODIP Kumar, Sarkar. Seismic Vulnerability Assessment of Existing Concrete Building. Tesis (master de ingeniería civil). India: Indian Institute of Engineering Science and Technology, Shibpur, 2015.

PINTO, Leonardo. Vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas ante un evento sísmico de gran magnitud en el distrito de Paucarpata (A.H. Altos Jesús) – Arequipa. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Católica de Santa María, 2019.

Disponible en:

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9521>

QUIROZ, Luis y VIDAL, Lindaura. Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas a Porticados y de Albañilería Confinada en el Sector de la Esperanza Parte Baja – Trujillo. 2014. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1146>

SAUTER F, Frank. Fundamentos de ingeniería sísmica v.1 1ª ed. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1989. 271pp.

ISBN: 9977660387

SAFINA, M. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. España: Universitat Politècnica de Catalunya, 2003, 624pp.

ISBN: 8468815748

Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6226#page=1>

SAMANIEGO, L., & RIOS, J. Estudio de la vulnerabilidad sísmica del distrito de Rímac en la ciudad de Lima, Perú. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2005.

SARRIA Molina, Alberto. Ingeniería Sísmica 1ª ed. Colombia: Universidad de los Andes, 1990. 610pp.

ISBN: 9589057136

SARRIA Molina, Alberto. Introducción a la Ingeniería Civil. Colombia: Universidad de los Andes, 1999. 271pp.

ISBN: 9586009351

SHAKYA, Manjib. Seismic Vulnerability Assessment of Slender Masonry Structures. Tesis (título de doctor de ingeniería civil). Portugal: Universidade de Aveiro de Engenharia Civil, 2014.

Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/274077467>

SOTO, Edelmira. Comparación de los métodos: FEMA 154, Hirosawa y demanda – resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – baños del inca. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada del Norte, 2018.

TACAS, Kiyoshi. Vulnerabilidad Sísmica del Puente Primavera. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2018.

Disponible en:

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/13758>

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Referencias estilo ISO 690 y 690 – 2. Perú: Fondo Editorial UCV, 2017, 34pp.

Disponible en:

https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf

YSLA Quispe, Fiorella. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas del sector San Gabriel, Alto Distrito Villa María del Triunfo – Lima 2018. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

ZAMBRANO Rojas, Katherine. Comparación de los Ensayos de Diamantina y Esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil – Cajamarca. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

ZELAYA Jara, Víctor Antonio. Estudio sobre el juzgamiento estándar para propiedades sismo resistente de los edificios de concreto armado existentes. Tesis (título de doctor en construcción). Perú: Universidad Nacional Federico Villareal, 2010.

ZELAYA Jara, Víctor Antonio. Análisis Sísmicos. Lima: Deposito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú, 2011. 113pp.
ISBN: 9786120034620

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Título: Vulnerabilidad Sísmica a través del método Misaya Hirosawa en e edificio municipal de San Miguel - Lima - 2019						
Autor: Gabriel Espinoza Cotrina						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Variables e indicadores			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿De qué manera influye el método de Masaya Hirosawa en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio municipal de San Miguel?	Determinar si el edificio municipal de San Miguel es vulnerable sísmicamente utilizando el método de Masaya Hirosawa	El Método de Masaya Hirosawa influyó en una gran magnitud a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio municipal del San Miguel.	VULNERABILIDAD SÍSMICA			Tipo: Explicativa Diseño: No experimental Nivel: Descriptiva Enfoque: Cuantitativo Población: Edificio Municipal de San Miguel Técnica: Estadística descriptiva Instrumentos: Documental
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
			COMPONENTE FISICO	Tipo de materiales	Planos de la estructura	
				Resistencia de los materiales		
			FACTORES DE RIESGO	Ubicación	Visita in situ	
Daños en la estructura						
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	COMPORTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	Mediante Métodos	Recolección de datos	
				Dimensiones de columnas		
1) ¿De qué manera influye el componente físico de la estructura en el uso del método de Misaya Hirosawa?	1) Determinar si el componente físico de la estructura influye en el uso del método de Misaya Hirosawa	1) El componente físico de la estructura influye en la resistencia de la edificación y en el buen diseño para la seguridad sísmica de la edificación.	MÉTODO MISAYA HIROSAWA			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
			Primer nivel de evaluación	Cálculo del Eo	Recolección de datos	
				Cálculo del SD		
			Segundo nivel de evaluación	Cálculo del T	Visita in situ	
Cálculo del Is						
	Cálculo del Iso peruano	Según norma E.030				
3) ¿De qué manera influye el comportamiento de la estructura en el uso del método de Misaya Hirosawa?	3) Determinar si el comportamiento de la estructura influirá en el uso del método de Misaya Hirosawa	3) El comportamiento de la estructura mientras el resultado sea más alto en el uso del Método de Misaya Hirosawa se obtendrá un mayor grado de vulnerabilidad sísmica.	Tercer nivel de evaluación	Mediante el Software Etabs.	Software	
2) ¿Los factores de riesgo influyen en el uso del método de Misaya Hirosawa?	2) Determinar si los factores de riesgos influyen en la determinación de la vulnerabilidad sísmica usando el método de Misaya Hirosawa	2) Los factores de riesgo si influyen en la determinación de la vulnerabilidad sísmica de la estructura.				

ANEXO 2

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
1. VULNERABILIDAD SÍSMICA	"La vulnerabilidad es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total" (Barbat, Oller y Vielma, 2005, p5).	La vulnerabilidad sísmica es una pérdida del elemento el cual se podrá mediante distintas características que sucedan en la estructura, los cuales se logran mediante el componente de las estructuras y que tipos de materiales poseen, así como las características dependiendo del lugar y el comportamiento de la estructura el cual se puede saber mediante programas de computadora o métodos utilizados para obtener así la vulnerabilidad del edificio.	COMPONENTES FÍSICOS DE LA ESTRUCTURA	Tipo de materiales	Planos de la estructura
				Resistencia de los materiales	
			FACTORES DE RIESGO	Ubicación	Visita in situ
				Daño en la estructura	
			COMPORTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	Mediante métodos	Recolección de datos
				Dimensión de columnas	
2. MÉTODO DE MISAYA HIROSAWA	Es una metodología que está basada en la evaluación de la capacidad sísmica de los edificios de concreto armado, en cada piso y en cada dirección de las líneas resistente. La vulnerabilidad del edificio es determinada mediante una comparación de dos índices, un primer índice que caracteriza al edificio en su componente estructural (Is) y un segundo índice que caracteriza al nivel de sismicidad y la condición local donde se encuentra el edificio (Iso)" (Huaco, 2011, p215).	El uso de este método se medirá mediante tres niveles de evaluación la cual nos indicará si es que la estructura es vulnerable sísmicamente, en lo cual se necesita obtener bastantes datos de información para lograr el objetivo principal.	PRIMER NIVEL DE EVALUACIÓN	Cálculo del Eo	Recolección de datos
				Cálculo del SD	
				Cálculo del T	Visita in situ
			SEGUNDO NIVEL DE EVALUACIÓN	Cálculo de Is	Recolección de datos
				Cálculo de Iso	Según norma E.030
			TERCER NIVEL DE EVALUACIÓN	Mediante Software Etabs	Software

ANEXO 05
CALCULO DEL JUICIO ESTRUCTURAL Iso

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

1.1 Norma E0.30

El Palacio Municipal de San Miguel se ubica en el Departamento de Lima y según el mapa sísmico pertenece a la zona 4.

a) Zonificación de la edificación

Tabla 1. Factor de Zona "Z"

Factores de zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: NTP E030 – 2016

ZONAS SÍSMICAS



b) Categoría de edificación y factor de uso

Tabla 2. Categorías de las edificaciones y factor "U"

Tabla N° 5 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A (Edificaciones Esenciales)	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de Bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1.5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnan 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.</p> <p>También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: NTP E.030 – 2016

Por tratarse de un local municipal se encuentra en la categoría A (U=1.5).

c) Factor de suelo S según la zonificación:

Según la NTP E030 – 2016 el suelo del local municipal es tipo 3 (se utilizó los datos de la tesis “Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirose para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque” (S = 1.1)

Tabla 3. Factor del suelo “S”

ZONA \ SUELO	SUELO			
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: NTP E030 – 2016

- Asimismo, se usará T_p igual a 0.1 y T_L igual a 1.6

Tabla 4. Periodos T_p y T_L

	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_p (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: NTP E030 - 2016

d) Periodo fundamental de vibración: El periodo fundamental de vibración según la norma E 030 se determinará con la siguiente expresión:

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

Donde:

$CT = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales de muros estructurales.

El edificio es de 6 pisos y cada piso tiene una altura de 4.00 m. Entonces hn es 24.00 m. Entonces $T = 0.4$

e) Factor de amplificación sísmica:

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica C.

Tabla 5. Periodos Tp y TL

T < Tp	C = 2.5
Tp < T < TL	C = 2.5 * (Tp/TL)
T > TL	C = 2.5 * (Tp*TL/T²)

Fuente: NTP E030 – 2016

En nuestro caso T = 0.4 y Tp = 1.0. Por lo tanto, C = 2.5

- f) Coeficiente básico de reducción sísmica: La edificación es de concreto armado y presenta placas y columnas por lo tanto R es igual a 7.

Tabla 6. Coeficiente básico de Reducción

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R ₀ (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
<i>Dual</i>	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: NTP E030 - 2016

Aceleración espectral

$$S_a = (Z \cdot U \cdot C \cdot S) \cdot g/R$$

$$S_a = 0.2652 \text{ g}$$

1.2 Código Japonés

a) Zonificación de la edificación: El coeficiente Z de zonificación de riesgo sísmico tiene el mismo concepto que en el código peruano sin embargo sus valores son los siguientes:

Zona A	=>	Z = 1.00	(Zona mayor sismicidad)
Zona B	=>	Z = 0.70	(Zona menor sismicidad)

Como el Palacio Municipal de San Miguel se encuentra en Lima y éste forma parte del cinturón de fuego entonces según el código japonés se ubica en la zona A. Por lo tanto, $Z = 1.0$

b) Clasificación de suelos:

Tabla 7. Periodos T_p y T_L

Tipo de suelo	T_c
Tipo I (suelo duro)	0.4
Tipo II (suelo medio)	0.6
Tipo III (suelo suave)	0.8

Fuente: Norma Japonesa

El S3 es 0.8 y el S1 es 0.4

c) Periodo fundamental:

$$T = 0.02 * h$$

Como la altura es 24. $T = 0.48$

d) Diseño espectral: El coeficiente espectral de diseño (R_t), se determina en base al tipo de perfil de suelo y al periodo fundamental de la estructura.

Tabla 8. Coeficiente espectral de diseño (R_t)

T	$T < T_c$	$T_c \leq T \leq 2T_c$	$2T_c \leq T$
R_t	1	$1 - 0.2(T/T_c - 1)^2$	$1.6 * T_c / T$

Fuente: Norma Japonesa

Para suelo 3, $T = 0.48$, el cual es menor a 0.8. Por lo tanto, $R_t = 1$.

e) Factor de distribución de corte lateral: El factor de distribución de corte lateral es otra de las diferencias fundamentales con código peruano en cuanto la distribución de fuerzas se refiere, para estructuras como locales municipales.

$$A_i = 1$$

f) Coeficiente Cortante Estándar: El coeficiente cortante estándar C_o tiene 2 valores definidos 0.2 para sismos moderados y 1 para sismos severos.

Aceleración espectral:

$$S_a = Z * R_t * A_i * C_o * g$$

Tabla 9. Aceleración espectral

Sismo moderado	Sismo severo
$Z = 1$	$Z = 1$
$R_t = 1$	$R_t = 1$
$A_i = 1$	$A_i = 1$
$C_o = 0.2$	$C_o = 1$
$S_a = 0.20 * g$	$S_a = 1 * g$

Fuente: Elaboración propia

g) Análisis del índice de juicio estructural Iso: El cálculo de este índice está basado en la máxima respuesta espectral esperada para las condiciones locales donde se encuentre el edificio (local municipal) a evaluar, está dado por:

$$I_{so} = E_{so} * Z * U = cte * E_o$$

$$Cte = Z * G * U ; \text{ constante que depende del nivel sísmico}$$

Iso es proporcional a Eo. Se sabe que:

$$Q = C_i * \sum W_j$$

$$E_i = C_i * F_i$$

$$Q = C_i * g * m$$

$$S_a = C_i * g$$

Como solo hallaremos la vulnerabilidad con el tipo 1, solo para columnas, entonces: $F = 1$.

Cálculo de los Iso para Japón según método Hirosawa

$E_o = 0.8$ para primer método de evaluación
 $E_o = 0.8$ para segundo y tercer método de evaluación
 $Z = 1.0$ índice de zona
 $G = 1.0$ cuando no hay mucha pendiente
 $G = 1.0$ para zonas con mucha pendiente
 $U = 1.0$ índice de uso por importancia, para edificaciones en general
 $Iso(\text{Japón}) = E_o * Z * G * U$
 $Iso = 0.8$

Cálculo de los Iso para Perú según método Hirosawa:

$E_o = E_o$ Perú
 $Z = 0.45$ factor de zona
 $G = 1.0$ subíndice de terreno
 $U = 1.5$ factor de categoría de edificaciones
 $Iso(\text{Perú}) = E_o \text{ Perú} * Z * G * U$
 $Iso(\text{Perú}) = 0.675 * E_o \text{ Perú}$

Luego tenemos el cálculo de Sa Perú y Japón

Comparación según códigos peruano y japonés:

$$\frac{Iso(\text{perú})}{Iso(\text{japón})} = \frac{Sa(\text{perú})}{Sa(\text{japón})}$$


$$\frac{Iso(\text{perú})}{Iso(\text{japón})} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Iso(\text{perú})}{0.8} = 0.2652$$

$$Iso(\text{perú}) = 0.2121$$

ANEXO 06

Instrumento de recolección de dato y Visita in situ

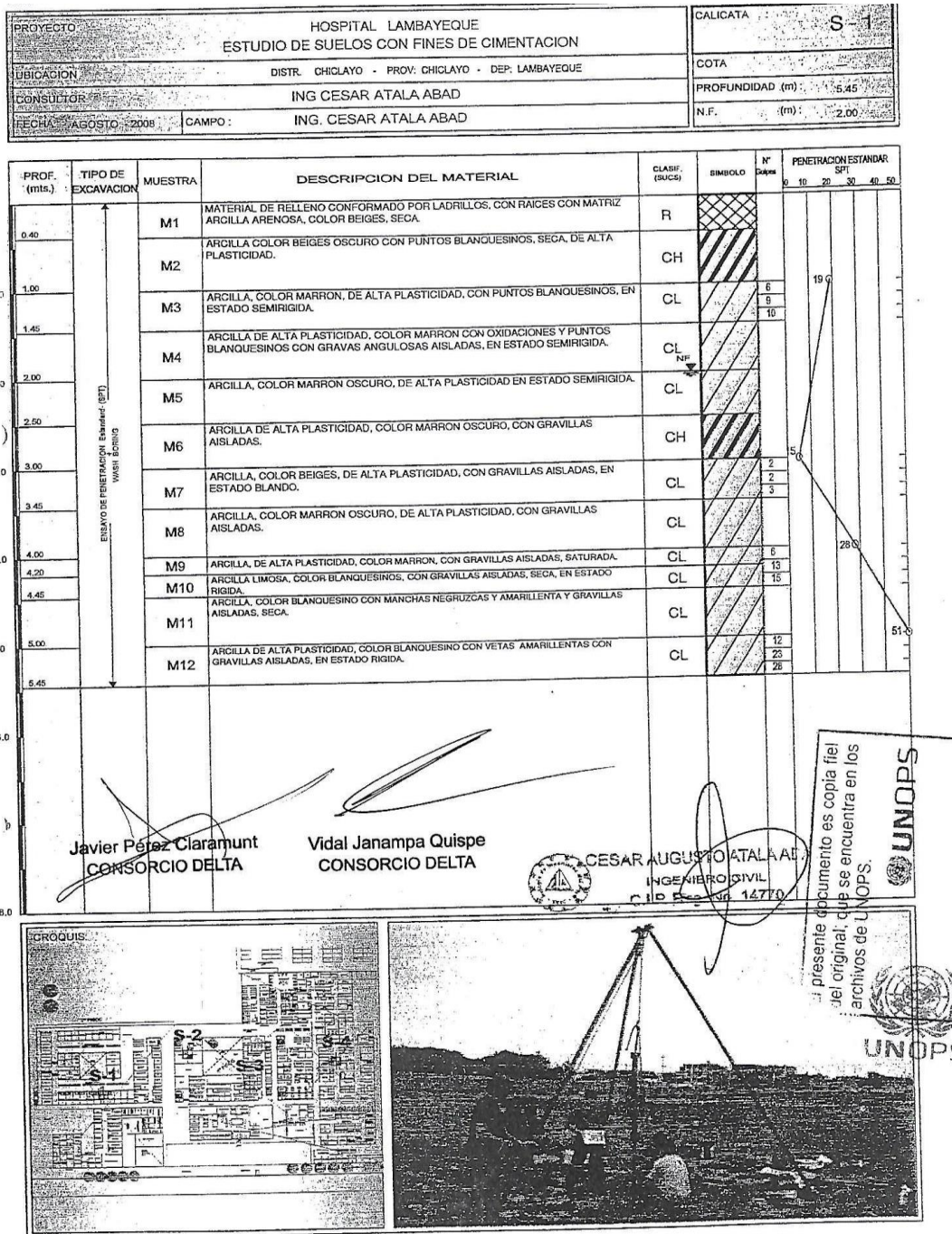
 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA INDICE DE DETERIORO		
Proyecto:	Vulnerabilidad Sísmica a través del método Misaya Hirosawa en el edificio municipal de San Miguel – Lima – 2019	
Ubicación:	Distr. San Miguel - Prov. Lima - Dep. Lima	
Consultor:	GABRIEL ESPINOZA COTRINA	
Fecha:	Jun-20	
Deformación permanente (T1)		
N° ____ PISO	El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	
	El edificio está construido sobre relleno artificial.	
	El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente.	
	Tiene visible deformación de vigas o columnas.	
	No presenta signos de deformación.	
Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T2)		
N° ____ PISO	Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	
	Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	
	Presenta grietas visibles en muros.	
	Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	
	Nada de lo anterior.	
Incendios (T3)		
N° ____ PISO	Ha experimentado incendio, pero no fue reparado.	
	Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	
	No ha experimentado incendio.	
Uso de Bloque (T4)		
N° ____ PISO	Almacena sustancias químicas.	
	No contiene sustancias químicas.	
Tipo de daño estructural (T5)		
N° ____ PISO	Presenta daño estructural grave.	
	Presenta daño estructural fuerte.	
	Presenta daño estructural ligero o no estructural.	



Visita a la estructura para recolección de Datos de deterioro

ANEXO 07

Ensayo de Estándar de Penetración de la tesis Vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del hospital de Lambayeque



Estudio de suelos con fines de cimentación S1
Fuente : Hospital regional de Lambayeque

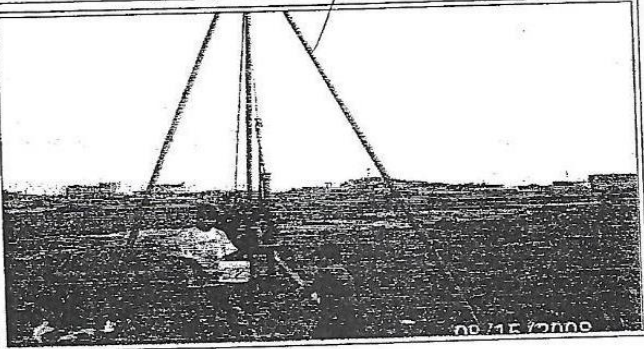
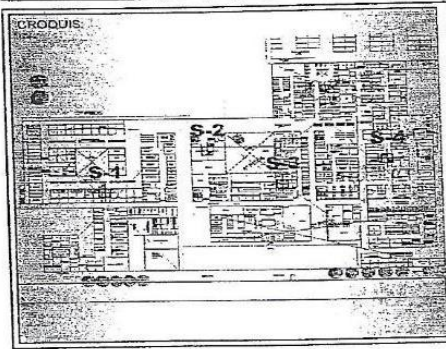
PROYECTO: HOSPITAL LAMBAYEQUE ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION		GALICATA: S-2
UBICACION: DISTR. CHICLAYO - PROV. CHICLAYO - DEP. LAMBAYEQUE		COTA:
CONSULTOR: ING. CESAR ATALA ABAD		PROFUNDIDAD (m): 8.56
FECHA: AGOSTO - 2008	CAMPO: ING. CESAR ATALA ABAD	N.F. (m): 2.40

PROF. (mts.)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO	N°	PENETRACION ESTANDAR SPT					
							0	10	20	30	40	50
1.30	EMBUJO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT) VARIAS BOMBAS	M1	MATERIAL REMOVIDO CONSISTENTE RAICES SECAS PRESENCIA DE CERAMICOS CON MATRIZ ARCILLA ARENOSA, COLOR BEIGES OSCURO.	CL	[Symbol]	3	0	0	0	0	0	
		M2	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, CON RAICES SECAS AISLADAS, EN ESTADO SEMIRIGIDA.	CL								2
1.00			M3	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, CON RAICES AISLADAS, SEGA, EN ESTADO BLANDO.	CL	[Symbol]	3	0	0	0	0	0
		M4	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES OSCURO, SATURADO.	CL	2							
1.45			M5	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MAFRON OSCURO, SATURADO, SEMIRIGIDA.	CH NF	[Symbol]	3	0	0	0	0	0
		M6	ARCILLA DE COLOR BEIGES OSCURO, CON OXIDACIONES, DE ALTA PLASTICIDAD.	CH	2							
2.00			M7	ARCILLA, COLOR BEIGES, PLASTICA, CON GRAVILLAS AISLADAS, SATURADA, EN ESTADO BLANDO.	CL	[Symbol]	3	0	0	0	0	0
		M8	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES OSCURO, SATURADO.	CL	2							
2.45			M9	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, PLASTICA.	CL	[Symbol]	2	0	0	0	0	0
		M10	ARENA LIMOSA DE GRANO FINO A MEDIO, NO PLASTICA, COLOR GRIS AMARILLENTO, CON GRAVILLAS SUBREDONDEADAS SATURADO, EN ESTADO SEMICOMPACTO.	SM	15							
3.00			M11	GRAVAS SUBREDONDEADAS CON MATRIZ LIMOSA, COLOR BEIGES, LIGERAMENTE PLASTICA, CON GRAVAS DE 3"-4", EN ESTADO SEMICOMPACTO.	GM	[Symbol]	21	21	21	21	21	21
				15	15							
3.45						21	21	21	21	21	21	
3.80	AUSCULTACION DINAMICA CONO PECA					23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
						23	23	23	23	23	23	
4.00						23	23	23	23	23	23	
4.45						23	23	23	23	23	23	
5.00						23	23	23	23	23	23	

Javier Pérez Claramunt
CONSORCIO DELTA

Vidal Janampa Quispe
CONSORCIO DELTA

CESAR AUGUSTO ATALA
INGENIERO CIVIL



El presente documento es copia fiel del original, que se encuentra en los archivos de UNOPS.



Estudio de suelos con fines de cimentación S2
Fuente: Hospital regional de Lambayeque



REGISTRO DE CAMPO

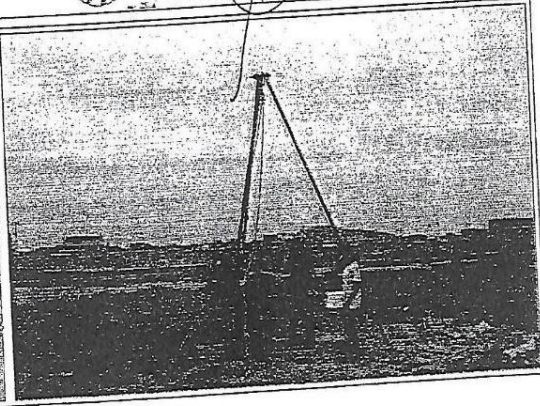
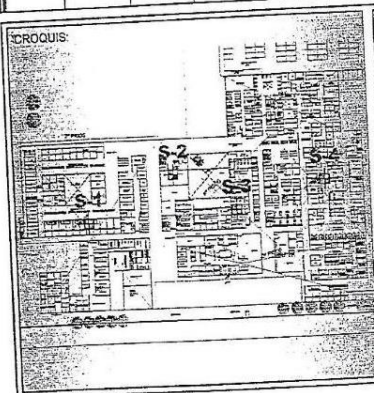
PROYECTO	HOSPITAL LAMBAYEQUE ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION	CALICATA	S-3
UBICACION	DISTR. CHICLAYO - PROV. CHICLAYO - DEP. LAMBAYEQUE	COTA	
CONDUCTOR	ING. CESAR ATALA ABAD	PROFUNDIDAD (m)	8.10
FECHA	AGOSTO 2008	N.F. (m)	11.90
CAMPO	ING. CESAR ATALA ABAD		

PROF. (mts.)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO	N°	PENETRACION ESTANDAR SPT				
							10	20	30	40	50
3.20	ENSAJO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT) WASH BOWEN	M1	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES CON PUNTOS BLANQUESINOS, SECA, CON RAICES.	CL		3					
		M2	ARENA LIMOSA, COLOR BEIGES AMARILLENTO, HUMEDA, CON RAICES.	SM		3					
1.60		M3	LIMO ARENOSO, COLOR BEIGES AMARILLENTO, POCO HUMEDA, DE BAJA PLASTICIDAD, CON RAICES AISLADAS.	ML		4					
1.45		M4	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES OSCURO.	CL		3					
2.00		M5	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, CON OXIDACIONES, EN ESTADO SEMIRIGIDO.	CL		3					
2.45		M6	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, SATURADO, DE ALTA PLASTICIDAD.	CL		4					
3.00		M7	ARCILLA, COLOR BEIGES, CON GRAVILLAS SUBREDONDEADAS, AISLADAS, PLASTICA, SATURADO, EN ESTADO SEMIRIGIDA.	CL		3					
3.45		M8	ARCILLA, PLASTICA, CON GRAVAS DE 2" - 3", AISLADAS, SATURADA.	CL		4					
4.00		M9	ARENA DE GRANO FINO A MEDIO, COLOR GRIS, NO PLASTICA, CON GRAVAS SUBREDONDEADAS 2" - 3", SATURADAS, EN ESTADO SEMICOMPACTO.	SP		10					
4.45		M10	GRAVA SUBREDONDEADA, CON MATRIZ ARENA LIMOSA, NO PLASTICA, CON GRAVAS DE 1" - 2" EN UN 10 - 15% Y DE 3" - 4" AISLADA, EN ESTADO SEMICOMPACTO.	GP-GM		10					

Javier Pérez Claramunt
CONSORCIO DELTA

Vidal Janampa Quispe
CONSORCIO DELTA

CESAR AUGUSTO ATALA ABAD
INGENIERO CIVIL
C.I.F. REG. N.º 14770



El presente documento es copia fiel del original, que se encuentra en los archivos de UNOPS.

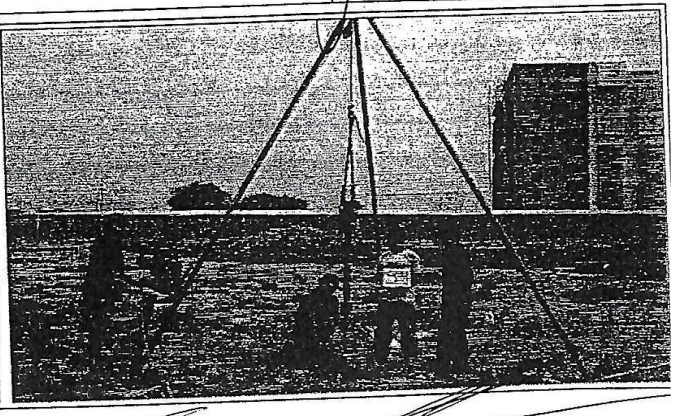
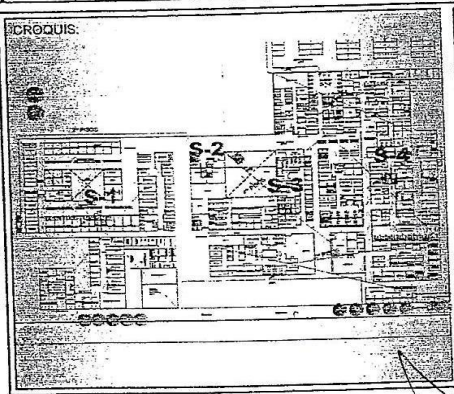


Estudio de suelos con fines de cimentación S3
Fuente: Hospital regional de Lambayeque

PROYECTO: HOSPITAL LAMBAYEQUE ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION		CALICATA: S 4
UBICACION: DISTR. CHICLAYO - PROV. CHICLAYO - DEP. LAMBAYEQUE		COTA:
CONSULTOR: ING CESAR ATALA ABAD		PROFUNDIDAD (m): 8.10
FECHA: AGOSTO - 2008	CAMPO: ING. CESAR ATALA ABAD	N.F. (m): 1.80

PROF. (mts.)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO	N° Sopos	PENETRACION ESTANDAR SPT													
							0	10	20	30	40	50								
0.0	EISAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT) WASH BORING	M1	ARCILLA, COLOR BEIGES CLARO, CON RAICES, DE MEDIANA PLASTICIDAD.	CL																
0.80		M2	ARENA LIMOSA, COLOR BEIGES AMARILLENTO, NO PLASTICA, HUMEDA CON PUNTOS BLANQUESINOS.	SM		4														
1.00		M3	ARENA LIMOSA, DE GRANO FINO, NO PLASTICA, COLOR GRIS OSCURO, HUMEDA.	SM		5														
1.45		M4	CONTINUA LA ARENA LIMOSA, NO PLASTICA.	SM		7														
2.00		M5	ARENA LIMOSA, DE GRANO FINO, NO PLASTICA, COLOR GRIS.	SM		7														
2.15		M6	ARCILLA, PLASTICA, COLOR BEIGES OSCURO, HUMEDA.	CL																
2.45		M7	ARCILLA, COLOR BEIGES, SATURADA, DE ALTA PLASTICIDAD.	CL																
3.00		M8	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES VERDOZO, SATURADO, BLANDA.	CL																
3.20		M9	ARENA LIMOSA, NO PLASTICA, DE GRANO FINO A MEDIO.	SM																
3.45		M10	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD.	CL																
4.00		M11	ARCILLA, COLOR BEIGES, SATURADA.	CL																
4.30		M12	ARCILLA, COLOR BEIGES, SATURADA, DE ALTA PLASTICIDAD, EN ESTADO SEMIRIGIDA.	CL																
4.45		M13	ARCILLA ARENOSA, COLOR BEIGES AMARILLENTO, PLASTICA, SATURADO.	CL																
5.00		M14	ARCILLA, COLOR BEIGES CLARO, SATURADO, PLASTICA EN ESTADO BLANDO.	CL																
5.45		M15	ARENA LIMOSA, DE GRANO FINO A MEDIO, COLOR BEIGES AMARILLENTO, SATURADO.	SM																
5.65		M16	ARENA ARCILLOSA, DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR BEIGE AMARILLENTO, SATURADO.	SC																
6.00		M17	ARENA LIMOSA DE GRANO MEDIO A FINO, NO PLASTICA, COLOR BEIGES OSCURO, SATURADO, EN ESTADO SEMICOMPACTO.	SM																
6.45																				
7.0	ALBUQUERQUE DINAMICA COMO PECK																			
8.10																				

CESAR AUGUSTO ATALA ABAD
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Reg. No. 14770



Javier Pérez Claramunt
 CONSORCIO DELTA

Vidal Janampa Quispe
 CONSORCIO DELTA

Estudio de suelos con fines de cimentación S4
 Fuente: Hospital regional de Lambayeque