



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Comportamiento sísmico estructural para una edificación de 5
pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Salas Uribe, Walter (ORCID: 0000-0001-7260-0556)

ASESOR:

Mg. Ing. 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 para mi madre y mi abuelo que siempre me apoyaron desde el inicio de mi carrera y me brindaron todo el apoyo durante estos años que fueron de mucho esfuerzo y dedicación; ustedes son mi ejemplo a seguir, me enseñaron el camino correcto y les estaré eternamente agradecido.

Agradecimiento

En esta oportunidad quiero agradecer a mi abuelo y a mi madre que fueron mis ejemplos a seguir adelante y a esforzarme cada día más.

Quiero agradecer también a mi familia entera que siempre me apoyaron en lo que necesitaba y gracias a sus consejos tuve buenos resultados.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras	v
Índice de tablas	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Operacionalización de las variables	18
3.3. Población y muestra	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	19
3.5. Procedimientos	21
3.6. Metodo de Analisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	46

Índice de Figuras

Figura 1: Número de sismo registrado a nivel mundial desde 2000 al 2017	1
Figura 2.: Sismo en la Ciudad de México en el año 2017	2
Figura 3: Clasificación de péndulo de fricción	2
Figura 4: Péndulos de fricción simple y doble	11
Figura 5: Régimen I Fuente: McVitty y Constantinou (2015)	12
Figura 6: Régimen II Fuente: McVitty y Constantinou (2015)	12
Figura 7: Régimen III Fuente: McVitty y Constantinou (2015)	12
Figura 8: Parámetros geométricos del Triple péndulo de fricción.	13
Figura 9: Corte basal – Desplazamiento	16
<i>Figura 10.</i> Mapa político del Perú.	23
<i>Figura 11.</i> Ubicación del distrito	23
<i>Figura 12:</i> Ubicación del proyecto vista satelital	24
<i>Figura 13.</i> Ubicación del distrito de chorrillos vista satelital	24
<i>Figura 14.</i> Ubicación del distrito de Chorrillos en vista satelital	25
<i>Figura 15.</i> Ubicación del proyecto en vista satelital	26
<i>Figura 16.</i> Simbología de suelos (referencial)	29
<i>Figura 17.</i> Modelamiento de la edificación en el ETABS	32
<i>Figura 18.</i> Datos globales en el ETABS	32
<i>Figura 19.</i> Desplazamientos de la estructura	33
<i>Figura 20.</i> Datos de los modos de vibración	34

Índice de Tablas

Tabla 1. Validación de Expertos_____	21
Tabla 2. Calicata de acuerdo a la norma E.050 _____	27
Tabla 3. Resultados de los Ensayos de Laboratorio: Granulometría (M-1) _____	28
Tabla 4. Resultados de los Ensayos de Laboratorio: Granulometría (M-2) _____	28
Tabla 5. Ensayo de Corte Directo (1.50m – 3.00m)_____	30
Tabla 6. Análisis Químicos_____	31

Resumen

Se ha realizado una investigación exhaustiva donde analizamos el comportamiento del aislador del triple péndulo de fricción en comportamiento con la edificación ante un movimiento sísmico, lo que queremos lograr es que ante un movimiento sísmico los edificios no colapsen ni sufran daños considerables, y estos beneficios solo nos permite este aislador novedoso que es una tecnología nueva y la última versión de los aisladores de péndulo de fricción hasta la actualidad, fue diseñado para que refuercen las estructuras principales del edificio, que al ser aplicado el aislador de triple péndulo de fricción en la edificación que estamos trabajando se puede ver que tiene un mejor comportamiento con respecto al sismo. Nos demuestra que la rigidez se reduce gradualmente con el incremento del desplazamiento y el periodo de vibración aumenta, a la vez se demostró menores desplazamientos en el edificio y no sufre daños en sus principales estructuras.

Se realizó el análisis sísmico del edificio que se está trabajando en esta tesis con los aisladores de triple péndulo de fricción en el software ETABS, donde se determinó los desplazamientos, las fuerzas axiales y cortantes basales en el sistema de aislación gracias al software.

Palabras Clave: Triple Péndulo de Fricción, Aislador, Software Etabs, Edificación, Sismo.

Abstract

An exhaustive investigation has been carried out where we analyze the behavior of the triple friction pendulum insulator in behavior with the building in the face of a seismic movement, what we want to achieve is that in a seismic movement the buildings do not collapse or suffer considerable damage, and these benefits only This novel insulator, which is a new technology and the latest version of the pendulum friction insulators to date, allows us to be designed to reinforce the main structures of the building, which when the triple pendulum friction insulator is applied in buildings that we are working you can see that it has a better behavior regarding the earthquake. It shows us that stiffness gradually decreases with increasing displacement and the period of vibration increases, at the same time, less displacement was demonstrated in the building and it does not suffer damage to its main structures.

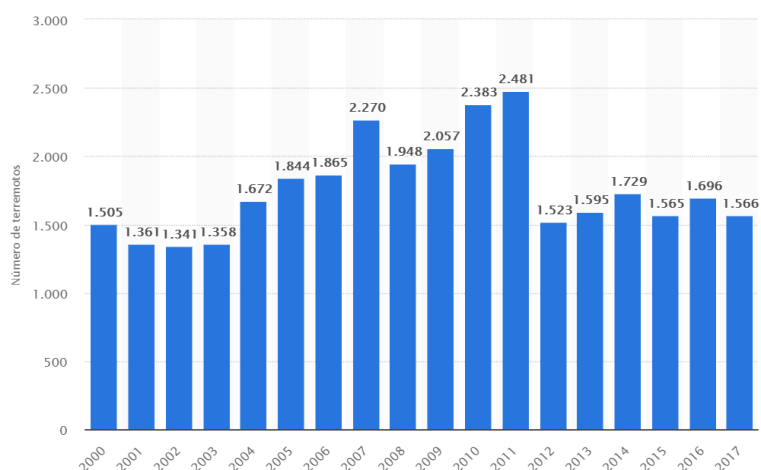
The seismic analysis of the building that is being worked on in this thesis was carried out with the triple pendulum friction insulators in the ETABS software, where the displacements, axial forces and basal shear in the insulation system were determined thanks to the software.

Keywords: Triple Friction Pendulum, Isolator, Software Etabs, Building, Earthquak.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años inclusive en la actualidad se han generado sismo en diversos países del mundo, y como resultado han demostrado la realidad en la que se localiza las estructuras anverso a este fenómeno natural. Asimismo, se han informado normativas de proyectos sismos resistentes para edificios con cuantificaciones más rigurosos. En el aumento de la tecnología y la ciencia han logrado incrementar diferentes estrategias que permiten organizar y ajustar las distribuciones al comportamiento ante la ocurrencia de una catástrofe sísmica. Con dicha información proponer aisladores sísmicos de arreglo a las necesidades de las edificaciones A continuación, se evidencia el nivel de números registrados mundialmente desde 2000 al 2017, lo que genera preocupación por los países afectados.

Figura 1. Número de sismo registrado a nivel mundial desde 2000 al 2017



Fuente: <https://es.statista.com/estadisticas/635155/numero-de-terremotos-registrados-a-nivel-mundial/>

No obstante, en América del Sur se pudieron demostrar que la mayoría de edificaciones con aisladores se ubican en Chile, Colombia y Ecuador. Actualmente al Perú es reciente la utilización de estos dispositivos, en donde los edificios aislados normalmente son clínicas, hospitales y algunas viviendas y oficinas. Aunque es cierto, Perú es uno de los países con mayor movimiento sísmicos por su proximidad al borde por subducción entre las placas tectónicas de Nazca y la

Sudamericana. Por lo que requiere minimizar los riesgos estructurales en edificaciones, así como pérdidas económicas y humanas, tal como sucedió en México del año 2017 donde un sismo de 7.1 Mw de magnitud causó daños de gran consideración en ese país. Así como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Sismo en la Ciudad de México en el año 2017.



Fuente. <https://cnnespanol.cnn.com/2018/09/13/mexico-un-ano-despues-del-terremoto-del-19-s-todo-lo-que-queda-por-hacer/>

Ante tal razón, la tendencia actual se concentra en la mejora de respuesta de estructuras hacia la aplicación de distintas técnicas de diseño sísmico tales como aislamiento basal y la disipación de energía. El Aislamiento basal o aislamiento sísmico permite desencajar la estructura de la superficie, a través de la incorporación de aislantes sobre el nivel bajo de la edificación. El aislante sísmico incrementa el tiempo de amortiguamiento en la estructura, disminuyendo las aceleraciones espectrales de la edificación. Entre los aisladores sísmicos más usados están los elastómeros al núcleo de plomo, al igual del péndulo de fricción. Los tipos de aisladores se estructuran de esta manera en la figura 3:

Figura 3. Clasificación de péndulo de fricción



Fuente. <https://estructurando.net/2014/10/14/aisladores-y-disipadores-sismicos/>

Al sector Regional, el Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2015), como ente del país han implementado nuevas políticas generales a la construcción y seguridad sísmica para las catástrofes sísmicas con la finalidad de evitar riesgos en la población se debe a la Norma de Diseño Sismo Resistente E-30, que obliga a las nuevas edificaciones que sean construidas con aisladores sísmicos correspondiente al establecimiento de salud de nivel II Y III permitiendo de esta manera minimizar hasta un 50% de sensación sísmica dentro de las edificaciones, Del mismo orden de ideas un hospital a comparaciones de otras edificaciones requiere un compromiso evaluado en cual participa el Ministerio de Vivienda y Ministerio de Educación planteando la vulnerabilidad que poseen los centros ante los sismos con la finalidad de proteger las vidas de los individuos.

El **problema Principal** es, ¿Aplicando el triple péndulo de fricción beneficiará en gran medida al comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos, Chorrillos, 2019?

Los **Problemas específicos** serían ¿Cuál es la capacidad del triple péndulo de fricción en los esfuerzos principales del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos?

¿Cuál es la capacidad del triple péndulo de fricción en la respuesta sísmica del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos?

La **Justificación del Estudio** actualmente, se investiga que las edificaciones posean un buen diseño sísmico estructural sino también funcional, esto requiere un fundamento a que las pérdidas le otorgan el coste de recuperación, reposición, reparación y los importes relacionados para lo aprovechable de la edificación. En síntesis, es significativo cumplir con las normas establecidas y materiales de reducción o dispersión de energía de entrada en la edificación como aislantes, amortiguadores o disipación de energía entrante con un resultado de disminuir los daños en el edificio y avalar el funcionamiento luego de un sismo de gran dimensión.

La **Justificación Social** se da porque un aislamiento sísmico es solo la práctica que admite reubicar el tiempo fundamentalmente, de la distribución a un tiempo

extenso colocando aislantes comúnmente entre la plataforma del edificio al nivel inicial, sobrellevando a pequeñas derivadas e incremento de rapidez en el piso de la edificación de plataforma fija, reflejando un daño mínimo o ligero sobre los componentes estructurales, no estructurales y contenido. Todos bajo un mismo principio de funcionamiento, fundados en el movimiento a un péndulo convencional. Los aisladores de tres tipos, el triple péndulo de fricción es el más frecuente y el más manejado, debido a que posee múltiples ventajas respecto al simple y doble péndulo de fricción. Lo que ayudará a que se construyan nuevas edificaciones importantes confiables y que resistan a fuertes magnitudes de sismos de tal manera, la vida de los habitantes que allí se encuentren.

La **Justificación Teórica** se da porque presente investigación aporta medidas a las necesidades de la localidad en general, a través del cumplimiento de criterios determinados en el país y así optimizar la calidad de las acciones y decisiones tomadas en futuras construcciones de edificaciones. Por lo que este estudio servirá como para asiento en trabajos semejantes y como información fundamental entre los profesionales expertos.

La **Justificación Práctica** se justifica, ya que el proyecto dará a conocer innovadores avances tecnológicos y de ingeniería ya que contribuirán de forma más viable a los proyectos por medio de métodos constructivos. El presente proyecto es suma importancia ya que es una posible solución que podría reducir los colapsos en construcciones estructurales. En tal sentido, dichas construcciones de sistemas aislados de triple péndulo de fricción proporcionará edificaciones estructurales más confiables y perdurables en el tiempo, además de un resguardo en caso de desastre natural, como lo son sismos en grandes magnitudes, donde estas edificaciones importantes ayuden de refugio en los habitantes con mayor seguridad.

El **objetivo General** es analizar el comportamiento sísmico estructural de una edificación 5 pisos aplicando el triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019.

Los **Objetivos Específicos** fueron determinar la capacidad del triple péndulo de fricción en los esfuerzos principales del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos

Evaluar la capacidad del triple péndulo de fricción en la respuesta sísmica del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos.

La **Hipótesis General** es el comportamiento sísmico estructural de una edificación 5 pisos estará acorde a las normas técnicas aplicando el triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019.

Las **Hipótesis Específicas** serian la capacidad del triple péndulo de fricción en los esfuerzos principales será el adecuado en el comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos

La capacidad del triple péndulo de fricción estará acorde a la respuesta sísmica permitida en el comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos.

II. MARCO TEÓRICO

Morales y Santamaría (2018). *Influencia de los paneles modulares M2 en el acto sísmo resistente de construcciones*. Universidad Central del Ecuador. Su **objetivo** fue estudiar la influencia de los paneles modulares M2 en el acto sísmo resistente de construcciones. La indagación al terminar **concluyó** que la inclusión de la mampostería (M2) adentro de los usos estructurales aporticado, disminuye la vulnerabilidad estructural y mejora la resiliencia ante la actividad sísmica. Las derivas de piso disminuyen al abarcar la mampostería M2 en el interior del análisis estructural, por el aumento de rigidez lateral que aporta el M2 al uso estructural aporticado. El porcentaje de rebaja logrado en peso, cortante y tiempo de vibración de las estructuras de acero fue de un 5% – 10 % más que en las estructuras de hormigón. La caída del periodo vital de vibración de las construcciones de hormigón armado como de acero estructural, es resultado de la inclusión de la mampostería M2 en el interior del sistema aporticado. La mampostería M2 es factible usarlas en todo tipo de edificaciones, mejorando el comportamiento global de los sistemas aporticados y disminuyendo el costo y tiempo de ejecución en obra, en comparación con un sistema tradicional.

Nguyen et al (2018). *Performance of Single Friction Pendulum bearing for seismic actions in Vietnam*. University of science and technology. Vietnam. His **objective** was to apply a more modern technology for the isolation with SFP bearing for seismically isolated buildings in Vietnam. Where it was **concluded** that SFP bearings are very safe and resistant to earthquakes. In addition, it was demonstrated that the SFP is very high in resistance, with an average of 85%. Therefore, using this technology in the earthquake is very effective to increase the resistances of the buildings.

Aguar et al (2017). *Seismic analysis of stairs with three models using the spectral and the spectrum spectrum methods, give access to a building with seismic isolators*. University of Armed Forces. Ecuador. Its **objective** was to allow a free movement of the Insulator Building without impacting the Stair Building at all. The purpose was that the seismic study of the structural block with insulators, in the

stairs that was considered in the model of the insulators, therefore, the results of the samples are expected an approximate maximum of 47 cm, demonstrating in itself that the insulators will have more movement up to about 40 cm. In addition, he made sure that the structure was made of steel since it is strong.

Becker et al (2017). Extreme behavior in a triple friction pendulum isolated frame. McMaster University, Hamilton, Canada. The **purpose** of this document was to make a dynamic declaration of the unidirectional stirring table of an insulated steel frame with triple friction pendulum bearings. **After** the experimentations it was determined that, the bearing should not be designed for error, since the rolling of the plate after the bolt cut is difficult to advance and correct the loss of the upper plate would result in the loss of the load capacity of the bearing. All except for one of the bearings was not working after the failure of the insulation system. However, in most cases, it will only be necessary to replace the internal slider; of course, if the screws for the upper or lower part affected, the plate would have to be reinstalled. On the other hand, it was found that the hardening stages decreased the speed of the impact, and therefore the capacity in the insulation layer in the impact decreased.

Ruiz (2017). Análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos de péndulo friccional doble y triple. Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Su **objetivo** era indagar, realizar y normalizar herramientas de reducción o disipar la energía entrante a las estructurales como los aisladores basales, amortiguadores o disipadores con el fin de minimizar daños en la estructura y avalar el funcionamiento después de un terremoto de gran dimensión. Se llegó a la **conclusión** que existe un incremento discrepancia de normas de desplazamiento, rapidez, amortiguamiento y cortante entre el estudio elástico y el período de la moderna historia para los aisladores de péndulo de fricción doble que en los análisis de los otros aisladores como lo es el aislador de péndulo de triple fricción. Estos obtienen debido a las formulas de la manera de fuerza semejante están relacionados a el estudio no lineal para amortiguamientos inferiores o similares a 30% (ASHTO, 2010), de esta manera el péndulo de fricción doble para el estudio tiempo historia existe un amortiguamiento promedio de 33%.

Leiva y Aguiar (2017). Análisis no lineal del aislador de triple péndulo de fricción mediante el modelo Tri-Lineal. Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador. El artículo científico tuvo como **objetivo** desarrollar un nuevo aplicativo en el software Matlab del modelo tri-lineal para un análisis respuesta en el tiempo con un grado de libertad e incorporar al CEINCI-LAB. Se llegó a la **conclusión** que el procedimiento del aislador de Triple Péndulo de Fricción es no lineal y complejo. Medir los resultados del modelo tri-lineal y bilineal para el análisis no lineal de un sistema de un grado de libertad permite afirmar que ambos modelos son útiles para establecer el rendimiento del aislador.

Aguiar et al (2016). El método del espectro de capacidad en estructuras con aisladores FTP con ceinci-lab. Postgrado en Estructuras. Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador. Tuvo como **objetivo** ilustrar la correcta forma de uso del sistema CEINCI-LAB para obtener la curva de capacidad sísmica resistente y el punto de comportamiento, aplicando el Método del Espectro de Capacidad en una estructura con los aisladores sísmicos de triple péndulo de fricción FTP. Se llegó a la **conclusión** de que al software CEINCI-LAB se han unido nuevas subrutinas que permiten encontrar la curva de capacidad sísmica resistente de pórticos planos con aisladores de triple péndulo de fricción y hallar la respuesta sísmica empleando el Método del Espectro de Capacidad, con cualquier espectro. Los resultados han sido validados con el Método Espectral. Se utilizó el modelo constitutivo de tres fases, para el comportamiento no lineal del aislador FPT, es muy sencillo trabajar con las tres fases, pero para ser conservadores se programó solo con las dos primeras fases, se deja la tercera fase como un factor de seguridad de los aisladores.

Weber et al (2016). Isolation Performance of Optimized Triple Friction Pendulum. International Journal of Engineering and Science. The aim of this article was to compare the insulation performance of the triple friction pendulum (FP) with that of the FP dual as a reference point. Friction pendulums (PF) are non-linear devices due to their dissipation of energy by friction damping. As a result, these insulators can only be optimized for maximum structure isolation at a PGA value whereby the insulation performance is suboptimal in smaller and larger PGAs.

The **objective** of the triple FP is to improve this disadvantage of the passive FP by its adaptive behavior, that is, the rigidity and friction of the triple FP depend on the actual displacement of the bearing and consequently on the PGA value. The results show that optimized triple and double FPs produce approx. the same insulation of the structure at approx. the same total displacement of the bearing that is explained by the observation that the optimal solutions of triple FP and double FP are very similar.

Ghodrati and Veismoradi. (2015). Near-fault seismic performance of triple variable friction pendulum bearing. University of Science and Technology of Iran. The inquiry had ascertained the **objective** of the Variable Friction System (Vfs) in response to the triple friction pendulum bearing (Tfpb) on normal and parallel components of earth movements adjacent to the fault. The test had **concluded** that the variant of the friction force on the sliding surfaces of Tvfpb is such that, even at a certain displacement value, the coefficient of friction increases and then decreases with a further increase in displacement. On the other hand, when using Vfs, the displacement Tfpb can be reduced even by 30%, which is quite effective in reducing the cost of the project.

García et al (2014). Comportamiento de componentes no estructurales ante diferentes entornos sísmicos. Universidad Autónoma Metropolitana. Mexico. Esta labor **describía** un método para determinar la sollicitud en Cnes para tres escenas de sismo. Al terminar la investigación habían alcanzado a la **conclusión** de que es claro que el desarrollo de los espectros de suelo permitiera usar los acelerogramas indicados al sitio dado, y obtener las demandas de aceleración a las que estarían unidos los Cnes; así, se muestra que las aceleraciones máximas en la losa o en apéndices rígidos alcanzaría unos 2.6 g; mientras que si utilizamos historias de tiempo y los espectros de piso adecuados, se observan aceleraciones máximas de 2.9 g. En pruebas de laboratorio, utilizando las aceleraciones registradas en los bloques reales y las mesas vibratorias, se llegaron a recaudar aceleraciones en Cnes de aun 8 g.

Teorías relacionadas al tema

Los **fundamentos del aislamiento sísmico** es la función en los aislantes sísmicos es desacoplar la estructura de la superficie. Esto involucra la distribución arriba a los aislantes se comparte de forma muy similar en solo sólido rígido, esto logra tiempo, tendrá pequeños demandados en derivadas y aceleraciones de entrepiso; siendo las primeras originarias del deterioro estructural y no estructural.¹

Asimismo, la cabida que poseen los aislantes de reubicar el tiempo natural de las edificaciones, por lo siguiente incrementan el amortiguamiento distributivo. El aumento del periodo sobrelleva a un incremento del deslizamiento, pero caídas a los desvíos de entrepiso de la estructura. También, al incrementar el amortiguamiento involucra el decrecimiento de la extensión en los espectros sísmicos y, como consecuencia, la mínima fuerza de entrada del movimiento sísmico y desplazamiento.

El **Péndulo de Fricción Simple** se basa en que el comportamiento constituye en un movimiento pendular que se cambia en función del coeficiente de fricción, ya que el peso en carga de servicio resiste el aislante. El aislante de péndulo de fricción se constituye de un deslizador el cual se desliza por medio en un solo plano cóncavo. Los componentes de la superficie externa del deslizador son comúnmente de politetrafluoroetileno (PTFE), y su extensión cóncava es de acero inoxidable.²

El **Doble Péndulo de Fricción** se basa en que posee cuatro superficies de contacto, no obstante, es habitual que superficies internas sean idénticas ya que se simplifica a tres superficies de distintos coeficientes de fricción. Lo que involucra que hay 4 coeficientes de fricción (U_i), cuatro radios de curvatura (R_i) y cuatro distancias topes (d_i). Dichos aislantes son reconocidos en poseer cabida de conseguir enormes periodos y desplazamientos.³

El aislador del simple péndulo de fricción (Figura 4) se constituye por el deslizador que descansa por encima de una cóncava de acero inoxidable. En los bordes está

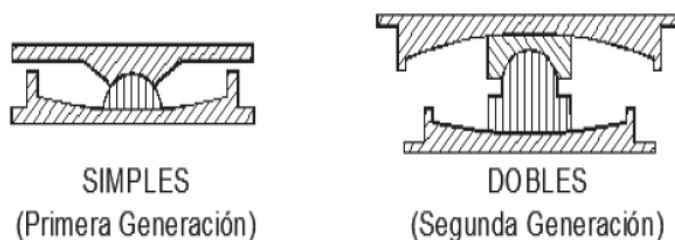
¹ (TRUJILLO, 2017 pág. 25)

² (SYSTEMS, 2005 pág. 2)

³ (CANGO, 2018 pág. 24)

el anillo de detención. Además, contiene un material que sella por dentro el aislador y de esta forma se previene la contaminación y daños de los elementos frente efectos de clima. Por otro lado, El aislador de doble péndulo de fricción está constituido por dos placas cóncavas de acero inoxidable, y un deslizador articulado, tal como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Péndulos de fricción simple y doble



Fuente: Diseño y análisis de edificaciones con aisladores de base tipo FPT (Cango 2018. p. 21, 24)

El **aislador Triple Péndulo de Fricción** posee una conducta no lineal y compleja. Conforme al deslizamiento se eleva, existen muchos cambios en su rigidez. Comúnmente en valores bajos de fuerza, desplazamientos el sistema estrechamente riguroso al sismo paralelo del diseño (DBE) lo cual una mínima rigidez al elevar la amortiguación, y del procedimiento asimismo difiere al sismo considerado al máximo (MCE), se encuentra un incremento rigidez por controlar los desplazamientos. Generando un método adaptativo mejorado en diversas escalas de rendimiento.⁴

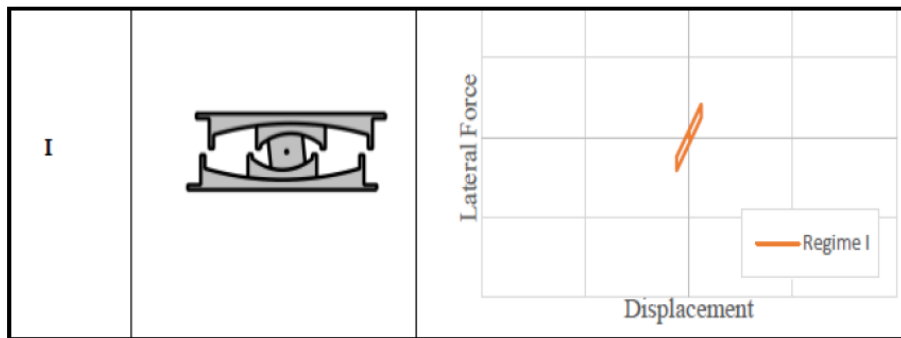
Presentaron un modelo de cinco fases, en base a los 12 parámetros geométricos y cuatro coeficientes de roce se precisa el proceder de la fuerza de desplazamiento del aislante triple FP. Donde R_i es el radio de curvatura; h_i y d_i Es la altura y el desplazamiento; R_{ieff} es el radio de curvatura efectivo; d_i es la capacidad de desplazamiento; μ_i es el coeficiente de fricción. El subíndice i , varía de 1 a 4 debido que existen 4 superficies.⁵

⁴ (Desempeño de aislador FPT8833/12-12/8-5 en el análisis sísmico del Centro de Investigaciones y de Post Grado, 2016)

⁵ (Evaluation of simplified methods of analysis for structures with triple friction pendulum isolators, 2010 pág. 5)

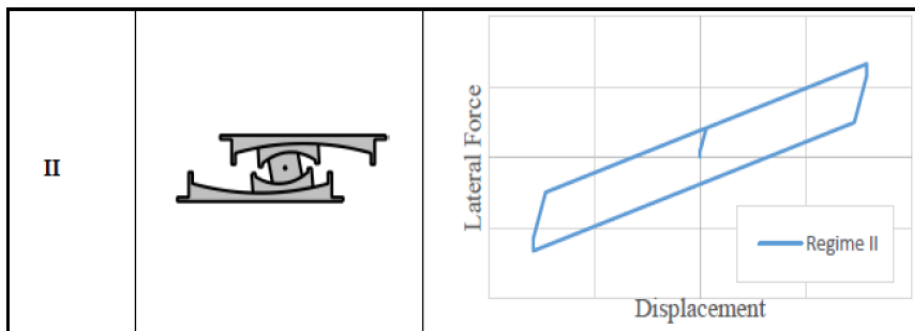
En las siguientes figuras se muestran las superficies que se activan en cada fase de movimiento.

Figura 5. Régimen I



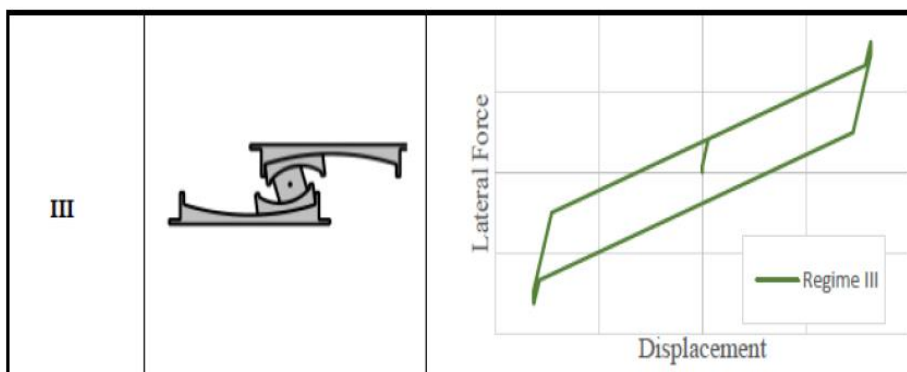
Fuente: (McVitty y Constantinou 2015. P. 11)

Figura 6. Régimen II



Fuente: (McVitty y Constantinou 2015. P. 11)

Figura 7. Régimen III



Fuente: (McVitty y Constantinou 2015. P. 11)

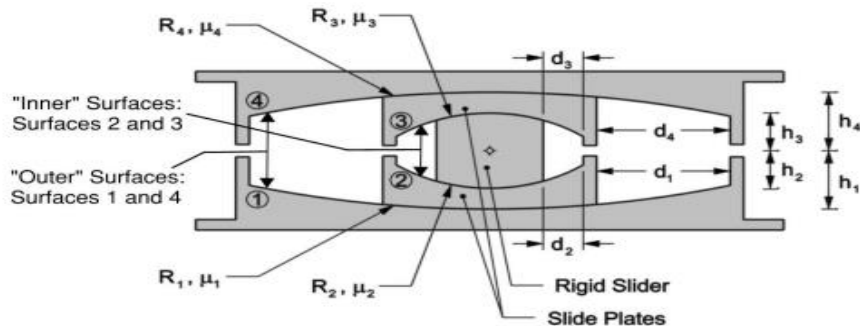
El **Modelo Constitutivo del Triple Péndulo de Fricción** significa que la nomenclatura de un aislante de péndulo de triple fricción, determinado por doce parámetros geométricos y cuatro coeficientes de roce. Es muy común que los radios R_1 y R_4 , son idénticos; a los radios del aislante interno también sean $R_2 = R_3$; que la altura $h_2 = h_3$; $h_1 = h_4$. Que la capacidad de desplazamiento $d_1 = d_4$, y que $d_2 = d_3$; con estos los parámetros geométricos se reducen a seis.

Además, es frecuente que los coeficientes de roce $\mu_1 = \mu_4$ y que $\mu_2 = \mu_3$. De esta manera obtiene 2 coeficientes distintos de razonamiento. Para condición y en el tema de los seis parámetros geométricos. Mc Vitty y Constantiou (2015), lo definieron como:

Un tipo constitutivo de tres fases, que es apreciado para constituir el comportamiento no lineal del aislante de la tercera generación. Una primera fase, el movimiento se da en los radios de curvatura R_2 y R_3 , ante sismos de baja magnitud que activa al aislante, en un segundo fase, la base deslizante rígida alcanza los topos del aislante interno y este en su interior comienza a desplazarse en las placas externas.⁶

Asimismo, se puede observar en la figura 8, los parámetros geométricos del triple péndulo de fricción.

Figura 8. Parámetros geométricos del Triple péndulo de fricción. (Mc Vitty y Constantiou 2015. P. 9)



Fuente: (McVitty y Constantinou 2015. P. 11)

⁶ (MC VITTY Y CONSTANTINOY, 2015 pág. 9)

El **comportamiento sísmico** estructural es “cuando una distribución es sometida a una acción dinámica severa, su procedimiento se ve condicionado por las tres (03) fases principales de su proyecto y construcción, entre las siguientes etapas: diseño, detalle y ejecución específica de su construcción”.⁷

La **etapa de diseño** es luego de acontecer un sismo fuerte, los estudios elaborados de patología estructural demuestran que los deterioros asentados lograron ser impedidos, de tal forma la utilización apropiado de los juicios correspondientes en las reglas de diseño sismo resistente. El desconocimiento y omisión de dichos criterios incrementan ampliamente las edificaciones en su vulnerabilidad y beneficia un ejercicio incorrecto.

En la **etapa de detallado** se define el procedimiento sísmico estructural, obedece a su ductilidad, la cabida para dispersar energía en forma que la edificación se encuentre en el rango inelástico. Generalmente, las construcciones de hormigón armado bien planificados poseen con una adaptabilidad más inmensa que las edificaciones de mampostería no reforzada.

En el tema de edificaciones la mampostería no reforzada, la importancia del detalle reside fundamentalmente en el diseño conveniente de las conexiones. Asimismo, es necesario garantizar un buen anclaje de los muros a los diagramas de piso y techo, para impedir que se origine un fallo afuera del plano .de igual manera es preciso certificar la conexión y el anclaje de materiales no estructurales, al igual que la conexión entre muros perpendiculares.

En la **etapa constructiva** el procedimiento de construcción debe reconocer el cumplimiento de las consideraciones y razonamientos manejados en el diseño. También, si una edificación fue considerada como aislado, debe manejarse juntas de separación, que impidan potenciales efectos de choques con las distribuciones cercanas. Una correcta inspección y registro en la elaboración de obras prácticas son precisos para el logro de los esfuerzos ejecutados en las fases de diseño y en las etapas de detalle.

⁷ (HUAPAYA, 2017 pág. 34)

El componente de repuesta sísmica se planeó por parte del ATC (Applied Technology Council) en la ATC 3-06 en el año 1978. Los productos de la cortante sísmica en estructuras son establecida en función de las variantes fuerzas interiormente coherentes de las respuestas elástica, con un valor habitualmente representado por R. (p. 4)⁸

La conceptualización de este valor parte del objetivo de que las edificaciones tienen alguna cabida de mantener en la zona elástico sin alcanzar la falla. Notoriamente los elementos tomados de R hubieron en una iniciación fundados en el conocimiento de los estudiosos como productos consensuados por los mismo en cada método estructural, asimismo; la observación y práctica de la realización de las estructuras, por consiguiente un sismo, han expuesto que las edificaciones pueden ser creadas de forma económica conservando una seguridad a los individuos de dicho lugar sabiendo el procedimiento inelástico esperado.

Es examinar a los materiales de poseer los más grandes esfuerzos que se suelen haber diseñado y habitualmente se colocan más esfuerzo por proceso de construcción, inclusive en los elementos de viga-columna para que concuerden en el encuentro que amplifica la sección en la viga o para el control del criterio de columna fuerte- viga débil. Por ende, suele considerarse una disminución en la fuerza de diseño sísmico, así estará afectado por la ocupación del elemento en modificación de repuesta sísmica, R. (p. 1)⁹

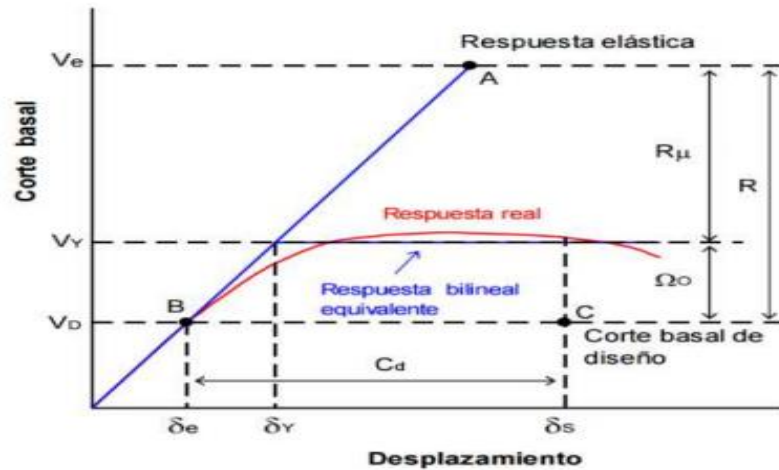
El concepto del factor R, es estudiar el resultado de una edificación de cara a un sismo a través de un diagrama basal- desplazamiento, tal cual muestra la figura. La tajante determinado por el espectro de diseño llamado V_e , el cortante de diseño es citado V_D . Dicho factor disminuye las fuerzas a un nivel conveniente a la etapa límite final o a la resistencia, no a un grado de servicio. La mejoría del factor R es que el ingeniero solo necesitará realizar un estudio elástico, a pesar de que la distribución se deforma a un rango no lineal. Es vital importancia destacar al estudio que no aprueba valorar cabalmente a los desplazamientos laterales a que estos

⁸ (A brief guide to seismic design factors, 2008)

⁹ (Nuevo enfoque para determinar el factor de modificación de repuesta., 2003)

son mínimos que los generados en el rango inelástico. Por este motivo se manejó un factor de amplificación en desplazamientos relativos del análisis así como se puede observar en la figura 9.

Figura 9. Corte basal – Desplazamiento



Fuente: (McVitty y Constantinou 2015. P. 15)

La **Característica de la respuesta sísmica de una edificación** en un sismo moderado habitualmente son las distribuciones tienen una conducta estática lineal y su consulta puede estimarse en varios casos mediante un estudio dinámico de sistemas lineales. Generalmente, la solución se establece mediante un grado de independencia con el periodo fundamental.¹⁰

¹⁰ (BAZÁN Y MELI, 2002 pág. 29)

III.METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

“El enfoque como cuya búsqueda forma una comprensión de fundamento hacia el campo y así buscar resolver los conflictos que aborda el proyecto”.¹¹ Por lo tanto, el enfoque de este proyecto es cuantitativo, porque se demostrara la hipótesis utilizando los datos seleccionados y de comprobaciones numéricas. Por lo que el presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, así que será necesario si el triple péndulo de fricción disminuye el nivel de vulnerabilidad en el comportamiento sísmico estructural de la edificación.

“En los proyectos aplicados, existen las teorías relacionadas al tema y ciertas metodologías, que se emplearán en dificultades existentes, para intentar encontrar soluciones”.¹² No obstante, “el proyecto aplicado se concierne con ciertas investigaciones elementales, dependerá de los descubrimientos de cada proceso de prácticas y manejos a los conocimientos para indicar el propósito a resolver conflictos obteniendo la mejora del proyecto resultando de forma positiva”.¹³ “Mencionó que lo necesario es aportar conocimientos al marco teórico”.¹⁴ Por tal atributo será aplicada, ya que a partir de una edificación por construir se realizará un análisis a profundidad

“El diseño experimental es un escenario de control en la que se manejan una o más variables autónomas de manera directa o indirecta, para examinar los resultados de la manipulación en una o más variables dependientes”.¹⁵ Por tal impulso se considera que el proyecto es del tipo experimental, donde se evaluará del triple péndulo de fricción es el más óptimo para edificaciones importantes, el cual se analizará el nivel de vulnerabilidad que sea mínimo en el comportamiento sísmico estructural del mismo.

¹¹ (ALVAREZ, 2011 pág. 10)

¹² (ALVAREZ, 2011 pág. 23)

¹³ (EZEQUIEL, 2011 pág. 41)

¹⁴ (RODRIGUEZ, 2012 pág. 10)

¹⁵ (SAMPIERI, COLLADO Y LUCIO, 2006 pág. 121)

3.2. Operacionalización de las variables

Variable Independiente

El triple péndulo de fricción posee una conducta no lineal y compleja. Conforme el desplazamiento se incrementa, existen muchos cambios en su rigidez. Comúnmente en valores bajos de fuerza, desplazamientos el sistema estrechamente riguroso, en paralelo al sismo de diseño (DBE) en que hay una mínima rigidez al incremento en la amortiguación, y el procedimiento asimismo difiere al sismo máximo considerado (MCE), donde hay un incremento rigidez por controlar los desplazamientos. Generando un método adaptativo mejorado en diversas escalas de rendimiento. ¹⁶¹⁷

Variable Dependiente

Es aquel donde el sismo afecta a la edificación en su conjunto y no distingue entre los elementos proyectados por el arquitecto y aquellos concebidos por el ingeniero.¹⁸

Tal como se muestra la matriz de operacionalización de las variables en el anexo

3.3 Población y Muestra

La población como el vínculo de elementos, también denominado universo, el cual va a ser estudiado".¹⁹ La población de esta investigación comprende las edificaciones futuras en obra de Lima Metropolitana.

En la muestra no probabilística, no se puede determinar la equivocación estándar, ni al nivel en seguridad a través del que se hace la apreciación, ya que este tema tiene como elección datos que depende del razonamiento del autor".²⁰ Por consiguiente, el tipo de muestra será no probabilístico, ya que se seleccionará a criterio propio, siendo este una edificación de 5 pisos, ubicada en Chorrillos.

¹⁶ (FENZ Y CONSTANTINOU, 2008)

¹⁷ (Evaluation of simplified methods of analysis for structures with triple friction pendulum isolators, 2010)

¹⁸ (ARNOLD Y REITHERMAN, 1991)

¹⁹ (CID Y CAÑAS, 2010 pág. 166)

²⁰ (BORJA, 2012 pág. 2)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, entrevistas, encuestas”.²¹ Las técnicas son de hecho, recursos o procedimientos de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento y se apoyan en instrumentos para guardar la información o datos. A continuación se presentan las técnicas que se utilizarán en la presente investigación:

Técnicas de gabinete

Esta técnica consiste en “detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que parten de otras informaciones o conocimientos, el cual es tomado de la realidad, de modo que son de gran importancia para los objetivos de la investigación”.²²

Para el presente análisis se producirá a cabo esta técnica con el objetivo de elaborar un marco teórico para formar un cuerpo sobre el objeto de estudio. Cabe destacar que las fuentes de información serán libros, revistas, artículos científicos, los planos arquitectónicos y estructurales, páginas web, entre otros. Esta técnica se complementa con trabajo de campo.

Técnicas de campo

Es aquella técnica que tiene como propósito recopilar datos de manera visible, sin interferir en el normal comportamiento de lo que está investigando. En la observación no participante el investigador es ajeno al grupo, es decir, solicita autorización para permanecer en él, y observar los hechos que requiere.²³

Se utilizará la técnica de la observación para visitar el lugar donde se realizará la obra además verificar los planos con los elementos estructurales en la muestra de estudio.

²¹ (RODRIGUEZ, 2008 pág. 10)

²² (HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2013 pág. 50)

²³ (YNOUB, 2015 pág. 310)

En tal sentido, la selección de los instrumentos de recolección de datos según “implica determinar por cuales medios o procedimientos el investigador obtendrá la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación”.²⁴ Siendo estos los instrumentos para la presente investigación:

Guía de recolección de datos

Este instrumento se utiliza para anotar los datos recogidos mediante la observación. Es un formato estructurado que permite encausar la acción de observar ciertos fenómenos. Esta guía, por lo general, se estructura a través de columnas que favorecen la organización de los datos recogidos durante la investigación.²⁵

Esta guía de recolección de datos se utilizará para recoger toda la información de la técnica de campo.

Normas Técnicas

Norma E.030 mediante el cual se podrá verificar si la edificación está dentro de los requerimientos de diseño establecido en dicha norma. Este instrumento será muy útil en la presente investigación y servirá de apoyo a la técnica de gabinete.

Diario de Campo

Un instrumento indispensable para registrar la información recolectada en la práctica investigativa en el escenario de estudio. En resumen, es un cuaderno que se utiliza para tomar nota de la descripción y narración de los hechos o fenómenos observados. Este instrumento será una herramienta fundamental para el investigador con la información que recolecte en ambas técnicas.²⁶

Validez y Confiabilidad

“La validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”.²⁷ “validar es comprobar cualitativa

²⁴ (HURTADO, 2000 pág. 164)

²⁵ (Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la Investigación cualitativa, 2006 pág. 8)

²⁶ (FERNANDEZ, 2013 pág. 45)

²⁷ (HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2013 pág. 243)

o cuantitativamente un dato”.²⁸ Por su parte, es el grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Para la presente investigación serán validados los planos estructurales y arquitectónicos de la edificación de 5 pisos, Chorrillos por un juicio de expertos, especialistas en el área de ingeniería civil.

Tabla 1. Validación de Expertos

Expertos	Pertinencia	Relevancia	Claridad
Experto 1	SI	SI	SI
Experto 2	SI	SI	SI
Experto 3	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia

Ver anexo 3.

Por otra parte, la confiabilidad de la investigación se logrará a través del análisis de la información, lo cual permitirá internalizar la información obtenida de la técnica de gabinete y de campo.

3.5 Procedimientos

En esta investigación se efectuará en primer lugar, la clasificación de los datos, análisis, elaboración e interpretación de los datos y definir los resultados de la investigación. En cuanto a la exploración del lugar de estudio, los planos de la edificación y la información obtenida de la técnica de gabinete. Posteriormente, un análisis cuantitativo utilizando para la obtención de los resultados el software y también hojas de cálculo en Excel.

3.6 Método de análisis de datos

“Este método se presenta posterior a la aplicación de las técnicas e instrumentos y finalizada la recolección de los datos, donde se procederá a emplear el análisis de dicha información para dar respuesta a las interrogantes de la investigación”.²⁹

²⁸ (TAMAYO Y TAMAYO, 1998 pág. 224)

²⁹ (HEVIA, 2001 pág. 46)

“El objetivo del análisis es aplicar un conjunto de estrategias y técnicas que le permiten al investigador obtener el conocimiento que estaba buscando, a partir del adecuado tratamiento de los datos recogidos”.³⁰ El método de análisis de datos será, la estadística descriptiva, la cual se llevará a cabo realizando distribuciones de frecuencias absolutas y relativas, de igual manera las tablas y gráficos de los resultados obtenidos por el instrumento aplicado en el programa estadístico SPSS.

3.7 Aspectos Éticos

Para garantizar la calidad ética y profesional de la presente investigación se tomará en cuenta la información validada de los planos estructurales y la confidencialidad de los datos obtenidos en el estudio y con total veracidad de los resultados obtenidos por el programa y en hojas Excel.

³⁰ (HURTADO, 2000 pág. 181)

IV.RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Comportamiento sísmico estructural para una edificación de 5 pisos aplicando Triple Péndulo de Fricción, Chorrillos, 2019”

Acceso a la zona de trabajo:

El ingreso a la zona de proyecto es por la av. Guardia Civil y el Jr. Teniente Romero Legua.

Ubicación Política

La zona de estudio está ubicada en la región de Lima, Provincia de Lima, distrito de Chorrillos.

Figura 10. Mapa político de la provincia De Lima



Fuente: <http://www.mantyoabras.com>

Figura 11. Mapa político del Perú.



Fuente: <http://www.mantyoabras.com>

UBICACIÓN DEL PROYECTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

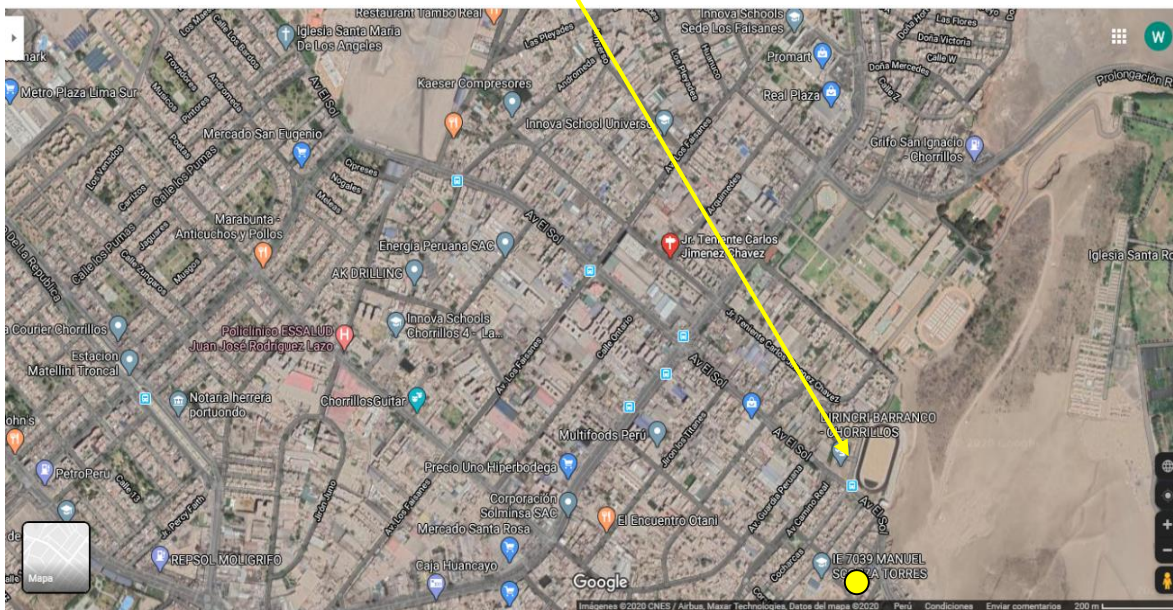
Figura 12. Ubicación del distrito



Fuente: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DSB/sig_fovida/Paginas/Lima_Sur/chorrillos.htm

UBICACIÓN DEL PROYECTO DISTRITO DE CHORRILLOS

Figura 13. Ubicación del proyecto vista satelital



Fuente: Google Maps

Norte: Limita con el distrito de Barranco

Noreste: Limita con el distrito de Santiago de Surco

Sureste: Limita con el distrito de Villa El Salvador

Este: Limita con el distrito de San Juan de Miraflores

Oeste: Limita con el Océano Pacífico

Se eligió esta edificación que se encuentra en el distrito de Chorrillos para el estudio de la tesis ya que está expuesto a un alto nivel de peligro sísmico, producto de la actividad sísmica que genera la subducción de la placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana y es por eso que en esta tesis usaremos esta edificación debido a su suelo.

Ubicación Geográfica

Geográficamente la zona de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas $77^{\circ} 03'$ a $76^{\circ} 97'$ Longitud Oeste y $12^{\circ} 15'$ a $12^{\circ} 23'$ Latitud sur, presentando una altitud de 43 metros sobre el nivel del mar.

La muestra de suelo se recolectó en el distrito de Chorrillos.

Figura 14. Ubicación del distrito de Chorrillos vista satelital

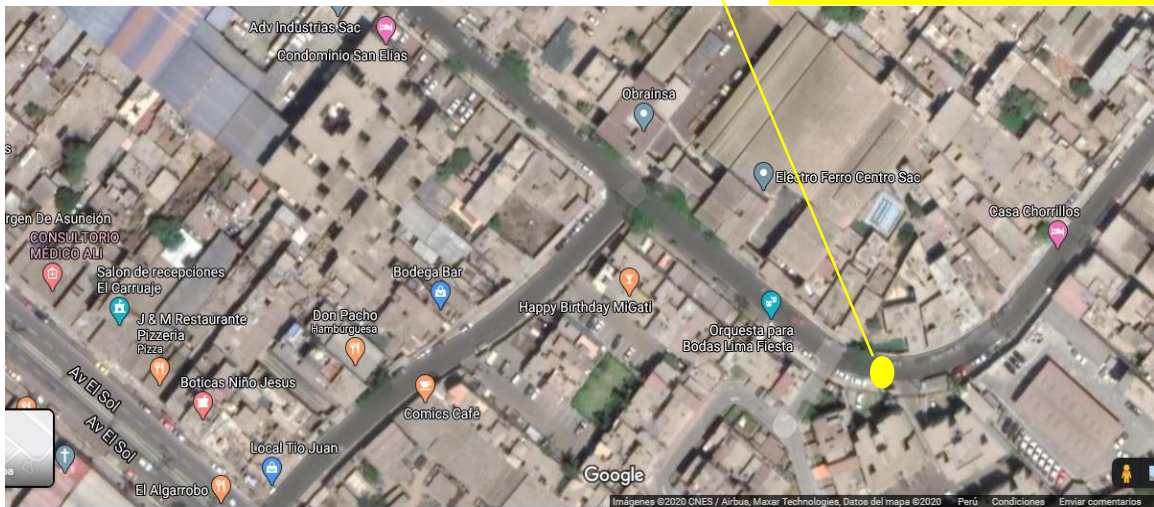


Fuente: <http://www.munichorrillos.gob.pe/>

La ubicación exacta del lugar de recolección de muestra, es en la av. Teniente Carlos Jiménez Chávez, y el terreno es de un área de 440.42 m², como se muestra en la figura de ubicación en Goggle Maps.

Figura 15. Ubicación del proyecto en vista satelital

Ubicación del proyecto



Fuente: Google maps

VÍAS DE ACCESO

El ingreso a la zona de proyecto es por la av. guardia civil y Jr. Teniente Romero Legua hasta llegar al Jr. Teniente Carlos Jiménez Chávez

CLIMA

La zona presenta un clima templado, cuya temperatura máxima en verano puede llegar a alcanzar los 30°C. Y la temperatura mínima en invierno es aproximadamente de 11°C. Por otro lado, la precipitación pluvial es muy baja, no llega a sobrepasar los 30 mm. En promedio anual, la cual está vinculada con la formación de elevada nubosidad que existe en el invierno, precipitando finas garúas debido a la conocido dominio de las aguas frías marinas que bordean la costa peruana.

Trabajos Preliminares.

Se realizó 01 calicata en la modalidad “a cielo abierto”, ubicada convenientemente en la zona para la cimentación hasta profundidades de:

Estrato1= 0.00 - 1.50m y Estrato 2=1.50 - 3.00 m ubicado en Jr. Teniente Carlos Jiménez Chávez Lt. 3 Mz. L-1, La Campiña perteneciente a Chorrillos, las características de los perfiles del suelo de las excavaciones se encuentran en los perfiles estratigráficos de la norma (E-050).

Este sistema de exploración nos permite comparar directamente los distintos estratos encontrados y también sus principales características físicas y mecánicas,

muestras para realizar análisis de laboratorio, tales como: Granulometría, contenido de humedad, límites líquido y plástico, densidad, químicos, corte directo y clasificación SUCS.

Se realizó las calicatas según el R.N.E - E0.50 suelos y cimentaciones estudios de mecánica de suelos y la cimentación de edificaciones.

En las excavaciones se lograron las siguientes profundidades:

Tabla 2. Calicata de acuerdo a la norma E.050

Calicata N°1	Profundidad (mt)	Ensayos Especiales
Estrato N°1	0.00-1.50 m	Granulometría Análisis Químico Corte directo
Estrato N°2	1.50m - 3.00m	

Fuente: Elaboración Propia

Calicata C-1: Profundidad de 3.00m. (Jr. Teniente Carlos Jiménez Chávez)

De 0.00m a 1.50m.- Se encontró un tipo de suelo según la clasificación sucs SP – SM (Arena pobremente gradada con limo).

De 1.50m a 3.00m.- Se encontró un tipo de suelo según la clasificación SM (Arena Limosa).

Clasificación de Suelos

Las muestras de los ensayos se han clasificado usando el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS, AASTHO Y NTP para fines de parámetros geotécnicos.

Tabla 03. Solución De Los Ensayos De Laboratorio: Granulometrías (M-1)

CALICATA : C-1 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m							
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)			
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)	1.7		
3"	76.200	100.0		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)			
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL)	N.P		
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP)	N.P		
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)	N.P		
1"	25.400	100.0		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	
3/4"	19.000	100.0		1.2	89.1	9.7	
1/2"	12.500	100.0		CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
3/8"	9.500	100.0		Clasificación SUCS (ASTM D2487)			SP - SM
Nº 4	4.750	98.8		Clasificación AASHTO (D3282)			A-3 (0)
Nº 10	2.000	94.5		Nombre del Grupo			Arena pobremente gradada con limo
Nº 20	0.840	89.8		INDICACIONES:			
Nº 40	0.425	79.3		El método de secado para el ensayo de contenido de humedad			
Nº 60	0.250	66.0		fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa			
Nº 80	0.177	66.0		constante.			
Nº 100	0.150	30.1					
Nº 200	0.075	9.7					
< Nº 200	FONDO						

Fuente: JJ Geotecnia Sac.

Tabla 04. Resultados De Los Ensayos De Laboratorio: Granulometrías (M-2)

CALICATA : C-1 MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAD : 1.50 - 3.00 m							
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)			
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)	5.3		
3"	76.200	100.0		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)			
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL)	N.P		
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP)	N.P		
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)	N.P		
1"	25.400	100.0		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	
3/4"	19.000	100.0		3.7	83.6	12.7	
1/2"	12.500	100.0		CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
3/8"	9.500	100.0		Clasificación SUCS (ASTM D2487)			SM
Nº 4	4.750	96.3		Clasificación AASHTO (D3282)			A-2-4 (0)
Nº 10	2.000	91.9		Nombre del Grupo			Arena limosa
Nº 20	0.840	87.0		INDICACIONES:			
Nº 40	0.425	82.6		El método de secado para el ensayo de contenido de humedad			
Nº 60	0.250	69.3		fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa			
Nº 80	0.177	66.3		constante.			
Nº 100	0.150	32.6					
Nº 200	0.075	12.7					
< Nº 200	FONDO						














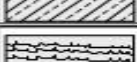
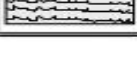
Fuente: JJ Geotecnia Sac.

Los resultados nos indicaron el tipo de suelo del terreno en la M-1 es Arena pobremente gradada con limo (SP - SM), con un contenido de humedad de 1.7%, límite líquido de NP, límite plástico de NP, índice plástico de NP, grava 1.2 %, arena 89.1% y finos 9.7%.

La M-2 es Arena Limosa (SM), con un contenido de humedad de 5.3%, límite líquido de NP, límite plástico NP, índice plástico de NP, grava 3.7%, arena 83.6% y finos 12.7%, como se muestran en las tablas 3 y 4.

Figura 16. Simbología de suelos (Referencial).

Simbología de Suelos (Referencial)

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

Fuente: JJ Geotecnia Sac

Corte Directo

Los resultados del corte directo, efectuándose a la muestra representativa del subsuelo, correspondiente a la calicata **C-1**; arrojan lo siguientes:

Tabla 05. Ensayo de Corte Directo (1.50m – 3.00m)

SONDEO	: C-1	
MUESTRA	: M-2	
PROFUNDIDAD	: 1.50-3.00 m	Fecha de ensayo: 22/05/2020

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm
Area inicial:	29.1	cm ²	Area inicial:	29.1	cm ²	Area inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.486	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.486	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.505	gr/cm ³
Humedad inic.:	5.8	%	Humedad inic.:	5.8	%	Humedad inic.:	5.4	%
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal:	2.02	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.28	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.58	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.08	kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.08	0.20	0.41	0.25	0.31	0.41	0.31	0.20
0.82	0.10	0.28	0.82	0.31	0.39	0.82	0.51	0.32
1.23	0.11	0.29	1.23	0.35	0.43	1.23	0.58	0.36
1.64	0.13	0.32	1.64	0.38	0.48	1.64	0.65	0.41
2.47	0.15	0.37	2.47	0.41	0.50	2.47	0.73	0.45
3.29	0.18	0.43	3.29	0.42	0.51	3.29	0.76	0.46
4.11	0.19	0.47	4.11	0.43	0.53	4.11	0.79	0.48
4.93	0.21	0.50	4.93	0.45	0.54	4.93	0.80	0.48
5.75	0.21	0.49	5.75	0.48	0.57	5.75	0.81	0.48
6.58	0.21	0.50	6.58	0.51	0.60	6.58	0.83	0.49
7.40	0.22	0.51	7.40	0.52	0.60	7.40	0.86	0.50
8.22	0.22	0.51	8.22	0.52	0.61	8.22	0.89	0.51
9.04	0.22	0.51	9.04	0.54	0.62	9.04	0.91	0.52
9.86	0.24	0.55	9.86	0.55	0.63	9.86	0.94	0.53
10.69	0.26	0.60	10.69	0.56	0.63	10.69	0.98	0.55
11.51	0.28	0.62	11.51	0.57	0.63	11.51	1.02	0.57
12.33	0.28	0.62	12.33	0.58	0.64	12.33	1.04	0.58
13.15	0.28	0.61	13.15	0.58	0.64	13.15	1.05	0.58
13.97	0.28	0.61	13.97	0.59	0.63	13.97	1.06	0.57
14.80	0.28	0.60	14.80	0.58	0.63	14.80	1.06	0.57
15.62	0.28	0.59	15.62	0.58	0.61	15.62	1.08	0.57
16.44	0.28	0.58	16.44	0.57	0.60	16.44	1.08	0.56

Fuente: JJ Geotecnia Sac

El corte directo del Estrato N°2 de 1.50 – 3.00m nos da una capacidad ultima de carga (qult) 7.85kg/cm², se obtuvo al final una capacidad admisible de carga (qadm) 1.89kg/cm² para una cimentación corrida y para una cimentación cuadrada, rectangular o circular tiene una capacidad ultima de carga (qu) 3.28kg/cm² con FS de 3.00 se obtuvo al finalizar una capacidad admisible de carga (qadm) 1.09 kg/cm².

Análisis Químico

Los resultados de los análisis químicos, efectuándose a la muestra representativa del subsuelo, correspondiente a la calicata C-1 del estrato N°2 de 1.50m a 3.00m; muestra los siguientes.

Tabla 06. Análisis Químicos

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	1262	0.126	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	812	0.081	NTP 339.178/ AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	367	0.037	NTP 339.177/ AASHTO T291

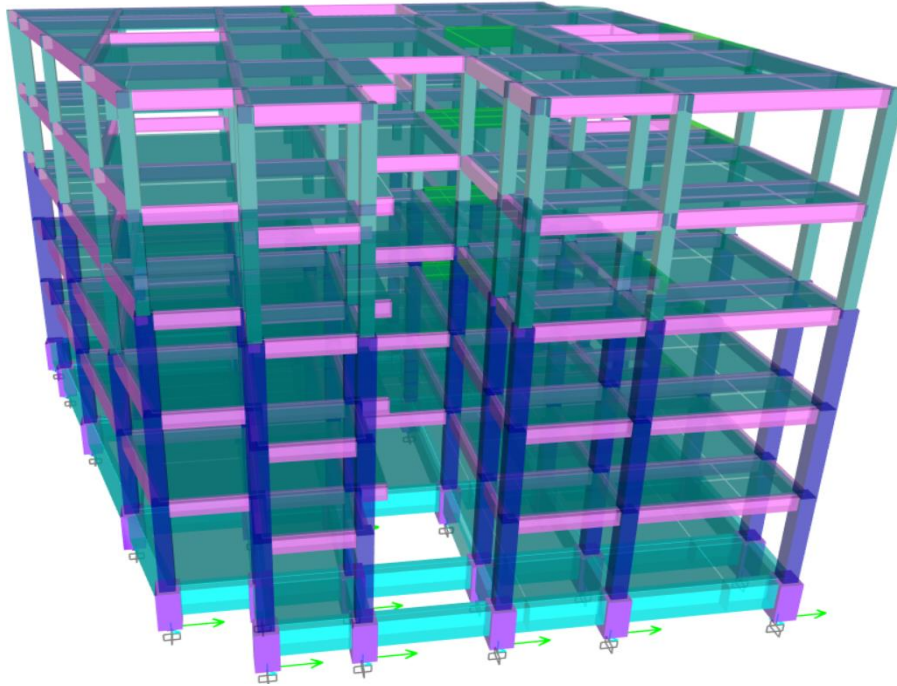
Fuente: JJ Geotecnia Sac.

De acuerdo a los resultados del Análisis Químicos tenemos un contenido de sales solubles 1262p.p.m. en porcentaje 0.126%, contenido de sulfatos solubles 812p.p.m. en porcentaje 0.081% y el contenido de cloruros solubles 367p.p.m. en porcentaje 0.037%.

Análisis de Resultados

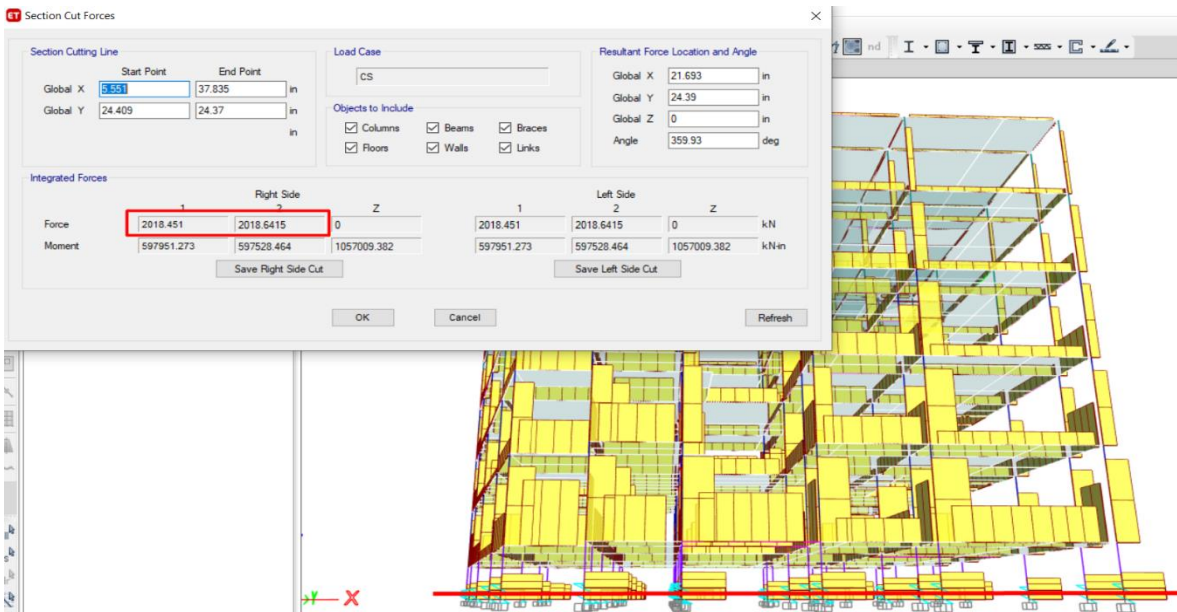
Capacidad del triple péndulo de fricción en los esfuerzos principales del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos.

Figura 17: Modelamiento de la edificación en el ETABS



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Modelamiento de la edificación en el ETABS

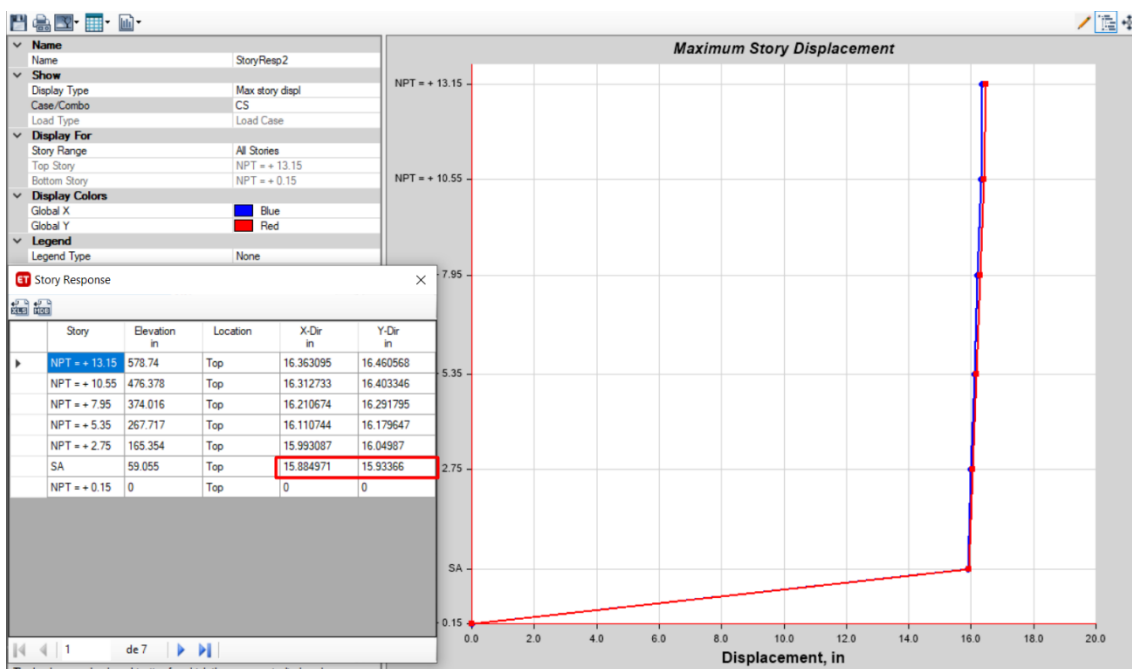


Fuente: Elaboración propia

Lo que se desea lograr con los aisladores de triple péndulo de fricción es que refuerzan las estructuras principales de la edificación que se está trabajando, como logramos hacerlo, primero modelamos la edificación como se encuentra en el plano de estructuras con una resistencia de 210 kg/cm² para losas y entrepisos 250 kg/cm² para las vigas y columnas , se coloca todas las medidas que mandan en el plano sin cambiar ni modificar ningún tipo de dato para pasar al programa Etabs para luego someterle a un sismo y poder ver cuál es su comportamiento con el triple péndulo de fricción.

Capacidad del triple péndulo de fricción en la respuesta sísmica del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos.

Figura 19: Desplazamientos de la estructura



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los desplazamientos obtenidos están siendo inferiores al máximo indicado en las especificaciones del aislador de péndulo con triple fricción igual a 19.04 in.

Se muestran los resultados del análisis de los desplazamientos, en los cuales se relaciona las propiedades de los aisladores con los parámetros de respuesta.

Los resultados obtenidos son correctos ya que se alcanza más del 90% de la masa participante en cada dirección en el Modo 3. Además, se controla la torsión, manteniendo por debajo del 20% la rotación en c/u de los 2 primeros modos de vibración.

En el caso del Periodo, como se puede observar, se alcanza un valor de 3.301 seg similar al Periodo efectivo $T_M = 3.34$ seg indicado en las especificaciones del Péndulo de triple fricción.

Figura 20: Resultados de los Modos de vibración.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	3.301	0.0388	0.9471	0	0.0388	0.9471	0	0.0062	0.0003	0.0142	0.0062	0.0003	0.0142
Modal	2	3.294	0.9589	0.0404	0	0.9978	0.9875	0	0.0003	0.006	0.0005	0.0064	0.0063	0.0148
Modal	3	2.936	0.0021	0.0123	0	0.9999	0.9999	0	5.374E-07	2.088E-06	0.9851	0.0064	0.0063	0.9999
Modal	4	0.327	2.367E-05	0.0001	0	0.9999	1	0	0.79	0.171	7.187E-07	0.7965	0.1773	0.9999
Modal	5	0.315	0.0001	2.122E-05	0	1	1	0	0.1761	0.7527	7.735E-06	0.9726	0.93	0.9999
Modal	6	0.288	3.046E-06	0	0	1	1	0	0.0002	0.041	0.0001	0.9728	0.971	1
Modal	7	0.153	1.298E-06	4.434E-06	0	1	1	0	0.0123	0.0038	0	0.9851	0.9748	1
Modal	8	0.15	4.068E-06	1.216E-06	0	1	1	0	0.0037	0.0137	0	0.9889	0.9885	1
Modal	9	0.137	0	0	0	1	1	0	1.698E-05	0.0003	5.227E-06	0.9889	0.9888	1
Modal	10	0.098	0	0	0	1	1	0	0.0075	0.0018	0	0.9964	0.9906	1
Modal	11	0.097	0	0	0	1	1	0	0.0019	0.0078	0	0.9983	0.9984	1
Modal	12	0.087	0	0	0	1	1	0	0.0001	2.603E-06	0	0.9984	0.9984	1
Modal	13	0.074	0	0	0	1	1	0	0.0004	0.0001	0	0.9989	0.9985	1
Modal	14	0.073	0	0	0	1	1	0	0.0001	0.0004	0	0.9989	0.9989	1
Modal	15	0.066	0	0	0	1	1	0	4.89E-06	1.201E-06	0	0.9989	0.9989	1

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos obtenidos podemos llegar a observar que al aplicar el triple péndulo de fricción en la edificación el incremento de la rigidez y resistencia mejoran notoriamente, así la estructura al someterse ante un sismo pasaría a trabajar el aislador sísmico que permitirá mantener su firmeza y solidez para que no sufran daños estructurales.

V. DISCUSIÓN

Según (Ruiz 2017) su objetivo era indagar, realizar y normalizar herramientas de reducción o disipar la energía entrante a las estructurales como los aisladores basales, amortiguadores o disipadores con el fin de minimizar daños en la estructura y evaluar el funcionamiento después de un terremoto de gran dimensión. Se llegó a la conclusión que existe un incremento discrepancia de normas de desplazamiento, rapidez, amortiguamiento y cortante entre el estudio elástico y el período de la moderna historia para los aisladores de péndulo de fricción doble que en los análisis de los otros aisladores como lo es el aislador de péndulo de triple fricción.

Con respecto a ello, en esta tesis se está de acuerdo con el autor ya que se evaluó que la edificación de 5 pisos ubicada en el distrito de chorrillos se está evaluando de la misma manera a la que presenta el investigador, lo que se desea lograr con esta investigación es que los aisladores de triple péndulo de fricción refuercen las estructuras principales de la edificación que se está trabajando.

Según (Nguyen 2018) en su proyecto de investigación su objetivo era aplicar una tecnología más moderna para los aislamientos con rodamientos SFP para edificios sísmicamente aislados en Vietnam. Donde se concluyó que son muy seguros y resistentes a los terremotos, además se demostró que es muy alta en resistencia, con un promedio de 85%, por lo tanto es muy efectivo ante los terremotos para aumentar la resistencia de los edificios.

Con respecto a ello, en esta tesis se está de acuerdo con el autor porque se analizó el modelamiento en el software ETABS para obtener el análisis de estructuras sísmicamente aisladas como el análisis estático así también el dinámico, el método de análisis no lineal tiempo historia nos permite usar en todo tipo de estructuras sin ningún inconveniente. Por último, se llegó a la conclusión que aplicando el triple péndulo de fricción tiene un mejor comportamiento con respecto al sismo. Ya que muestra que la rigidez se reduce gradualmente con el incremento del desplazamiento esto nos lleva a decir que el periodo de vibración aumenta, también

se demostró menores desplazamientos en el edificio y no sufre daños en sus principales estructuras. Llegamos a la misma conclusión del autor de que es muy efectivo ante los terremotos para aumentar su resistencia de los edificios.

Según (Weber 2016) en su proyecto de investigación su objetivo fue comparar el triple péndulo de fricción con el doble péndulo de fricción como punto de referencia. Los péndulos de fricción son dispositivos no lineales debido a su disipación de energía por amortiguación por fricción. Como resultado, estos aisladores solo pueden optimizarse para un aislamiento máximo de la estructura, por lo que el rendimiento del aislamiento es subóptimo en PGA más pequeños y más grandes. El objetivo del triple péndulo de fricción es mejorar esta desventaja del péndulo friccional pasivo por su comportamiento adaptativo, es decir la rigidez y la fricción del triple péndulo de fricción dependen del desplazamiento real del rodamiento y, en consecuencia, del valor PGA. Los resultados muestran que los triples y dobles péndulos de fricción optimizados producen aproximadamente el mismo aislamiento de la estructura. El mismo desplazamiento total del rodamiento se explica por la observación de que las soluciones óptimas del triple y doble péndulo de fricción son muy similares.

Con respecto a ello, en esta tesis se está de acuerdo con el autor ya que se realizó el análisis sísmico de la estructura con el triple péndulo de fricción con la indicación del aislador que nos da el fabricante, se realizó el análisis sísmico del edificio aislado donde se determinó los desplazamientos, las fuerzas axiales y cortantes basales en el sistema de aislación gracias al software ETABS. El aislador debe tener capacidad de desplazamiento, resistencia axial y resistencia cortante, por otro lado, se sabe que tan solo por usar un sistema de aislación sísmica se garantiza que se reduzcan los daños, que son consecuencia inherente de la aislación sísmica. Los daños reducidos se dan debido a que se limita la respuesta inelástica del edificio y las derivas de entrepiso.

Según (Becker 2017) en su proyecto de investigación su propósito era hacer una declaración dinámica de la mesa de agitación unidireccional de un marco de acero aislado con cojinetes de péndulo de triple fricción. Después de los experimentos,

se determinó que el rodamiento no debe diseñarse para error, ya que el rodamiento de la placa después del corte del perno es difícil de avanzar y corregir la pérdida de la placa superior daría como resultado la pérdida de la capacidad de carga de la placa. Llevando todos, excepto uno de los rodamientos, no funcionaban después de la falla del sistema de aislamiento. Sin embargo, en la mayoría de los casos, solo será necesario reemplazar el control deslizante interno; por supuesto, si los tornillos de la parte superior o inferior se veían afectados, la placa tendría que reinstalarse. Por otro lado, se encontró que las etapas de endurecimiento disminuyeron la velocidad del impacto y, por lo tanto, la capacidad en la capa de aislamiento en el impacto disminuyó.

Con respecto a ello, en esta tesis se está de acuerdo con el autor ya que al experimentar el triple péndulo de fricción nos indica que es un elemento que es horizontalmente flexible y verticalmente rígido que conforma al sistema de aislación el cual nos permite grandes deformaciones laterales por ello obtenemos menores cargas sísmicas en el diseño. Este sistema de aislamiento nos permite usar como parte de o en conjunto para soportar el peso de la estructura y a la vez tenemos por objetivo reducir el desplazamiento de diseño para que el tamaño del triple péndulo de fricción sea el menor posible y a la vez también se tratara de reducir la cortante basal. Por eso se aplicó estratégicamente el triple péndulo de fricción en la edificación investigada colocando 39 aisladores sísmicos en planta que se coloca en cada columna y en elevación se ubican bajo la losa de la planta baja.

Según (Ghodrati y Veismoradi 2015) en su proyecto de investigación su objetivo era determinar el sistema de fricción variable (V_f s) en respuesta al rodamiento de péndulo de triple fricción (Tf_{pb}) en componentes normales y paralelos de movimientos de tierra adyacentes a la falla. La prueba concluyó que la variante de la fuerza de fricción en las superficies deslizantes de Tf_{pb} es tal que, incluso a cierto valor de desplazamiento, el coeficiente de fricción aumenta y luego disminuye con aumento adicional en el desplazamiento. Por otro lado, cuando se usa v_f s, el desplazamiento Tf_{pb} se puede reducir incluso un 30%, lo que es bastante efectivo para reducir el costo del proyecto.

Respecto a ello, en esta tesis se está de acuerdo con el autor porque se analizó el modelamiento en el programa ETABS y obtuvimos con el análisis sísmico los desplazamientos, cortantes y fuerzas axiales que produce en el sistema de aislación o aisladores, los cuales nos ayudan para obtener las verificaciones, como la capacidad de desplazamiento y de restricción. En el Etabs el modelo se representa usando el elemento Link "Friction Isolator", se tiene dos modelos que se han desarrollado específicamente para el triple péndulo de fricción como el modelo en paralelo y el modelo en serie. Se tiene que el modelo en serie nos permite representar el comportamiento multi-fases de aislador del triple péndulo de fricción, gracias a este modelo se puede representar el comportamiento real del aislador del triple péndulo de fricción. A la vez el modelo en serie presenta una desventaja de provocar el consumo de una gran cantidad de recursos en el análisis sísmico, aunque no es de mucha importancia si tenemos en cuenta que se predijo el comportamiento real del edificio analizado. La ventaja de usar el programa ETABS es que ya viene incorporado este modelo matemático, y de la misma manera nos facilita el análisis de la edificación aplicando el triple péndulo de fricción.

VI. CONCLUSIONES

El aislador del triple péndulo de fricción es una tecnología nueva que es la última versión de los aisladores de péndulo de fricción hasta la actualidad, está conformado por un deslizador rígido y de cuatro placas con superficies cóncavas, dos placas internas y dos placas externas. Contiene doce propiedades geométricas y cuatro mecánicas, la primera vendrían hacer los radios de curvatura, capacidades de desplazamiento y las alturas, la segunda son los coeficientes de fricción que actúa en las superficies.

El objetivo del triple péndulo de fricción es reforzar las estructuras principales de la edificación con la que estamos trabajando en esta tesis, se llegó a la conclusión que aplicando el triple péndulo de fricción se tiene un mejor comportamiento con respecto al sismo. Ya que muestra que la rigidez se reduce gradualmente con el incremento del desplazamiento y esto nos lleva a decir que el periodo de vibración aumenta, también se demostró menores desplazamientos en el edificio y no sufre daños en sus principales estructuras.

En el software ETABS se realizó el análisis sísmico del edificio trabajado en esta tesis, donde se determinó los desplazamientos, las fuerzas axiales y cortantes basales en el sistema de aislación gracias al software. El aislador de triple péndulo de fricción debe tener capacidad de desplazamiento, resistencia axial y resistencia cortante, también nos indica que es un elemento que es horizontalmente flexible y verticalmente rígido que conforma al sistema de aislación el cual nos permite grandes deformaciones laterales por ello obtenemos menores cargas sísmicas en el diseño. Por consiguiente, se sabe que tan solo por usar un sistema de aislación sísmica se garantiza que se reduzcan los daños, que son consecuencia inherente de la aislación sísmica.

Se llegó a la conclusión que los aisladores de triple péndulo de fricción son capaces de reducir el sismo, y esto nos lleva a que se da la posibilidad de diseñar estructuras elásticas que ya no necesitan incursionar en el rango inelástico. Al colocar el aislador del triple péndulo de fricción se reduce los daños del edificio por causa de

los sismos y así evitamos gastar en la reparación de la edificación en cada movimiento o en el peor de los casos sufra daños graves que no tienen forma de repararse y solo se tiene que demoler para volver a construir uno nuevo, el costo de este aislador tiene un precio elevado para mandarlos hacer y ser colocados en el edificio, pero al no generar costo por reparación y tener un edificio seguro donde las personas que viven ahí se sientan protegidos y sus vidas no corran peligro ante un sismo no tiene precio y es parte del máquetin. El aislador de tiple péndulo de fricción aparte que hace que la estructura no tenga daños graves ante un sismo protege la vida de las personas ya que gracias a este aislador los edificios no colapsan y esto es una de las primeras causas de las pérdidas humanas en un movimiento sísmico.

VII. RECOMENDACIONES

Los materiales que se van a emplear para el diseño y construcción de los aisladores deben de ser de muy buena calidad si es así tiene una vida útil de 100 años a mas por los materiales empleados, es mejor contratar compañías de aisladores cualificada que han hecho todos los ensayos de cualificación para llevar acabo el diseño de estos aisladores.

Si el edificio presento un incendio o los aisladores hayan sufrido golpes desde afuera tienen que ser verificados para ver su estado por dentro y ver si tiene algún daño que tiene que ser reparado de inmediato, ya que no puede trabajar ante un sismo de esa manera, si no ha sufrido ninguno de estos daños no necesita mantenimiento. Un aislador que necesita mantenimiento no se debe usar por tema de seguridad y costo por consiguiente se recomienda el aislador de triple péndulo de fricción que no necesita ningún mantenimiento y tiene una vida útil por más de 100 años.

Los aisladores de triple péndulo de fricción deben tener el ensayo esencial cualificado que es a prueba de fuego que pueden soportarlo porque si no puede resistir las llamas del fuego la estructura puede caerse, esta prueba la hace la empresa que fabrica los aisladores.

Debemos tener en cuenta que al momento de diseñar los aisladores de triple péndulo de fricción en el software ETABS es recomendable revisar detalladamente los manuales y así evitamos ingresar información errónea.

REFERENCIAS

1. AGUIAR. [et al.] (2017). Seismic analysis of stairs with three models using the spectral and the capacity spectrum methods, give access to a building with seismic isolators. Universidad de Fuerzas Armadas. Ecuador.
2. ÁLVAREZ. Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Universidad sur colombiana. Colombia. 2011.
3. ARNOLD, Christopher. y REITHERMAN, Robert. Manual de configuración y diseño sísmico de edificios. México, D.F., México: Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. 1991.
4. ATC. Tentative Provisions for the Development of Seismic Regulations for Buildings (ATC 3-06), Consejo de Tecnología Aplicada, Redwood City, CA. 1978 (Una segunda impresión, en 1984, incluye enmiendas de 1982).
5. BAZÁN, Enrique. y MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. Editorial Limusa. México D. F. en 1999. ISBN 968-18-5349-0
6. BAZÁN, Enrique. y MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. Editorial Limusa/Noriega Editores. 2002.
7. BECKER. Tracy, BAO. Yu y MAHIN. Stephen. Extreme behavior in a triple friction pendulum isolated frame. Universidad McMaster, Hamilton, Canadá. 2017.
8. BORJA, Jordi (2012). Espacio público y derecho a la ciudad. Barcelona
9. CID. J, Mazarrón. R y Cañas. I (2010) Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Universidad Politécnica de Madrid (España). Informes de la Construcción. Vol. 63.
10. BOSCÁN, Mariby y SANDREA, Maryana. Estrategias de financiamiento para el desarrollo endógeno del sector confección zuliano telos, vol. 11, núm. 3, 2006, pp. 402-417.
11. CONSTANTINO, Michael. y MCVITTY, William. Property Modification Factors for Seismic Isolators: Design Guidance for Buildings. MCEER. 2015.
12. CONSTANTINO, M.C, KALPAKIDISK, I., FILIATRAULT A., ECKER R.A., (2011), LRFD-Based Analysis and Design Procedures for Bridge Bearings and Seismic Isolators, MCEER Report 11-0004.
13. CONSTANTINO M., AGUIAR R., Morales E., CAIZA P., (2016). Desempeño de aislador FPT8833/12-12/8-5 en el análisis sísmico del Centro

de Investigaciones y de Post Grado”, Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, en Revisión Arbitral.

14. DUARTE, Luis. Nuevo enfoque para determinar el factor de modificación de respuesta. Revista Internacional de desastres naturales, accidentes e infraestructura civil. 2003.
15. EARTHQUAKE PROTECTION SYSTEMS, Inc. (EPS). Technical characteristics of friction pendulum bearings. California. 2005. 2 pp
16. EZEQUIEL. Ander. Aprender a investigar. Córdoba - Argentina. 2011. 1° Edición.
17. FADI, Fabio y CONSTANTINOU, Michael. Evaluation of Simplified of Analysis for Structures with Triple Pendulum Isolators. Earthquake Engineering and Structural Dynamics. 2010.
18. FENZ, Daniel and CONSTANTINOU, Michael. (2008). Modelling Triple Friction Pendulum Bearinga for Response-History Analysis. Earthquake Spectra.
19. FERNÁNDEZ, Jorge. (2001). Elementos que conducen al concepto de profesión, Revista Electrónica de Investigación. Educativa, vol. 3, núm. 2. 2001.
20. FADI F., and CONSTANTINOU M. (2010), “Evaluation of simplified methods of analysis for structures with triple friction pendulum isolators”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 39, 5-22
21. GARCÍA. Hugon, VENTURA. Carlos, GÓMEZ. Alonso y PELCASTRE. Elsa (2014). Comportamiento de componentes no estructurales ante diferentes escenarios sísmicos. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
22. HEVIA Araujo, O. R. (2001). Reflexiones Metodológicas y Epistemológicas sobre las Ciencias Sociales. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial Tropykos.
23. HERNÁNDEZ Sampieri, R., FERNÁNDEZ Collado, C., & BAPTISTA Lucio, P. (2013). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos.
24. FERNÁNDEZ Collado y PILAR Baptista Lucio (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
25. HURTADO DE BARRERA, Jacqueline. (2000): Metodología de la Investigación, 3ra. Edición, Fundación Sypal, Caracas.

26. HUAPAYA, Raúl. Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal. Universidad Ricardo Palma. 2017
27. MCVITTY, William y CONSTANTINOU, Michael. Property Modification Factors for Seismic Isolators: Design Guidance for Buildings, MCEER Report. 15-0005, 242 p. Centro Multidisciplinario para la Investigación de Ingeniería de Terremotos, Universidad Estatal de Nueva York en Buffalo, 2015.
28. MUÑOZ, Humberto. (2004). El presupuesto en un protocolo de investigación. Revista Salud Pública y Nutrición. Número especial.
29. MORALES, Luis y SANTAMARÍA, Jorge (2018). Influencia de los paneles modulares M2 en el acto sismo resistente de construcciones. Universidad de Ecuador.
30. NAMIRANIAN. Pejman, GHODRATI. Gholamreza y VEISMORADI. Sajad (2015). Near-fault seismic performance of triple variable friction pendulum bearing. Universidad de Ciencia y Tecnología de Irán.
31. NGUYEN. N, [et al.]. Performance of Single Friction Pendulum bearing for isolated buildings subjected to seismic actions in Vietnam. Universidad de ciencia y tecnología. Vietnam. 2018.
32. ORELLANA, Dania y SÁNCHEZ, Cruz. Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la Investigación cualitativa. Revista de Investigación Educativa. 2006. vol. 24, núm. 1, pp. 205-222. ISSN 0212-4068
33. RODRÍGUEZ, Luz. Vínculo entre la investigación-acción, el constructivismo y la didáctica crítica. Revista electrónica de pedagogía. 2008. Nro. 10.
34. RODRÍGUEZ, Felipe. La percepción del trabajo colaborativo en la gestión curricular de profesores de educación regular y educación especial en Programas de Integración Escolar de la comuna de Tomé. Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile. 2012.
35. RUIZ, Paul. (2017). Análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos de péndulo friccional doble y triple.
36. SAMPIERI. Roberto, COLLADO. Carlos y LUCIO. Pilar (2006) Metodología de la investigación. México. 4ª Edición.

37. SEAOC seismology Committee, (2008). A brief guide to seismic design factors. Revista de estructura.
38. TAMAYO, T. M. (1998). El Proceso de la Investigación Científica. México: Ediciones Lumusa. S.A
39. TRUJILLO, Erik. Diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2017. 25 pp.
40. WEBER. Felix, DISTL. Hans and BRAUN. Christian. Isolation Performance of Optimized Triple Friction Pendulum. International Journal of Engineering and Science. 2016.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:


Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología de Investigación
Triple péndulo de fricción	Posee una conducta no lineal y compleja. Conforme el desplazamiento se incrementa, existen muchos cambios en su rigidez. Comúnmente en valores bajos de fuerza, desplazamientos el sistema estrechamente riguroso, en paralelo al sismo de diseño (DBE) en que hay una mínima rigidez al incremento en la amortiguación, y el procedimiento asimismo difiere al sismo máximo considerado (MCE), donde hay un incremento rigidez por controlar los desplazamientos. Generando un método adaptativo mejorado en diversas escalas de rendimiento. Fenz y Constantinou (2008) y Constantinou y Fadi (2010).	Es una estructura de apoyo que está basada en las características de un péndulo físico que desarrolla extender el periodo natural de la estructura aislada y disminuir las fuerzas sísmicas que se efectúan en la edificación.	Propiedades geométricas y mecánicas Implementación	Tipo de Material Tamaño Recurso Humano Equipos Procedimientos	Enfoque Cuantitativo Tipo de Investigación Aplicada Diseño de Investigación Experimental
Variable Dependiente					
Comportamiento sísmico estructural	Es aquel donde el sismo afecta a la edificación en su conjunto y no distingue entre los elementos proyectados por el arquitecto y aquellos concebidos por el ingeniero. Arnold y Reitherman (1991).	Es cuando una estructura es sometida a una acción dinámica severa y este se ve condicionada por las tres (03) fases principales de su proyecto y construcción, las cuales son: diseño, detalle y ejecución específica de su construcción	Esfuerzos Principales Respuesta Sísmica	Cortante Basal Distribución de corte Derivas Esfuerzos de corte Momento Flector	

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	Comportamiento sísmico estructural para una edificación de 5 pisos aplicando Triple Péndulo de Fricción, Chorrillos, 2020					
AUTOR	Walter Salas Uribe					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V.DEPENDIENTE (Comportamiento sísmico estructural)			Metodo: Científico Tipo: Transversal Nivel: Explicativo Diseño: no experimental Poblacion: futuras en obra de Lima Metropolitana Muestra: edificación de 5 pisos Tecnica: Observacion Directa Instrumentos: Ensayos de Laboratorio y Etabs
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Aplicando el triple péndulo de fricción beneficiará en gran medida al comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos, Chorrillos, 2019?	Analizar el comportamiento sísmico estructural de una edificación 5 pisos aplicando el triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019.	El comportamiento sísmico estructural de una edificación 5 pisos estará acorde a las normas técnicas aplicando el triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019.	Esfuerzos Principales Respuesta sísmica	Cortante Basal Distribución de corte Derivas Esfuerzos de corte Momento Flector	Programa ETABS	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICA	V.INDEPENDIENTE (Triple péndulo de fricción)			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuál es la capacidad del triple péndulo de fricción en los esfuerzos principales del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos?	Determinar la capacidad del triple péndulo de fricción en los esfuerzos principales del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos.	La capacidad del triple péndulo de fricción en los esfuerzos principales será el adecuado en el comportamiento sísmico estructural de la edificación	Propiedades geométricas y mecánicas	tipo de material Tamaño	Investigacion de Documentos	
¿Cuál es la capacidad del triple péndulo de fricción en la respuesta sísmica del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos?	Evaluar la capacidad del triple péndulo de fricción en la respuesta sísmica del comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos.	La capacidad del triple péndulo de fricción estará acorde a la respuesta sísmica permitida en el comportamiento sísmico estructural de la edificación de 5 pisos.	Implementación	Recurso Humano Equipos Procedimientos	Ficha de Recoleccion de datos	

ANEXO 3. VALIDACIONES DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS	
Comportamiento sísmico estructural para una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019	
ASUNTO: RESPUESTA SISMICA	
	N° DE FICHA: FECHA Y HORA:
PARTE A: DATOS GENERALES	VARIABLE: COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL
RAZÓN SOCIAL:	
DIRECCIÓN:	
PARTE B: RESPUESTA SISMICA	
1. ESFUERZO DE CORTE :	
2. MOMENTO FLECTOR:	

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: <i>Santos Ricardo Paucilla Pichón</i>	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
Registro CIP N°: <i>51630</i>	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Correo: <i>spauilla@ucv.edu.pe</i>	1	
Firma: 	2	
	Promedio	

SANTOS RICARDO PAUCILLA PICHÓN
INGENIERO CIVIL
CIP 51630



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: IMPLEMENTACION

N° DE FICHA: FECHA
Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: TRIPLE PÉNDULO DE FRICCIÓN

RAZÓN SOCIAL:


DIRECCIÓN:

PARTE B: IMPLEMENTACION

1. RECURSOS HUMANOS :

2. EQUIPOS:

3. PROCEDIMIENTOS:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: 51630	1	
	2	
	3	
Correo: <i>S.Padilla@CvU.edu.pe</i>		
Firma: 	Promedio	

SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN
INGENIERO CIVIL
CIP 51630



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: ESFUERZOS PRINCIPALES

N° DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL

RAZÓN SOCIAL:


DIRECCIÓN:

PARTE B: ESFUERZOS PRINCIPALES

1. CORTANTE BASAL :

2. DISTRIBUCIÓN DE CORTE:

3. DERIVAS:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: 51630	1	
	2	
Correo: Spadilla@ucv.edu.pe	3	
Firma: 		Promedio

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
INGENIERO CIVIL
CP 51630



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS

N° DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: TRIPLE PÉNDULO DE FRICIÓN

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS

1. TIPO DE MATERIAL :

2. TAMAÑO:


Cm =

3. PESO

Peso(kg)=

4. VOLUMEN:

Volumen(m³)=

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: <i>SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN</i>	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: <i>51630</i>	1	
	2	
Correo: <i>Spadilla@vce.edu.pe</i>	3	
	4	
Firma:  RICARDO SANTOS PADILLA PICHEN INGENIERO CIVIL CP 51630	Promedio	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: ESFUERZOS PRINCIPALES

N° DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: ESFUERZOS PRINCIPALES

1. CORTANTE BASAL :

2. DISTRIBUCION DE CORTE:

3. DERIVAS:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: MARGARITA ROSA OLACHEA	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: 60540	1	
	2	
Correo: MARGA@UCV.EDU.PE	3	
Firma: 		
	Promedio	

Margarita Rosa Olachea
INGENIERA CIVIL
CIP 60540



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS

N° DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: TRIPLE PÉNDULO DE FRICIÓN

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS

1. TIPO DE MATERIAL :

2. TAMAÑO:

Cm =

3. PESO

Peso(kg)=

4. VOLUMEN:

Volumen(m3)=

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: MARGARITA GOZA OLAECHEA	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
Registro CIP N°: 80500	Parámetros	Puntaje de Evaluación
	1	
Correo: M.GOZA@UCV.EDU.PE	2	
	3	
Firma:	4	
	Promedio	

Margarita Goza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP 80500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: IMPLEMENTACION

N° DE FICHA: FECHA
Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: TRIPLE PENDULO DE FRICION

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: IMPLEMENTACION

1. RECURSOS HUMANOS :

2. EQUIPOS:

3. PROCEDIMIENTOS:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: <i>MARGARITA DOZA OLACHEA</i>	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
Registro CIP N°: <i>80500</i>	Parámetros	Puntaje de Evaluación
	1	
	2	
Correo: <i>M.DOZA@UCV-EDU-PE</i>	3	
Firma: <i>[Firma]</i>	Promedio	

[Firma]
Margarita Doza Olachea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural para una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: RESPUESTA SÍSMICA

N° DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: RESPUESTA SÍSMICA

1. ESFUERZO DE CORTE :

2. MOMENTO FLECTOR:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: <i>MARGARITA BOZA OLAECHEA</i>	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: <i>80500</i>	1	
Correo: <i>MBOZA@UCV.EDU.PE</i>	2	
Firma: <i>[Firma]</i>	Promedio	

[Firma]
Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP 80500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECANICAS

Nº DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: TRIPLE PÉNDULO DE FRICION

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECANICAS

1. TIPO DE MATERIAL :

2. TAMAÑO:

Cm =

3. PESO

Peso(kg)=

4. VOLUMEN:

Volumen(m3)=

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: 51304	1	
Correo: raulpinto@cip.org.pe	2	
Firma:	3	
	4	
	Promedio	

RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: IMPLEMENTACION

N° DE FICHA: FECHA
Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: TRIPLE PENDULO DE FRICCIÓN

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: IMPLEMENTACIÓN

1. RECURSOS HUMANOS:

2. EQUIPOS:

3. PROCEDIMIENTOS:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: RAUL ANTONIO PINTO GARZAUTES	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: 51304	1	
	2	
Correo: raul.pinto@civ.org.pe	3	
Firma: 	Promedio	

RAUL ANTONIO PINTO GARZAUTES
INGENIERO CIVIL
Rev. T.31 N° 3 (204)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural de una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: ESFUERZOS PRINCIPALES

N° DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: ESFUERZOS PRINCIPALES

1. CORTANTE BASAL :

2. DISTRIBUCIÓN DE CORTE:

3. DERIVAS:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Registro CIP N°: 51304	1	
	2	
Correo: raul.pinto@cv.uv.edu.pe	3	
Firma: 		
	Promedio	

RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Comportamiento sísmico estructural para una edificación de 5 pisos aplicando triple péndulo de fricción, Chorrillos, 2019

ASUNTO: RESPUESTA SISMICA

N° DE FICHA:
FECHA Y HORA:

PARTE A: DATOS GENERALES VARIABLE: COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL

RAZÓN SOCIAL:

DIRECCIÓN:

PARTE B: RESPUESTA SISMICA

1. ESFUERZO DE CORTE :

2. MOMENTO FLECTOR:

DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres Y Apellidos: RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES	Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
Registro CIP N°: 51304	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Correo: raulpinto@cevallejo.pe	1	
Firma:	2	
	Promedio	

RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304

ANEXO 4. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO.



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 050 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Expediente | 354-2020 |
| 2. Solicitante | MTL GEOTECNIA S.A.C. |
| 3. Dirección | CAL. LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS -SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA |
| Capacidad Máxima | 30000 g |
| División de escala (d) | 1 g |
| Div. de verificación (e) | 1 g |
| Clase de exactitud | II |
| Marca | OHAUS |
| Modelo | R31P30 |
| Número de Serie | 8336030046 |
| Capacidad mínima | 20 g |
| Procedencia | U.S.A. |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Calibración | 2020-02-28 |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

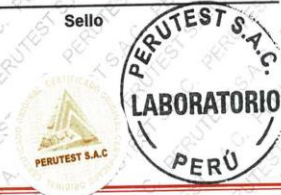
Fecha de Emisión

2020-02-28

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 050 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz E Lote 14 Urb. Los Olivos - SMP - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.6 °C	22.7 °C
Humedad Relativa	44 %	45 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 5 kg - 10 kg - 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	M-0882-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0883-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0884-2019
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 050 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CÚRSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	22.6 °C	22.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	14,999	0.3	-0.8	29,999	0.3	-0.8	
2	14,999	0.2	-0.7	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0	
5	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
6	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.8	-0.3	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.2	-0.7	30,000	0.6	-0.1	
9	15,000	0.6	-0.1	30,001	0.7	0.8	
10	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.6	-0.1	
Diferencia Máxima			0.9	Diferencia Máxima			1.6
Error Máximo Permissible			± 2.0	Error Máximo Permissible			± 3.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	22.8 °C	22.7 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1		10	0.4	0.1		10,000	0.6	-0.1	-0.2	
2		9	0.3	-0.8		10,000	0.6	-0.1	0.7	
3	10 g	11	0.9	0.6	10,000	9,999	0.2	-0.7	-1.3	
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.6	-0.1	-0.3	
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible					± 2.0





PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 050 - 2020

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	22.8 °C	22.7 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.7	-0.2	0.1	1.0
100	100	0.6	-0.1	0.2	100	0.6	-0.1	0.2	1.0
500	500	0.5	0.0	0.3	500	0.6	-0.1	0.2	1.0
1,000	1,000	0.6	-0.1	0.2	1,000	0.8	-0.3	0.0	1.0
5,000	5,000	0.7	-0.2	0.1	5,000	0.4	0.1	0.4	2.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.6	-0.1	0.2	2.0
15,000	14,999	0.3	-0.8	-0.5	15,000	0.5	0.0	0.3	2.0
20,000	19,999	0.2	-0.7	-0.4	19,999	0.3	-0.8	-0.5	3.0
25,000	24,999	0.3	-0.8	-0.5	24,999	0.2	-0.7	-0.4	3.0
30,000	30,000	0.6	-0.1	0.2	30,000	0.5	0.0	0.3	3.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
 E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4306667 \text{ g})^2 + (0.00000000131)^2}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000091 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 1507 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019-04-26

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO

Marca : Peru Test S.A.C.
Modelo : PT-CD-500
Serie : 1011
Alcance : 500 kg
Resolución : 0,01 kg
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio de Suelos
Fecha de Calibración : 2019-04-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,6 °C	21,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	61,0%	62,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar

Gerente Técnico.

CFP :0316



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1507 - 2019

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Manómetro Digital 700 bar TEST & CONTROL	CELDA ANYLOAD	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Indicación del Patrón (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
10,00	9,45	-0,55	0,01
100,00	99,45	-0,55	0,10
150,00	150,52	0,52	0,15
200,00	199,18	-0,82	0,20
250,00	249,06	-0,94	0,25
300,00	299,13	-0,87	0,30
350,00	348,98	-1,02	0,35
400,00	398,95	-1,05	0,40
450,00	449,14	-0,86	0,45
500,00	498,87	-1,13	0,50

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1502 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 26

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY INDUSTRIAL CORP
Modelo : YCO-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 25
Ubicación⁽⁶⁾ : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,6 °C
Humedad Relativa	59,0 %	57,9 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	20 min	20 min	60 %	Recipiente metálico con muestra.

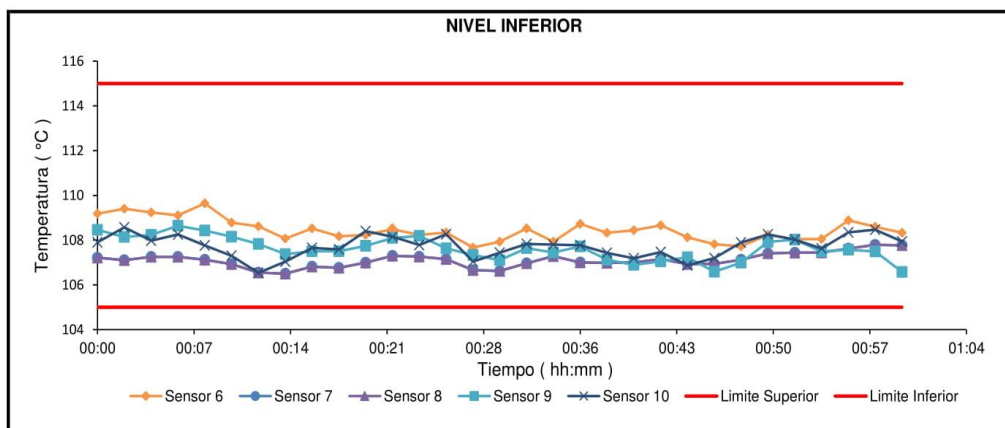
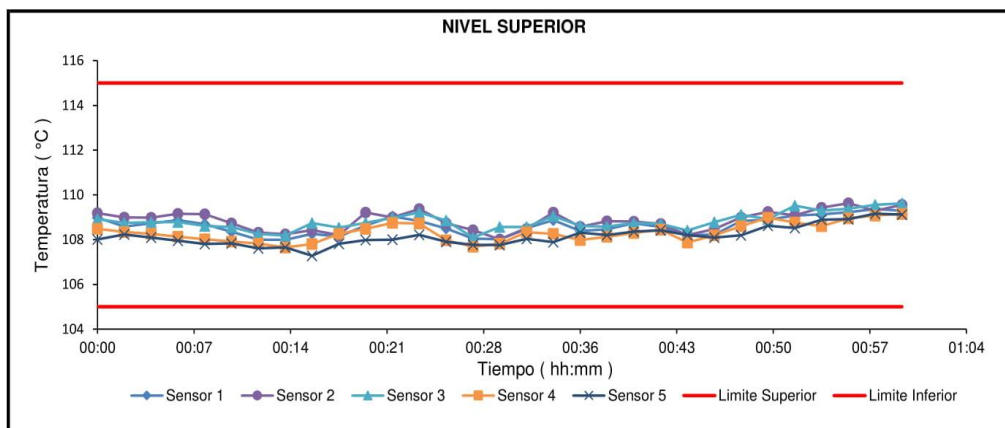
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[2] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110,0	109,0	109,2	108,9	108,5	108,0	109,2	107,2	107,2	108,5	107,9	108,4	6,7
0:02	110,0	108,6	109,0	108,8	108,3	108,2	109,4	107,1	107,1	108,1	108,6	108,3	6,9
0:04	110,0	108,7	109,0	108,8	108,3	108,1	109,2	107,3	107,3	108,2	108,0	108,3	6,6
0:06	110,0	108,9	109,2	108,8	108,1	108,0	109,1	107,3	107,3	108,6	108,3	108,3	6,4
0:08	110,0	108,7	109,1	108,6	108,0	107,8	109,6	107,1	107,1	108,4	107,8	108,2	7,3
0:10	110,0	108,4	108,7	108,6	107,9	107,8	108,8	106,9	106,9	108,2	107,3	107,9	6,8
0:12	110,0	108,0	108,3	108,3	107,8	107,6	108,6	106,6	106,6	107,8	106,5	107,6	6,8
0:14	110,0	108,0	108,2	108,2	107,7	107,7	108,1	106,5	106,5	107,4	107,0	107,5	6,5
0:16	110,0	108,3	108,4	108,7	107,8	107,3	108,5	106,8	106,8	107,5	107,7	107,8	6,5
0:18	110,0	108,1	108,2	108,5	108,3	107,8	108,2	106,8	106,8	107,5	107,6	107,8	6,1
0:20	110,0	108,6	109,2	108,8	108,5	108,0	108,2	107,0	107,0	107,7	108,4	108,1	5,9
0:22	110,0	109,0	109,0	109,0	108,8	108,0	108,5	107,3	107,3	108,1	108,2	108,3	6,1
0:24	110,0	108,8	109,4	109,2	108,7	108,2	108,2	107,3	107,3	108,2	107,8	108,3	5,9
0:26	110,0	108,5	108,7	108,9	108,0	107,9	108,3	107,2	107,2	107,6	108,3	108,0	6,0
0:28	110,0	108,1	108,4	108,1	107,7	107,8	107,7	106,7	106,7	107,3	107,0	107,5	6,0
0:30	110,0	108,0	108,0	108,6	107,8	107,8	107,9	106,6	106,6	107,1	107,4	107,6	6,1
0:32	110,0	108,5	108,5	108,6	108,3	108,0	108,5	107,0	107,0	107,6	107,8	108,0	6,3
0:34	110,0	108,9	109,2	109,1	108,3	107,9	107,9	107,3	107,3	107,5	107,8	108,1	5,9
0:36	110,0	108,4	108,6	108,6	108,0	108,3	108,7	107,0	107,0	107,7	107,8	108,0	6,6
0:38	110,0	108,5	108,8	108,6	108,1	108,2	108,3	107,0	107,0	107,1	107,4	107,9	6,5
0:40	110,0	108,7	108,8	108,7	108,3	108,4	108,4	107,0	107,0	106,9	107,2	107,9	6,5
0:42	110,0	108,6	108,7	108,7	108,4	108,4	108,7	107,2	107,2	107,1	107,5	108,0	6,5
0:44	110,0	108,2	108,2	108,4	107,9	108,2	108,1	106,9	106,9	107,2	106,9	107,7	6,3
0:46	110,0	108,2	108,5	108,8	108,2	108,1	107,8	106,9	106,9	106,6	107,2	107,7	5,9
0:48	110,0	108,8	109,0	109,1	108,6	108,2	107,7	107,1	107,1	107,0	107,9	108,1	5,7
0:50	110,0	108,9	109,2	108,9	109,0	108,6	108,2	107,4	107,4	107,9	108,3	108,4	5,8
0:52	110,0	109,1	109,1	109,5	108,8	108,5	108,0	107,4	107,4	108,0	108,0	108,4	5,7
0:54	110,0	109,1	109,4	109,3	108,6	108,9	108,1	107,5	107,5	107,5	107,6	108,3	5,8
0:56	110,0	109,2	109,6	109,4	109,0	108,9	108,9	107,6	107,6	107,6	108,4	108,6	6,3
0:58	110,0	109,4	109,3	109,6	109,1	109,2	108,6	107,8	107,8	107,5	108,5	108,7	5,8
1:00	110,0	109,3	109,6	109,6	109,2	109,1	108,3	107,8	107,8	106,6	107,9	108,5	5,6
T. PROM ^[1]	110,0	108,6	108,9	108,8	108,3	108,2	108,5	107,1	107,1	107,6	107,7		
T. MAX ^[2]	110,0	109,4	109,6	109,6	109,2	109,2	109,6	107,8	107,8	108,6	108,6		
T. MIN ^[4]	110,0	108,0	108,0	108,1	107,7	107,3	107,7	106,5	106,5	106,6	106,5		
DTT ^[5]	0,0	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9	2,0	1,3	1,3	2,1	2,0		



RESULTADOS DE MEDICIÓN

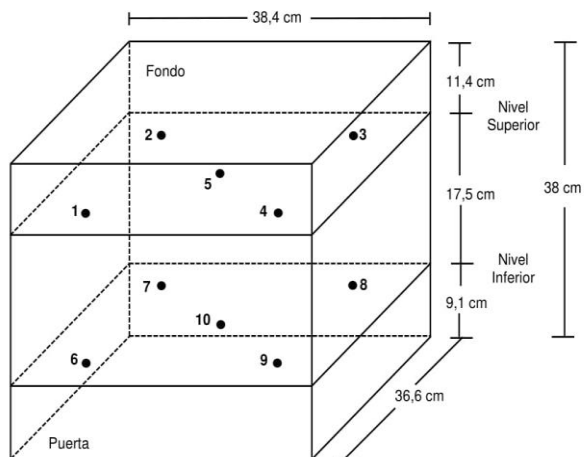
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	109,6	0,6
Mínima Temperatura Medida	106,5	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,1	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,2
Estabilidad Medida (±)	1,03	0,04
Uniformidad Medida	7,3	0,4

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 0 cm por encima de la parrilla superior.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 3,84 cm de las paredes laterales y a 36,6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO





OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

[6] Dato proporcionado por el cliente

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,1 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 5. FOTOS DEL LABORATORIO.

Equipos del ensayo de Granulometría.



Equipos del Corte Directo.

