

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTO – BENEFICIO
ENTRE LA APLICACIÓN DE MUROS CORTANTES Y
DISIPADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN
IRREGULAR EN LIMA, PERÚ 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Roberto Carlos Uribe Gamarra

Asesor:

Mg. Sc. Julio Christian Quesada Llanto

Lima - Perú

2022

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Marco teórico.....	16
1.3. Antecedentes.....	20
1.4. Formulación del problema.....	23
1.5. Objetivos.....	24
1.6. Hipótesis	25
1.7. Justificación de la investigación	26
1.8. Viabilidad de la investigación	27
1.9. Limitaciones de la investigación	27

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	28
2.1. Tipo de investigación.....	28
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	29
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS	65
3.1. Determinar la mejor configuración, ubicación e identificar la cantidad de disipadores de energía viscosos más eficiente en distintas edificaciones.	65
3.2. Realizar un análisis comparativo entre las derivas presentadas en ambas edificaciones estudiadas.	112
3.3. Realizar un análisis comparativo costo – tiempo de la construcción de ambas estructuras estudiadas.	128
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	134
REFERENCIAS	140
ANEXOS	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escala de magnitud Richter versus efectos del sismo	17
Tabla 2: Clasificación de las técnicas control de respuesta sísmica.....	19
Tabla 3: Factor de suelo “S”.....	51
Tabla 4: Periodos “Tp” y “Tl”.....	52
Tabla 5: Categoría de las edificaciones y factor.....	53
Tabla 6: Sistemas estructurales.....	55
Tabla 7: Irregularidades estructurales en planta.....	57
Tabla 8: Tabla de derivas de la configuración en el eje X.....	65
Tabla 9: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	66
Tabla 10: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	66
Tabla 11: Tabla de derivas de la configuración en el eje X.....	67
Tabla 12: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y.....	67
Tabla 13: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	68
Tabla 14: Tabla de derivas de la configuración en el eje X.....	69
Tabla 15: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y.....	69
Tabla 16: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	70
Tabla 17: Tabla de derivas de la configuración en el eje X.....	71
Tabla 18: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y.....	71
Tabla 19: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	72
Tabla 20: Tabla de derivas de la configuración en el eje X.....	73
Tabla 21: Tabla de derivas de la configuración en el eje X.....	73
Tabla 22: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	74

Tabla 23: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	75
Tabla 24: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	75
Tabla 25: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	76
Tabla 26: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	77
Tabla 27: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	77
Tabla 28: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	78
Tabla 29: Tabla de derivas de las configuraciones en el eje X.....	79
Tabla 30: Tabla de derivas de las configuraciones en el eje Y.....	79
Tabla 31: Tabla de desplazamientos en el punto más desfavorable en el eje X.....	80
Tabla 32: Tabla de desplazamientos en el punto más desfavorable en el eje Y.....	80
Tabla 33: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	85
Tabla 34: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	86
Tabla 35: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	86
Tabla 36: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	87
Tabla 37: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	88
Tabla 38: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	88
Tabla 39: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	89
Tabla 40: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	90
Tabla 41: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	90
Tabla 42: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	91
Tabla 43: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	92
Tabla 44: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	92
Tabla 45: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	93
Tabla 46: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	94
Tabla 47: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	94

Tabla 48: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	95
Tabla 49: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	96
Tabla 50: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	96
Tabla 51: Tabla de derivas de la configuración en el eje X	97
Tabla 52: Tabla de derivas de la configuración en el eje Y	98
Tabla 53: Tabla de Desplazamiento en el punto más desfavorable.....	98
Tabla 54: Tabla de derivas de las configuraciones en el eje X.....	99
Tabla 55: Tabla de derivas de las configuraciones en el eje Y.....	99
Tabla 56: Tabla de desplazamientos en el punto más desfavorable en el eje X.....	100
Tabla 57: Tabla de desplazamientos en el punto más desfavorable en el eje Y	100
Tabla 58: Tabla de derivas de las configuraciones en el eje X.....	105
Tabla 59: Tabla de derivas de las configuraciones en el eje X.....	106
Tabla 60: Tabla de desplazamientos en el punto más desfavorable en el eje X.....	107
Tabla 61: Tabla de desplazamientos en el punto más desfavorable en el eje Y.....	107
Tabla 62: Tabla de derivas en el eje X	112
Tabla 63: Tabla de derivas en el eje Y	113
Tabla 64: Tabla de derivas en el eje X	114
Tabla 65: Tabla de derivas en el eje Y	115
Tabla 66: Tabla de derivas en el eje X	116
Tabla 67: Tabla de derivas en el eje Y	117
Tabla 68: Tabla de derivas en el eje X	118
Tabla 69: Tabla de derivas en el eje Y	119
Tabla 70: Tabla de derivas en el eje X	120
Tabla 71: Tabla de derivas en el eje Y	121
Tabla 72: Tabla de derivas en el eje X	122

Tabla 73: Tabla de derivas en el eje Y	123
Tabla 74: Comparativo de derivas en el eje X.....	124
Tabla 75: Comparativo de derivas en el eje Y.....	125
Tabla 76: Costo de mano de obra	128
Tabla 77: Presupuesto de los disipadores	131
Tabla 78: Prueba de normalidad de hipótesis 1	133
Tabla 79: Prueba de normalidad de hipótesis 2	133
Tabla 80: Prueba de normalidad de hipótesis 3	134
Tabla 81: Prueba de normalidad de hipótesis 4.....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Disipadores de fluido viscoso	16
Figura 2: Desarrollo de investigación.....	31
Figura 3: Pórtico inicial de 5 pisos	33
Figura 4: Pórtico inicial de 10 pisos	34
Figura 5: Pórtico inicial de 15 pisos	35
Figura 6: Definición de sismo tiempo historia de Norte a Sur	36
Figura 7: Definición de sismo tiempo historia de Este a Oeste.....	37
Figura 8: Datos del caso de carga gravedad	38
Figura 9: Sismo escalado	39
Figura 10: Definición dada al disipador	40
Figura 11: Propiedades dadas al disipador	41
Figura 12: Configuración sin disipadores.....	42
Figura 13: Configuración en X.....	43
Figura 14: Configuración en diagonal simple	44
Figura 15: Configuración en diagonal tomando 2 niveles.....	45
Figura 16: Configuración tipo “V” invertida.....	46
Figura 17: Configuración tipo “V”	47
Figura 18: Configuración tipo “V” mixta.....	48
Figura 19: Plano de planta de estructura.....	49
Figura 20: Zonas sísmicas	50
Figura 21: Factor de amplificación sísmica.....	52
Figura 22: Coeficientes del periodo fundamental de la estructura	53

Figura 23: Función espectral	59
Figura 24: Plano de planta de la estructura con muros estructurales.....	61
Figura 25: Plano de planta de la estructura con muros estructurales.....	62
Figura 26: Cuadro comparativo de derivas en las distintas configuraciones en el eje X	81
Figura 27: Cuadro comparativo de derivas en las distintas configuraciones en el eje Y	82
Figura 28: Cuadro comparativo de desplazamientos máximos en el eje X.....	83
Figura 29: Cuadro comparativo de desplazamientos máximos en el eje X.....	84
Figura 30: Cuadro comparativo de derivas en las distintas configuraciones en el eje X ..	101
Figura 31: Cuadro comparativo de derivas en las distintas configuraciones en el eje Y ..	102
Figura 32: Cuadro comparativo de desplazamientos máximos en el eje X.....	103
Figura 33: Cuadro comparativo de desplazamientos máximos en el eje Y.....	104
Figura 34: Cuadro comparativo de derivas en las distintas configuraciones en el eje X ..	108
Figura 35: Cuadro comparativo de derivas en las distintas configuraciones en el eje X ..	109
Figura 36: Cuadro comparativo de desplazamientos máximos en el eje X.....	110
Figura 37: Cuadro comparativo de desplazamientos máximos en el eje Y.....	111
Figura 38: Comparativo de derivas en el eje X	126
Figura 39: Comparativo de derivas en el eje Y	127
Figura 40: Presupuesto de la implementación de muros	130

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Periodo de vibración fundamental	52
Ecuación 2: Periodo de vibración fundamental	57

RESUMEN

El Perú es un país ubicado en la zona denominada Cinturón de Fuego del pacífico, es por ello que es considera un país con alto potencial sísmico, además de ello, en los últimos años la probabilidad de ocurrencia ha aumentado considerablemente. Teniendo en cuenta la alta actividad a la que está sometido el país, el presente trabajo de investigación busca dar un aporte en cuanto a elementos estructurales cuya función principal es mejorar el comportamiento de una estructura sometida a esfuerzos sísmicos, en este caso puntual, se evalúa una edificación irregular, y los elementos estructurales que propone son disipadores de sísmicos de fluido viscoso y muros cortantes.

La presente investigación plantea en primer lugar, determinar cuál es la mejor configuración de disipadores sísmicos, esto se realizó mediante el análisis tiempo – historia. En segundo lugar, evaluar la estructura con la implementación de ambos sistemas de protección sísmica, realizando un análisis comparativo y determinar qué sistema de protección otorga mejor desempeño en los esfuerzos sísmicos. Finalmente se realiza un análisis comparativo entre ambos sistemas de protección, evaluando costo – tiempo en la implementación de ambos sistemas, logrando determinar cuál otorga mayores beneficios a la estructura.

Palabras clave: Sistema de reforzamiento estructural, Disipadores de fluido viscoso, Análisis tiempo – historia, Esfuerzos sísmicos, Sistema de protección sísmico.

ABSTRACT

Peru is a country located in the area called the Ring of Fire of the Pacific, which is why it is considered a country with high seismic potential, in addition to this, in recent years the probability of occurrence has increased considerably. Taking into account the high activity to which the country is subjected, this research work seeks to provide a contribution in terms of structural elements whose main function is to improve the behavior of a structure subjected to seismic efforts, in this specific case, it is evaluated an irregular building, and the structural elements it proposes are viscous fluid seismic dissipators and shear walls.

The present investigation raises in the first place, to determine which is the best configuration of seismic dampers, this was carried out through the time-history analysis. Second, to evaluate the structure with the implementation of both seismic protection systems, performing a comparative analysis and determining which protection system provides better performance in seismic efforts. Finally, a comparative analysis between both protection systems is carried out, evaluating cost - time in the implementation of both systems, managing to determine which one grants greater benefits to the structure.

Keyword: Structural reinforcement system, Viscous fluid dissipators, Time-history analysis, Seismic efforts, Seismic protection system.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Agricultura, M. d. (2020). *Observatorio de Commodities*.
- Barrientos Yarma, J. Y. (2019). *Conocimiento y capacidad de respuesta del profesional de enfermería frente a un sismo de gran magnitud en el servicio de emergencia del Hospital Nacional Cayetano Heredia*. Lima: Universidad Nacional del Callao.
- Caceres Perez, G., & Pichihua Alata, N. S. (2020). *Reforzamiento estructural para mejorar el nivel de desempeño del Hospital Santa Rosa, implementando el diseño apropiado de amortiguadores fluido viscoso*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Chilet, S. (17 de Marzo de 2017). ¿Cuántas viviendas son producto de la autoconstrucción y qué riesgos enfrentan? *Gestión*, pág. 1.
- Cuellar, J. E. (2018). *Plan de gestión de actualizaciones de respuestas ante sismos a nivel provincial y local en Ecuador*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Dario Malesi, C. A. (2008). Exito exportador, innovación e impacto social. *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Gómez García, J. J. (2018). *Pruebas experimentales en un marco de concreto reforzado equipado con disipadores de energía sísmica*. Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez Navarrete, D. C. (2020). *Evaluación del coeficiente de disipación de energía R en edificaciones de concreto reforzado con disipadores de energía viscosos ubicados en zona de amenaza sísmica alta*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Infante, L., Bustos, M., & Andrade, M. (2017). : *Intervenciones de enfermería del personal de reciente ingreso frente a catástrofes en servicio cerrado del hospital “Luis Lagomaggiore”*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Instituto Geofísico del Perú. (2021). *Sismos reportados*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Jimenez, M. B. (2015). La calidad y la capacidad financiera de la empresa industrial sonorensis y su efecto en el desempeño exportador. *Universidad Estatal de Sonora*.
- Junta Nacional del Café. (27 de Agosto de 2020). *Café peruano: Producto de Bandera llega a 44 mercados internacionales*.
- MINAGRI. (2019).
- Ministerio de Agricultura. (2020). *Observatorio de Commodities*.
- Otiniano Vasquez, J. B. (2019). *Desempeño sísmico de un edificio de concreto armado con disipadores de energía viscosos, Trujillo 2019*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Oviedo, J. A., & Duque, M. d. (2006). Sistema de control de respuesta sísmica en edificaciones. *Scielo*, 11.
- Poma Cossio, C. J. (2017). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de autoconstrucción en la urbanización popular Minas Buenaventura*. Huacho: Universidad César Vallejo.
- Príncipe Quiñones, A. P. (2020). *Influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento sísmico de una edificación aporticada, Trujillo 2020*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones.*

Lima: SENCICO.

Rodríguez Corona, V. (2019). *Diselo de disipadores de energía sísmica del tipo contraventeos restringidos al pandeo (CRP)*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

SWI swissinfo.ch. (23 de Febrero de 2021). Perú alista para finales de este año un sistema de alerta de sismos. *SWI swissinfo.ch*, pág. 1.

Valeska Viola, M. S. (2011). La distancia psíquica y el desempeño exportador: Un reto para la PYME en la globalización. *Universidad ICESI - Colombia*.

Zambrano, M. d., Yarima Arias, A., Marulanda, C., & Jhon, Q. (2017). Índice de desempeño exportador del carbón (hullas, coques y semicoques) en Norte de Santander en el periodo 2006-2013. *Espacios*.