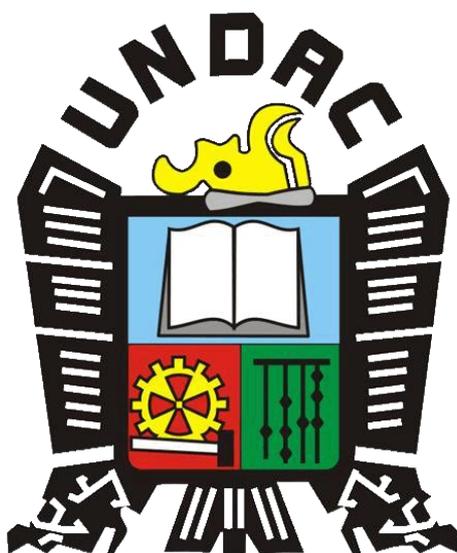


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, MEDICINA
HUMANA UTILIZANDO UN MÉTODO DE INTERACCIÓN SÍSMICA
SUELO Y ESTRUCTURA, YANACANCHA – PASCO – 2018**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Antenor Carlos CERRON CHAMORRO

ASESOR:

Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

CERRO DE PASCO – PERU

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, MEDICINA
HUMANA UTILIZANDO UN MÉTODO DE INTERACCIÓN SÍSMICA
SUELO Y ESTRUCTURA, YANACANCHA – PASCO – 2018**

PRESENTADO POR:

Bach. Antenor Carlos CERRON CHAMORRO

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS

Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN
PRESIDENTE

Mg. Cayo PALACIOS ESPIRITU
MIEMBRO

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO

**CERRO DE PASCO – PERU
2018**

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres y docentes, por estar conmigo, por enseñarnos a crecer y que ante una caída nos debemos de levantar, por apoyarme y guiarnos.

RESUMEN

La presente tesis de investigación analiza la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de las Facultades de Ingeniería de Minas y Medicina Humana utilizando un método de interacción sísmica suelo (arena –limo arcilloso) y estructura. La cual está ubicada en el Centro Poblado de Pucayaku del distrito de Yanacancha, Provincia y región Pasco.

La presente investigación se utilizó el modelo de cálculo de los investigadores D.D. Barkan – O.A. Savinov, V.A. Ilichez, A.E. Sargsian, Norma Rusa SNIP 202.05-87, Norma Boliviana de Diseño sísmico NBDS-2006, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, Modelo de la Norma Japonesa para la Construcción y y modelo de la EE.UU. NIST GCR 12-917-21. Esto debido que en la actualidad no se incorpora este análisis en el Reglamento Nacional Edificaciones (Norma Peruana), pues este análisis modifica la respuesta estructural donde se analiza con masas, rigidez y amortiguamiento que considera la flexibilidad de la base de fundación. flexibilidad del suelo de fundación en el análisis estructural de la edificación.

Tras la investigación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de las Facultades de Ingeniería de Minas y Medicina Humana utilizando un método de interacción sísmica suelo y estructura; con características de la región Pasco-Perú, donde se incluye la flexibilidad del suelo de fundación como inercia (masa), elasticidad (rigidez o flexibilidad), y energía de disipación (amortiguamiento) se produce un incremento en desplazamiento 10.7% a 56.3% y esfuerzos.

ABSTRACT

This thesis discusses research evaluating seismic vulnerability flag of the Faculty of Mechanical Engineering and Human Medicine using a method of seismic interaction soil (loamy sand -limo) and structure. Which it is located in the Town Center District Pucayaku Yanacancha, Pasco County and the region.

This research model calculation of DD Barkan researchers used - OA Savinov, VA Ilichez, AE Sargsian, Russian SNIP 202.05-87 Norma, Norma Boliviana Seismic Design NBDs 2006, Mexican Society of Seismic Engineering Model Standard Japanese Construction yy US model NIST GCR 12-917-21. This is because that at present this analysis is not incorporated into the National Building Regulations (International Standard), because this analysis modifies the structural response where it is analyzed with mass, stiffness and damping which considers the flexibility of the base foundation. flexibility of foundation soil in the structural analysis of the building.

After investigation of seismic vulnerability flag of the Faculty of Mechanical Engineering and Human Medicine using a method of seismic interaction land structure; with characteristics of the Pasco-Peru region where flexibility foundation soil as inertia (mass), elasticity (rigidity or flexibility), and energy dissipation (damping) is included is an increase in displacement 10.7% to 56.3% and efforts.

ÍNDICE GENERAL

<i>DEDICATORIA</i>	<i>iii</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>iv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>v</i>
<i>ÍNDICE GENERAL</i>	<i>vi</i>
<i>ÍNDICE TABLA</i>	<i>ix</i>
<i>ÍNDICE ILUSTRACIONES</i>	<i>ix</i>
<i>ÍNDICE IMÁGENES</i>	<i>x</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>CAPÍTULO I</i>	<i>2</i>
<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	<i>2</i>
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.	3
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS.	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVOS GENERAL.	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1. IMPORTANCIA.	5
1.5.2. ALCANCES.	5
1.6. LIMITACIONES	5
1.6.1. LIMITACIONES GEOGRAFICAS.	5
1.6.2. LIMITACIONES DE ESTUDIO.	7
<i>CAPÍTULO II</i>	<i>8</i>
<i>MARCO TEORICO</i>	<i>8</i>

2.1.	ANTECEDENTES	8
2.2.	BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS	13
2.2.1.	GENERALIDADES	13
2.2.2.	FENÓMENOS GEOLÓGICOS.	13
2.2.3.	FENÓMENOS HIDROMETEORO LÓGICOS.	23
2.2.4.	PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL SUELO.	26
2.2.5.	INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA.	27
2.2.6.	INTERACCION INERCIAL.	32
2.2.7.	INTERACCION CINEMATICA.	33
2.2.8.	ANALISIS SISMICO ESPECTRAL.	34
2.2.9.	DISEÑO ESTRUCTURAL.	35
2.2.10.	DESCOMPOSICION DEL MOVIMIENTO SUELO – ESTRUCTURA.	36
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	36
2.4.	HIPÓTESIS	39
2.4.1.	HIPOTESIS GENERAL	39
2.4.2.	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	39
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	40
2.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	40
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	40
CAPÍTULO III		41
METODOLOGÍA		41
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.3.	POBLACIÓN MUESTRA	42
3.3.1.	POBLACIÓN	42
3.3.2.	MUESTRA	42
3.4.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	43
3.4.1.	MÉTODO DESCRIPTIVO.	43
3.4.2.	MÉTODO ESTADÍSTICO.	43
3.4.3.	MÉTODO BIBLIOGRÁFICO DOCUMENTAL.	43
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44
3.5.1.	TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	44
3.5.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	44
3.5.3.	PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	44
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	45
CAPÍTULO IV		46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		46
4.1.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS	46
4.1.1.	TAMAÑO MUESTRAL.	46
4.1.2.	EVALUACIÓN DE SUELOS.	48
4.1.3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL.	49

4.2. PRESENTACION DE RESULTADOS, TABLAS, GRAFICOS, FIGURAS	67
4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS	69
4.4. DISCUSION DE RESULTADOS	69
4.5. ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS	74
<i>CONCLUSIONES</i>	76
<i>RECOMENDACIONES</i>	78
<i>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA</i>	79
<i>ANEXO</i>	80

ÍNDICE TABLA

Tabla 1. Configuración estructural.....	51
Tabla 2. Valores coeficientes de rigidez	56
Tabla 3. Valores coeficientes de rigidez 2	57
Tabla 4. Coeficientes de rigidez para zapatas combinadas	66
Tabla 5. Coeficientes de Rigidez para cimiento de muro	66
Tabla 6. Coeficientes de Momentos Flector	67
Tabla 7. Periodos según la Norma E.030.....	67
Tabla 8. Frecuencias según la Norma E.030.....	68
Tabla 9. Desplazamientos elásticos en X-X, según la Norma E.030	68
Tabla 10. Desplazamientos elásticos en Y-Y, según la Norma E.030	68
Tabla 11. Fuerzas internas en X-X, según la Norma E.030	68
Tabla 12. Fuerzas Internas en Y-Y, según la Norma E.030.....	69
Tabla 13. Evaluación Insitu de resistencia de material rocoso.....	84
Tabla 14. Módulo de Young y coeficientes de Poisson	84
Tabla 15. Características Físico Mecánicas de varios tipos de Roca	85
Tabla 16. Valores típicos de parámetros de resistencia para rocas	85

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Periodos de las primeras 12 formas de vibración libre.....	69
Ilustración 2. Frecuencia Angular de las primeras 12 formas de vibración libre.	70
Ilustración 3. Desplazamientos máximos en el eje OX.	70
Ilustración 4. Desplazamientos máximos en el eje OX.....	71
Ilustración 5. Fuerza Axial máxima en la dirección X-X, por la Norma Peruana E.030	71
Ilustración 6. Fuerza Cortante máxima en la dirección X-X, por la Norma Peruana E.030	72
Ilustración 7. Momento flector máximo en la dirección X-X, por la Norma Peruana E.030	72
Ilustración 8. Fuerza axial máxima en la dirección Y -Y, por la Norma Peruana E.030	73
Ilustración 9. Fuerza Cortante máxima en la dirección Y-Y, por la Norma Peruana E.030	73
Ilustración 10. Momento flector máxima en la dirección Y-Y.....	74
Ilustración 11. Periodos de las primeras 12 formas de vibración libre (Conclusión).....	75
Ilustración 12. Frecuencia Angular de las primeras 12	75

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa de Localización de Localidad.....	6
Imagen 2. Imagen Satelital de Localidad.....	6
Imagen 3. Génesis de los Sismos	14
Imagen 4. Principales tipos de erupciones magmáticas.	19
Imagen 5. : Erupción submarina	20
Imagen 6. Erupción freática	21
Imagen 7. Perímetro costero de zonas de hundimiento de placas	22
Imagen 8. Deslizamientos por suelos inestables	23
Imagen 9. Vista Satelital de Huracanes	24
Imagen 10. las lluvias torrenciales	24
Imagen 11. deslizamientos por saturación de suelos.....	25
Imagen 12. Modelo sistema Suelo - Estructura	28
Imagen 13. Diferentes tipos de cimentaciones superficiales.....	30
Imagen 14. Otros tipos de cimentaciones superficiales	31
Imagen 15. Zapatas rígidas y flexibles.....	31
Imagen 16. Pilotes prefabricados e in situ.	31
Imagen 17. Campantes del desplazamiento horizontal	36
Imagen 18. Vista Satelital del Pabellón	47
Imagen 19. Vista Frontal del Pabellón.....	48
Imagen 20. Cargas verticales por piso	50
Imagen 21. Rigideces laterales en dirección del eje X-X	50
Imagen 22. Rigideces laterales en dirección del eje Y-Y	51
Imagen 23. Ingreso al campus Universitario.....	81
Imagen 24. Imagen Satelital de Campus Universitario.....	81
Imagen 25. Vista del Pabellón en estudio.	82
Imagen 26. Vista Lateral del Pabellón	82
Imagen 27. Vista Pabellón en estudio	83
Imagen 28. Vista Lateral del Pabellón 2	83

INTRODUCCIÓN

El objetivo de desarrollo de la siguiente investigación es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de las Facultades de Ingeniería de Minas y Medicina Humana utilizando un método de interacción sísmica suelo y estructura, Yanacancha – Pasco.

La interacción sísmica suelo estructura es un conjunto de cambios en la respuesta de suelo - cimentación - estructura que en general es causado por la flexibilidad del suelo, donde se analiza la masa, rigidez y amortiguamiento que aporta el suelo al análisis estructural del Pabellón.

Por lo cual la interacción sísmica suelo - estructura nos permite realizar un análisis de rigidez adecuado de la edificación. Esta investigación se divide en:

- CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, en donde se efectúa la identificación del problema; en el uso empírico del canto rodado, dentro del diseño de concreto para elementos estructurales.
- CAPITULO II: MARCO TEORICO, en donde se describe en macro las bases teóricas que sustentan el desarrollo de la presente investigación.
- CAPITULO III: METODOLOGIA, en donde describe el proceso del desarrollo de la investigación; la cual es desarrollada mediante ensayos de laboratorio.
- CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION, en donde se describe los resultados de las propiedades físicas – mecánicas de los agregados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad en la región Pasco no se realizó hasta el momento un estudio de vulnerabilidad sísmica; Por lo cual no se realizó una evaluación de la infraestructura existente de las Facultades de ingeniería de Minas y Medicina Humana existentes, la cual está ubicado en el campus universitario, ubicado en la localidad de Pucayacu del distrito de Yanacancha de provincia y región Pasco, con la finalidad descubrir los puntos débiles que fallarían al ocurrir un evento sísmico. Esta vulnerabilidad se debe evaluar para los elementos estructurales (columnas, vigas, aligerados, etc.), como para los no estructurales (tabiques, equipos, tuberías, vidrios, etc.).

En los últimos años, el problema de interacción suelo y estructura, asido estudiado de manera muy importante en el campo de la Ingeniería Civil. En

una interpretación más generalizada, este problema puede ser formulado como un contacto dinámico entre la base y la estructura.

En el Perú, región Pasco y en específicamente en la en centro Poblado de Pucayacu el pabellón de las Facultades de Ingeniería de Minas y Medicina Humana han ido incrementando su infraestructura, en consecuencia, la Vulnerabilidad Sísmica tiene un valor importante y decisivo en el desarrollo de este Centro Poblado. La razón fundamental en la solución de este problema es la elaboración de metodologías de evaluación de edificios (parte estructural y no estructuras) según la Norma Técnica E.030 (Diseño Sismo Resistente).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL.

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad físico estructural y funcional del Pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu utilizando un modelo de interacción sísmica suelo y estructura, Yanacancha – Pasco - 2018?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS.

- ¿Cuáles son los diferentes factores de vulnerabilidad físico estructura y funcional del pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu?
- ¿Sera posible establecer parámetros cuantitativos y cualitativos que permitan determinar de una manera objetiva los niveles de vulnerabilidad físico estructural y funcional existentes?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVOS GENERAL.

Realizar el estudio de la vulnerabilidad físico estructural, funcional del Pabellón de la Facultad de Ingeniería Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu utilizando un método de interacción suelo y estructura.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar los diferentes factores de vulnerabilidad físico estructural y funcional del pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu, Yanacancha – Pasco.
- Establecer parámetros cuantitativos y cualitativos que permitan determinar de una manera objetiva, los niveles de vulnerabilidad físico estructural y funcional existentes.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

- La presente investigación se justifica porque nos permite evaluar y establecer la vulnerabilidad sísmica del pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu utilizando un método de interacción sísmica suelo y estructura.
- Realizar estos estudios implica evaluar no sólo la vulnerabilidad estructural sino también la vulnerabilidad no estructural y funcional de este tipo de edificaciones indispensables o esenciales, con el fin de reforzar, intervenir y mejorar su comportamiento estructural y

operativo. Además, observar que tanto interactúan estos dos tipos de elementos (estructurales y los mal llamados "no estructurales") y el daño que pueden causar al edificio y a los ocupantes de éste si colapsa la estructura debido a esta interacción no deseada y al comportamiento sísmico no esperado.

- Comparar los resultados de la Norma Peruana de Diseño Sismo resistente E030 con la aplicación de la influencia sísmica suelo – estructura.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. IMPORTANCIA.

La importancia conocer la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu utilizando un método de interacción sísmica suelo y estructura

1.5.2. ALCANCES.

El pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

1.6. LIMITACIONES

1.6.1. LIMITACIONES GEOGRAFICAS.

- El presente trabajo de investigación se limita al estudio del pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión;

ubicada en el Centro Poblado de Pucayaku del distrito de Yanacancha, Provincia y Región Pasco.

- Los resultados logrados son válidos solamente para pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Imagen 1. Mapa de Localización de Localidad.



Fuente: <http://www.map-peru.com/es/mapas/ficha-mapa-vial-de-pasco-2004>

Imagen 2. Imagen Satelital de Localidad



Fuente: Google Earth Pro

1.6.2. LIMITACIONES DE ESTUDIO.

- Estudio interacción suelo y estructura.
- Pabellón de la Facultad de Minas, Medinas Humana.
- Modelo de cálculo de los investigadores D.D. Barkan – O.A. Savinov, V.A. Ilichez, A.E. Sargsian, Norma Rusa SNIP 202.05-87, Norma Boliviana de Diseño sísmico NBDS-2006, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, Modelo de la Norma Japonesa para la Construcción y y modelo de la EE.UU. NIST GCR 12-917-21.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

- TEMA** : EVALUACIÓN DE DAÑO EN EDIFICIOS
CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE
INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA.
- AUTOR** : DR. RAMSÉS RODRÍGUEZ ROCHA
- INSTITUCIÓN** : INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
- AÑO** : 2012
- RESUMEN** : La detección de daño en edificios es de vital
importancia como medida preventiva para evitar

pérdidas humanas en estructuras que han sido afectadas por eventos sísmicos. En el caso de edificios desplantados sobre suelo blando, como es el caso de la Ciudad de México, resulta de igual trascendencia el conocimiento de los Efectos de Interacción Suelo-Estructura (Efectos ISE). Ambos fenómenos afectan directamente a la respuesta dinámica de una estructura, por lo que es prioritario considerarlos como una herramienta útil en la toma de decisiones de reforzamiento o demolición.(...)

TEMA : INTERACCION SISMICA SUELO •
ESTRUCTURA EN LA EDIFICACIÓN DE LA
RESIDENCIA ESTUDIANTIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICA

AUTOR : OLARTE BREÑA, LVÁN MARINO
SANCHEZ CHOQUE, ROMEL ENRIQUE

INSTITUCIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICA

AÑO : 2014

RESUMEN : El trabajo de investigación, que lleva por nombre "Interacción sísmica suelo - estructura en la edificación de la Residencia Estudiantil de la Universidad Nacional de Huancavelican, está centrada en la aplicación de los métodos de interacción suelo- estructura, para determinar la respuesta estructural en mención. Para su aplicación se utilizaron los diferentes modelos propuestos por distinguidos científicos extranjeros cuyas investigaciones llevan muchos años en su elaboración.(...)

TEMA : ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO - ESTRUCTURA EN EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL

AUTOR : NIK DEBY, GAMARRA GOMEZ

INSTITUCIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

AÑO : 2014

RESUMEN : La interacción sísmica suelo - estructura en edificación de albañilería estructural, es de vital importancia para realizar un mejor análisis estructural. Esto debido principalmente que en la

actualidad no se incorpora este análisis en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma Peruana), pues este análisis modifica la repuesta estructural donde se analiza con masas, rigidez y amortiguamiento que considera la flexibilidad de la base de fundación. Desde definiciones de elasticidad del suelo expresado en rigidez y descomposición del movimiento, hasta la actualidad donde el tema consiste, en que, inclusive los primeros modelos de interacción sísmica suelo - estructura han influido en el estado esfuerzo - deformación de la edificación. En un grado intermedio, este tema ha sido tratado en la corrección de la norma rusa SNIP 11-7-81 y en la investigación de interacción suelo estructura en edificaciones elaborado por el Dr. Genner Villarreal Castro y otros investigadores afines al tema, cuyas propuestas llevaron años en su estudio, investigación y elaboración. Con el objetivo de insertar la flexibilidad del suelo de fundación en el análisis estructural de la edificación.

TEMA : ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD
SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERÍA CONFINADA DESDE EL
PUNTO DE VISTA GEOTÉCNICO-SÍSMICO
DEL CENTRO POBLADO EL MILAGRO -
DISTRITO DE HUANCHACO – PROVINCIA
DE TRUJILLO

AUTOR : Palacios Garay Heiner Edwin

INSTITUCIÓN : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR
ORREGO

AÑO : 2017

RESUMEN : La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, se ubicada en una zona de alta sismicidad y sobre un suelo de baja resistencia, sus edificaciones son en su mayoría antiguas y deterioradas. Es por ello que es necesario evaluar y predecir cómo se comportaran las edificaciones ante un sismo severo, con el fin de prevenir y mitigar los daños, por eso se ha determinado el riesgo sísmico de la facultad. Para ello se ha realizado un levantamiento arquitectónico, estructural y se determinó la

resistencia de elementos portantes usando el esclerómetro. (...)

2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS

2.2.1. GENERALIDADES

Una inspección preliminar de la zona donde está ubicada la infraestructura educativa provee información rápida sobre el impacto general que podrían causar las amenazas.

En este proceso se debe observar el terreno alrededor de la edificación con la finalidad de identificar fallas o anomalías en el suelo o de taludes cercanos, espejos de agua próximos a la infraestructura que puedan elevar el nivel freático, entre otros. Este punto de la evaluación no es susceptible a medición, ni forma parte del cálculo del nivel de seguridad. Sin embargo, sirve para valorar adecuadamente cada una de las variables, considerando el entorno y contexto del área donde está ubicado.

Es necesario analizar esta información para evaluar la seguridad de la infraestructura educativa en su entorno de amenazas y debe ser tomada en cuenta al momento de establecer el grado de seguridad de los aspectos evaluados.

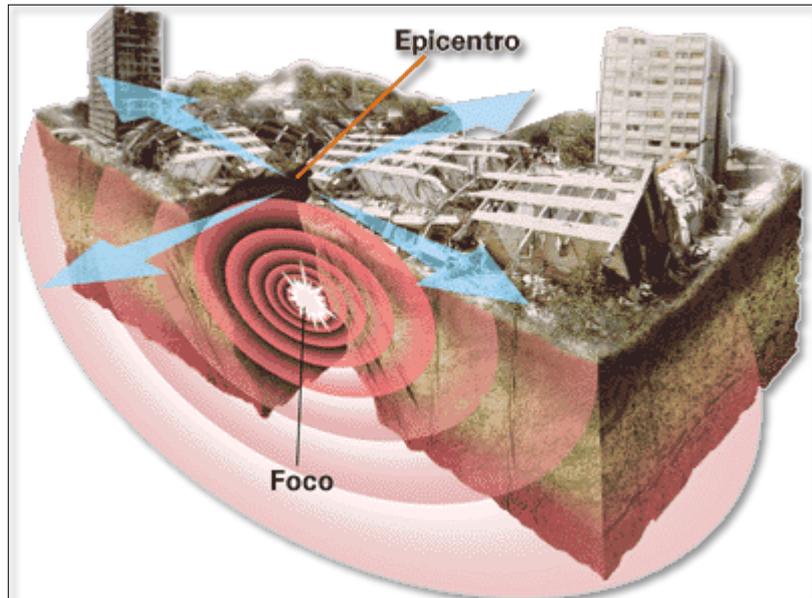
2.2.2. FENÓMENOS GEOLÓGICOS.

2.2.2.1. SISMOS.

Son el resultado de movimientos de la corteza terrestre, que se generan de formaciones en las rocas del interior de la tierra y

acumulan energía que es liberada súbitamente en forma de ondas que sacuden la superficie.

Imagen 3. Génesis de los Sismos



Fuente: <http://ohotart.16mb.com/>

ORIGENES DE LOS SISMOS

Con el objeto de entender el fenómeno sísmico conviene recordar dos puntos asociados: La corteza terrestre es muy delgada en relación con el tamaño del globo terrestre. Los conocimientos actuales indican que las únicas partes sólidas del planeta son la corteza y el núcleo interno.

El material que forma las capas subyacentes a la primera se encuentran en estado más o menos plástico, según su profundidad y composición. La corteza terrestre, que descansa sobre el manto superior de material plástico (magma) tiene

apenas un espesor medio de 30 km, con un mínimo de 10 y un máximo de 80 km. Como se sabe, el radio medio de la tierra es de aproximadamente 6,370 km, por lo tanto, la relación entre el radio del planeta y el espesor medio de la corteza es de 210. Así, el radio es doscientas diez veces mayor que el espesor medio de la última.

La escala humana del tiempo es corta al compararla con la escala geológica. A partir de la primera, esperamos que el suelo sea firme como una roca, pero resulta que el suelo tiembla e inclusive puede abrirse, elevarse o hundirse. En la escala de tiempo geológica se vería el movimiento a la deriva de los continentes, la migración de pedazos inmensos de corteza, la aparición y la desaparición de cordilleras y la elevación o hundimiento del lecho marino. En la escala humana, estos cataclismos se ven como en cámara muy lenta puesto que, generalmente, somos testigos de sólo una de las manifestaciones más temidas; los terremotos. Son muchos y muy variados los fenómenos que provocan los sismos tales como: impactos de meteoritos, eventos volcánicos, explosiones tanto naturales como causadas por el hombre, colapsos de formaciones geológicas y, principalmente, los que tienen como origen el movimiento propio del planeta en su evolución (terremotos de origen tectónico).

CARACTERISTICA DE LOS MOVIMIENTOS

SISMICOS

El punto dónde se inicia la ruptura de una falla recibe el nombre de Foco centro o hipocentro. Su proyección sobre la superficie terrestre se denomina epifoco o epicentro. Las distancias desde el foco o el epicentro hasta el lugar de observación del sismo son las distancias focal y epicentral respectivamente.

La liberación súbita de energía en la zona de ruptura de una falla provoca la propagación de ondas de cuerpo, las cuales al alcanzarla superficie de la corteza y reflejarse en ella originan ondas de superficie. las ondas de cuerpo se producen debido a las de formaciones longitudinales (de compresión) o transversales (de corte) de la roca. Estas viajan alejándose de la falla y su amplitud generalmente se atenúa con la distancia. Las ondas longitudinales se transmiten por compresión directa y se transmite a mayor velocidad; éstas son las que se registran en primer lugar en una estación sismográfica, por ello, se les llama primarias o de forma simplificada, ondas P.

Por otro lado, las transversales se deben a efectos de cortante y por ser captadas después de las ondas se les llama secundarias, o bien, ondas S. se representa esquemáticamente la forma en que se transmiten las ondas P y S. hay varias clases de ondas de superficie, las de mayor importancia dentro de la ingeniería son

las ondas L (ondas de Love) y las K (ondas de Rayleigh). Las ondas L tienen lugar en las formaciones estratificadas y vibran en un plano paralelo a la superficie de la tierra y perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. Por su parte, R se transmiten en un plano perpendicular al borde de la tierra.

El registro de las ondas sísmicas permite caracterizar al temblor que las produjo, así como estudiar aspectos relacionados con la estructura interna de la tierra. Asimismo, la diferencia en tiempo entre la llegada de las ondas P y las ondas S permite calcular la distancia epicentral. Las diferentes velocidades de transmisión, así como la manera en que son reflejadas dentro de las capas internas de la tierra han permitido establecer teorías sobre la estructura interna del planeta. Por ejemplo, las ondas J', por su naturaleza, no se transmiten en líquidos, ya que éstos no tienen resistencia al correr, por lo que al observar que en el núcleo externo de la tierra estas ondas no se envían, se infiere que su estado es similar al de un líquido.

Las Ondas sísmicas se generan en la zona de ruptura y se extienden en todas direcciones, por lo que en un punto cualquiera podría existir una combinación particular de ellos. No se puede establecer que un temblor sea oscilatorio o trepidatorio con base en lo que las personas hayan sentido en un

lugar particular. El movimiento del terreno durante un terremoto tiene seis componentes (tres de traslación y tres de rotación).

Al caracterizar un sismo, se deben distinguir los parámetros generales y los locales. Entre los primeros están la localización, el tipo de falla que lo causó y la energía que liberó, los parámetros locales incluyen el tipo y tiempo de arribo de las ondas sísmicas que determinaron ciertos niveles de aceleración, velocidad y desplazamiento del terreno.

De particular importancia son los valores máximos y las direcciones de estas cantidades. Recuérdese que la teoría de Newton indica que la fuerza es igual a la masa por la aceleración, por lo que contar con datos de la aceleración del terreno causada por un temblor, permite estimar las fuerzas que se producen en las estructuras. A su vez, lo anterior ayuda a discernir el poder destructivo de un sismo en un lugar específico. En el apartado siguiente se describen de manera general algunas de las formas de medir un terremoto.

2.2.2.2. ERUPCIONES VOLCÁNICAS.

La temperatura, composición, viscosidad y elementos disueltos en el magma, como así también la cantidad de productos volátiles que acompañan a la erupción volcánica, son los

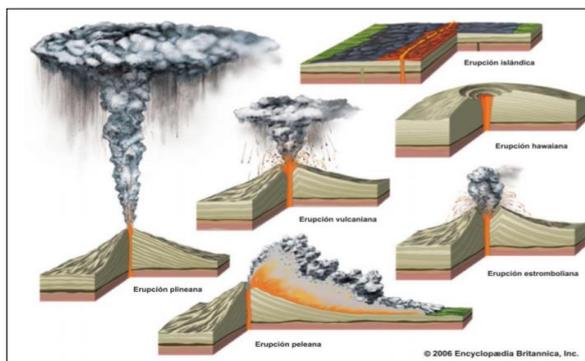
factores fundamentales de los cuales depende el tipo de explosividad.

Las erupciones explosivas se caracterizan por la liberación violenta de chorros de gas y cenizas. Estas erupciones se producen cuando la viscosidad y el contenido de sílice es muy elevado (magma ácido), este tipo de magma retiene una gran cantidad de gases, lo cual provoca un aumento de la presión interna, que da lugar a fuertes explosiones.

Así mismo, y teniendo en consideración los mecanismos más destacados del proceso eruptivo, científicos en vulcanología también han efectuado la clasificación de las erupciones en los siguientes tres tipos: magmáticas, freatomagmáticas y freáticas:

ERUPCIONES MAGMÁTICAS: Este tipo de erupciones, tal como su nombre lo indica, se producen cuando el magma (roca fundida) emerge a la superficie, ya sea en forma de lava o ceniza y piedra pómez.

Imagen 4. Principales tipos de erupciones magmáticas.

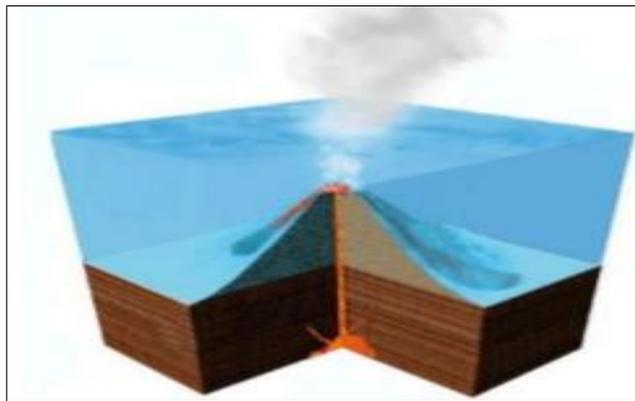


Fuente: Encyclopedia Britannica, Inc. (s.f.)

Existen varios tipos de erupciones magmáticas: pliniana, peleana, vulcaniana, estromboliana, hawaiana e islándica o fisural, las mismas están ilustradas.

ERUPCIONES FREATOMAGMÁTICAS: Son erupciones volcánicas impulsadas por la interacción directa entre el magma y el agua. Tienen lugar en el mar, lagos o aguas subterráneas. Existen tres tipos principales de erupciones freatomagmáticas: las surtseyanas, las submarinas y las subglaciares.

Imagen 5. : Erupción submarina



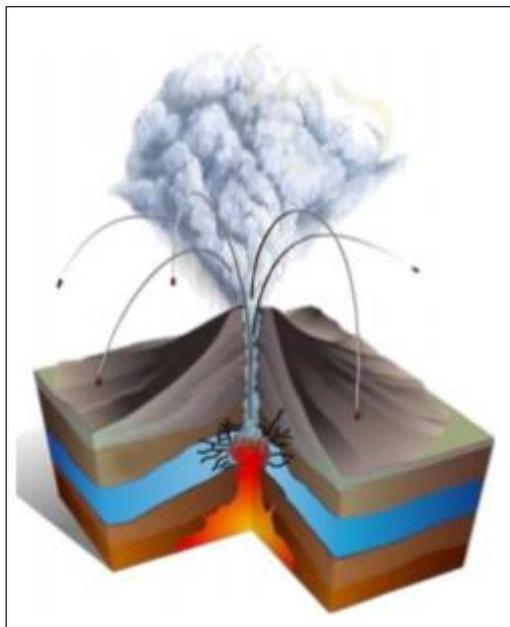
Fuente: Encyclopedia Britannica, Inc. (s.f.)

ERUPCIONES FREÁTICAS: Las erupciones freáticas ocurren cuando el magma, cuya temperatura es extrema (600°C - 1.170°C), toma contacto de manera indirecta con un volumen de agua, provocando su brusco calentamiento y generando vapor a muy alta presión.

El calor generado en el suelo o en la superficie que contiene agua, produce la evaporación del agua muy rápidamente que

deriva en vapor de muy alta presión, causando una gran explosión de vapor, agua, ceniza, bloques y bombas. A diferencia de todas las erupciones anteriores no existe, en general, ascenso de magma.

Imagen 6. Erupción freática



Fuente: Encyclopedia Britannica, Inc. (s.f.)

2.2.2.3. TSUNAMIS.

El término tsunami es japonés; internacionalmente se usa para designar el fenómeno que en español se denomina maremoto. Es una secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un terremoto; a las costas pueden arribar con gran altura y provocar efectos destructivos: pérdida de vidas y daños materiales. La gran mayoría de los tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del

Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino.

En la gran mayoría de los casos, el movimiento inicial que provoca la generación de los tsunamis es una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano, ocasionada por un sismo. En el transcurso del siglo veinte, éste ha sido el origen de aproximadamente el 94% de los 450 tsunamis ocurridos en el Océano Pacífico. Otros agentes causales menos frecuentes han sido: erupciones de volcanes sumergidos, impacto de meteoritos, deslizamientos submarinos y explosiones nucleares.

Imagen 7. Perímetro costero de zonas de hundimiento de placas

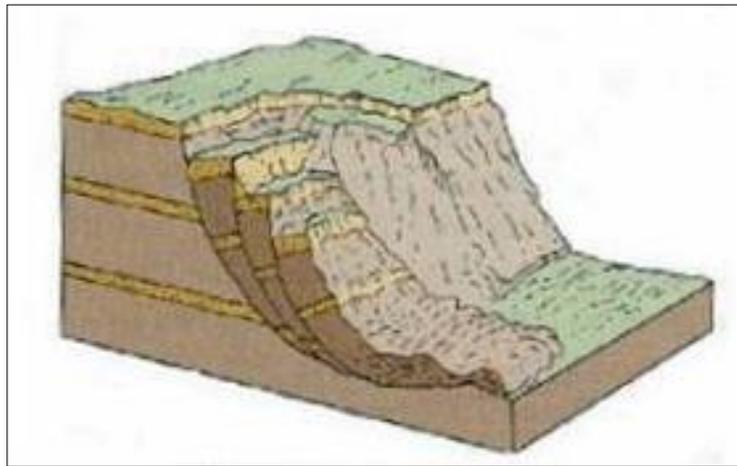


Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

2.2.2.4. DESLIZAMIENTO POR SUELOS INESTABLES.

Movimiento lento o rápido de material superficial de la corteza terrestre (suelo, arena, roca) pendiente abajo, debido a un aumento de peso, pérdida de la consistencia de los materiales u otro factor que genere un desequilibrio en la ladera.

Imagen 8. Deslizamientos por suelos inestables



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

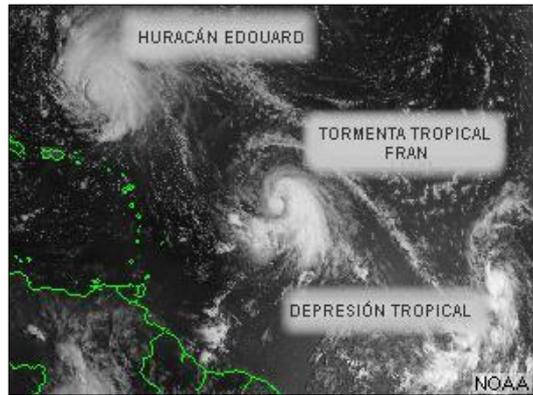
2.2.3. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS.

2.2.3.1. HUARACANES.

El huracán es el más severo de los fenómenos meteorológicos conocidos como ciclones tropicales. Estos son sistemas de baja presión con actividad lluviosa y eléctrica cuyos vientos rotan antihorariamente (= en contra de las manecillas del reloj) en el hemisferio Norte. Un ciclón tropical con vientos menores o iguales a 62 km/h es llamado depresión tropical. Cuando los vientos alcanzan velocidades

de 63 a 117 km/h se llama tormenta tropical y, al exceder los 118 km/h, la tormenta tropical se convierte en huracán.

Imagen 9. Vita Satelital de Huracanes



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

2.2.3.2. LLUVIAS TORRENCIALES.

Son lluvias intensas que pueden venir acompañadas de relámpagos, rayos y truenos. Pueden inundar rápidamente áreas planas o cóncavas (como valles, hondonadas o zonas bajas de la ciudad) produciendo estancamiento de aguas; pero también pueden ocasionar (en zonas con pendiente pronunciada) flujos de alta velocidad con grandes volúmenes de agua y posibles deslizamientos.

Imagen 10. las lluvias torrenciales



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

2.2.3.3. *PENETRACIÓN DEL RÍO.*

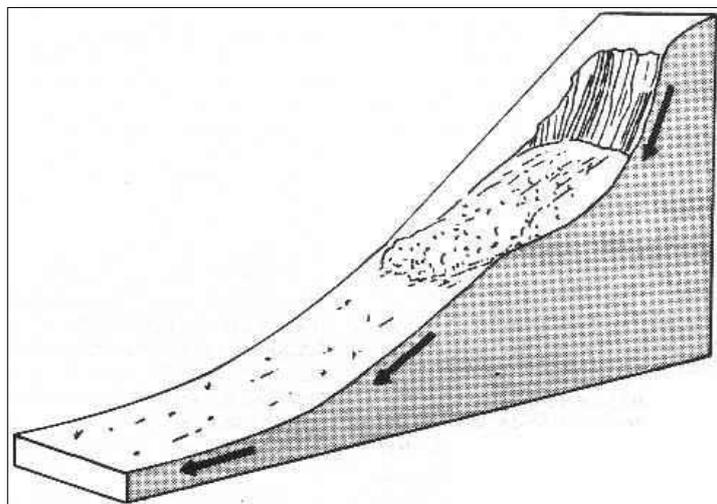
Las penetraciones de mares, ríos y lagos en terrenos secos son fenómenos que se producen por fuertes marejadas o desbordes de los ríos y lagos. Muchas inundaciones causadas por este fenómeno son parte del comportamiento normal de los ríos, es decir, de su régimen de aguas, ya que es habitual que en invierno aumente la cantidad de agua e inunde los terrenos cercanos a la orilla.

Las penetraciones de mar o de río pueden ocasionar diferentes efectos, dependiendo principalmente del tipo de suelo, la topografía de la zona y la ubicación de las comunidades.

2.2.3.4. *DESLIZAMIENTO POR SATURACIÓN DEL SUELO.*

Movimiento lento o rápido de material superficial de una ladera, debido a la presencia extrema de humedad.

Imagen 11. deslizamientos por saturación de suelos



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

2.2.4. PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL SUELO.

2.2.4.1. LICUACIÓN.

La licuefacción (o licuación) es un fenómeno típico de suelos saturados del tipo arenas finas y flojas y limos mal graduados, que ocurre cuando estos se someten a acciones dinámicas y que consiste en una pérdida de fuerza y rigidez debido a que la presión del agua aumenta de forma rápida hasta el punto de que las partículas quedan sueltas, se mueven libremente y pierden la capacidad de transmisión de esfuerzos. Su nombre deriva del hecho de que en ese momento el suelo se comporta como si se tratara de un líquido.

2.2.4.2. SUELO ARCILLOSO.

Las arcillas depositadas por el viento guardan entre sus partículas grandes vacíos, por lo que un pequeño incremento de humedad puede destruirla (la ligazón entre ellas, perdiendo cohesión o disolviéndose, ocasionando hundimientos. Por otro lado, suelos arcillosos, secos o compactos, al ser humedecidos se hinchan, es decir que incrementa significativamente su volumen, levantando entre otras cosas losas y muros con pocas cargas.

2.2.4.3. TALUD INESTABLE.

La estabilidad de un talud depende de las características geológicas del terreno, del tipo de material que lo constituye, de la inclinación de la pendiente, de las condiciones hidrológicas y climáticas y de la intensidad sísmica en la zona.

También puede influir, la presencia de rellenos o excavaciones tanto de obra civil, como de minería. Los taludes inestables son considerados una potencial amenaza ya que se relacionan directamente con los fenómenos de remoción en masa.

2.2.5. INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA.

La interacción sísmica suelo estructura como: "cuando la base es considerada como un semi-espacio elástico y la acción sísmica como un proceso ondulatorio, se resolvieron varios problemas de difracción de ondas en la cimentación, el cual ha determinado el carácter de la acción sísmica en la edificación" (**Villareal, 2006**).

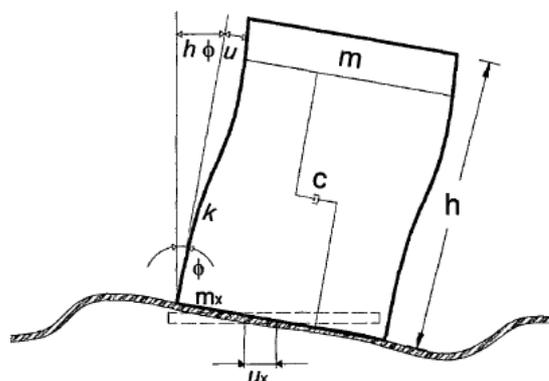
La interacción sísmica suelo estructura: "Otra orientación más cercana a los métodos ingenieriles, se relación con determinados parámetros de rigidez de la cimentación, que se determinan en base a investigaciones experimentales o procesos teóricos - experimentales, que consideran el carácter ondulatorio de la acción sísmica." (**Villareal D. G., interacción suelo estructura en edificios altos, 2007**)

La interacción sísmica suelo estructura como: "el lograr que el suelo de fundación interactúe de manera conjunta con la estructura, nos permite obtener resultados que describe el verdadero comportamiento de este frente a un evento sísmico, mediante la utilización de los parámetros que nos brinda el estudio de mecánica de suelos y que muchas veces algunos de ellos no se toman en cuenta en un modelamiento común que no considera interacción". (León, 2007).

El término "interacción suelo estructura es utilizado hoy en día para caracterizar las situaciones donde el comportamiento de una estructura no puede ser evaluado de modo preciso sin considerar también el comportamiento del suelo en contacto y de su interface". (Gabriel, 2012).

Dependiendo de la posición del periodo de la estructura con respecto al pico en el espectro de respuestas, los efectos de interacción pueden ser favorables o desfavorables; resultando en general benéfico para estructuras con periodo mayor a la dominante y perjudiciales en caso contrario. (Rocha P. y., 2011), Citado en (Solano, 2011).

Imagen 12. Modelo sistema Suelo - Estructura



Fuente: (Rocha P. y., 2011), Citado en (Solano, 2011).

Segundo, la presencia de la cimentación modifica el movimiento en la base, filtrando los componentes de alta frecuencia de la excitación. La cimentación experimenta un desplazamiento horizontal promedio, debido a que la cimentación al ser más rígida no puede deformarse como el suelo, así como una componente de cabeceo. Este movimiento de cuerpo rígido resulta en aceleraciones que varían a lo largo de la altura del edificio (causando fuerzas inerciales), a diferencia de las aceleraciones presentadas en el caso base empotradas. **(Wolf, 2011)**.

Tercero, las fuerzas inerciales aplicadas a la estructura conducirán a un momento de volteo y un cortante transversal en la base. Esto provocará la deformación del suelo generando una vez más la modificación de los movimientos en el sistema completo. **(Wolf, 2011)**

El lograr que el suelo de fundación interactúe de manera conjunta con la estructura nos permite obtener resultados que describen el verdadero comportamiento de este frente a un evento sísmico, mediante la utilización de los parámetros que nos brinda el estudio de mecánica de suelos y que muchas veces algunos de ellos no se toman en cuenta en un modelamiento común que no considera interacción. **(Abanto, 2004)**.

2.2.5.1. SUELO – CIMENTACION.

El suelo o terreno desde la selección de la implantación de la zapata hasta como soporte del Edificio juega un papel determinante, bien como elemento estructural-soporte de lo que se le coloca encima, bien como material aprovechable para terraplenes y/o rellenos, bien incluso como material de

construcción en diques, presas u otras obras de tierras comunes en nuestras Obras.

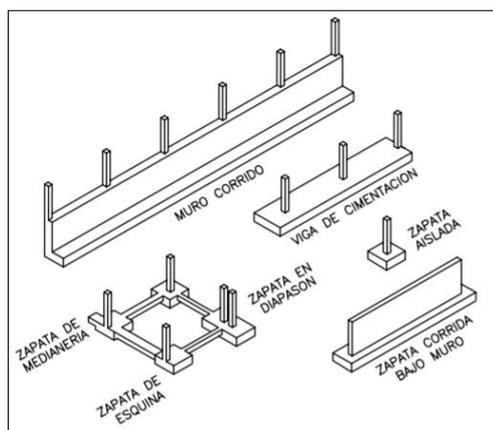
La cimentación constituye el elemento intermedio que permite transmitir las cargas que soporta una estructura al suelo subyacente, de modo que no rebase la capacidad portante del suelo, y que las deformaciones producidas en éste sean admisibles para la estructura. (E.U.I.T.A.C.R).

2.2.5.2. CLASIFICACION DE LAS CIMENTACIONES.

Una primera clasificación divide las cimentaciones en dos grupos:

- **Superficiales:** cuando el nivel de cimentación es inferior a cuatro veces la dimensión menor del cimientto.
- **Profundas:** cuando el nivel es superior a diez veces la dimensión menor.

Imagen 13. Diferentes tipos de cimentaciones superficiales

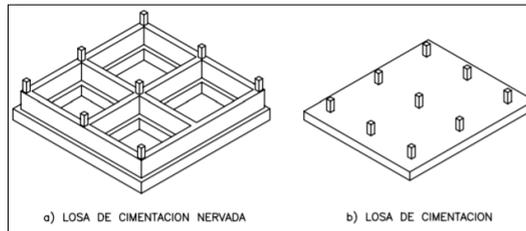


Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

Entre ambos grupos evidentemente hay gran cantidad de casos intermedios. Dentro de las cimentaciones superficiales nos

encontramos a su vez los diferentes tipos que aparecen en las figuras.

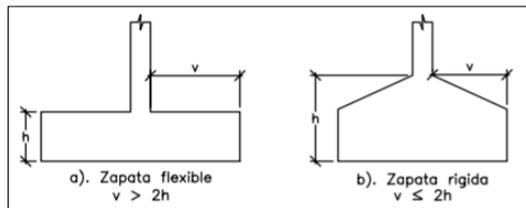
Imagen 14. Otros tipos de cimentaciones superficiales



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

Es también interesante la clasificación de las zapatas, según la relación entre sus dimensiones, en rígidas y flexibles.

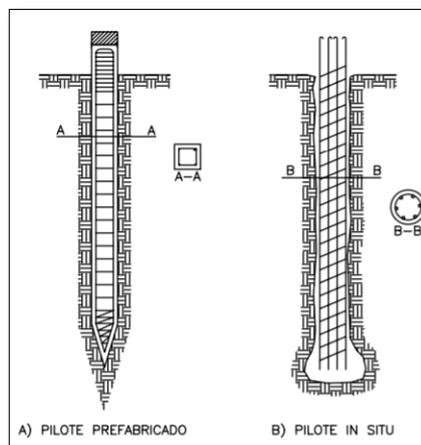
Imagen 15. Zapatas rígidas y flexibles



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

Dentro de las cimentaciones profundas el caso más común es el de pilotes cuyos diferentes tipos y organización se representan en las figuras.

Imagen 16. Pilotes prefabricados e in situ.



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

2.2.6. INTERACCION INERCIAL.

Referente a la cita textual, (Soriano A., Modificación del movimiento, 1989) señala:

El caso más simple de interacción suelo estructura se da cuando la cimentación, esto es, la zona de contacto terreno estructura, es pequeña y superficial; pequeña, de manera que puede considerarse puntual respecto a las longitudes de ondas sísmicas que lo van a solicitar y superficial, de manera que no exista una zona de terreno que tenga que guardar cierta compatibilidad de deformaciones con el movimiento de la estructura en otra zona que no sea puntual.

(Soriano A., Modificación del Movimiento, 1989) Explica la teoría de interacción inercial como "si el terreno no es infinitamente rígido, los esfuerzos que se generan en la cimentación provocaran una deformación variable, es decir un movimiento que obligara al punto de unión y a su entorno próximo a moverse de manera distinta al movimiento del campo libre"

Define la interacción inercial como "el alargamiento del periodo fundamental, la modificación del amortiguamiento y la reducción de la ductilidad, con respecto a los valores que tendría la estructura supuesta sobre base rígida" (**Rocha P. y., 2011**).

(**solano, 2012**) Define interacción inercial como "La interacción inercial se modela por medio de las funciones de impedancia del suelo (rigideces y amortiguamiento del conjunto suelo - cimentación dependientes de las frecuencias) y mediante el análisis del sistema suelo

estructura completo con matrices de rigidez, amortiguamiento y masa que contienen todos los elementos del sistema".

2.2.7. INTERACCION CINEMATICA.

(Soriano, 1978) Define la interacción cinemática como "Normalmente, las cimentaciones están suficientemente enterradas y son de extensión tal que las hipótesis que se hace en los apartados precedentes para suponerla puntual y en superficie". referente a la cita textual, (solano, 2012) señala:

La interacción cinemática se refiere a la diferencia entre el movimiento de campo libre y la excitación efectiva de la base, y es especialmente importante para cimentaciones enterradas. En este efecto se origina por que la rigidez de la cimentación le impide ajustarse a las deformaciones del suelo causado por el movimiento de campo libre, generándose un fenómeno de difracción de ondas que modifica el movimiento del suelo en la proximidad del cimientto. La superposición de las ondas incidentes y reflejadas por la superficie del terreno con las ondas difractadas es la razón principal de este efecto. Depende de la geometría de la cimentación, la estratificación del subsuelo y la naturaleza de la excitación sísmica.

Define la interacción cinemática como "la interacción cinemática se manifiesta en una reducción de los movimientos de traslación de la cimentación, fenómeno conocido como filtrado de la excitación

sísmica, así como la generación de cabeceo y torsión de la cimentación" (Wong, 1987), citado en (Solano, 2012).

2.2.8. ANALISIS SISMICO ESPECTRAL.

Para describir el análisis sísmico aplicado en edificaciones es importante analizar los conceptos físicos como normativos de nuestra presente norma.

En el modelo físico el edificio vibra junto con el suelo de fundación. El límite entre el modelo y el medio externo, sucede en el suelo de fundación y será mayor la influencia cuando el suelo blando y la edificación rígida; en un inicio elástico no - lineal, luego elastoplástico como consecuencia de la acumulación de los daños en el proceso de cambio hasta los estados límites, exceptuándose en la carga sísmica de cálculo la aplicación de superposición. (Villareal, 2006).

En el modelo de cálculo normativo no existe el suelo de fundación. El modelo está orientado solo a describir el trabajo de la edificación. La base de fundación se toma como un medio externo absolutamente rígido – mesa vibratoria, en la cual la cimentación esta empotrada en la base; se analiza la edificación como linealmente elástica, no considerándose el cambio de los parámetros del modelo en el proceso de acumulación de daños desde un inicio hasta el final de la acción sísmica y se orienta al cálculo de las reacciones sísmicas de la edificación por la adición de las formas de vibración libre de su modelo

linealmente elástico por el principio de superposición. **(Villareal, 2006).**

(Villareal, 2006;) Fundamentalmente son tres errores conceptuales presentes en la norma de diseño sismo resistente por el método espectral, los cuales traen consigo el peligro en la aplicación de dicha norma en el análisis y diseño de edificaciones o construcciones especiales. El primero, es el uso del modelo lineal invariable desde un inicio hasta el final de la acción sísmica; el segundo es la aplicación de la aceleración sísmica del suelo, como una medida normativa de la intensidad del sismo; la tercera es la falta de comprobación practica e insuficiente fundamento del coeficiente empírico normativos, utilizados para medir la tuerza sísmica.

2.2.9. DISEÑO ESTRUCTURAL.

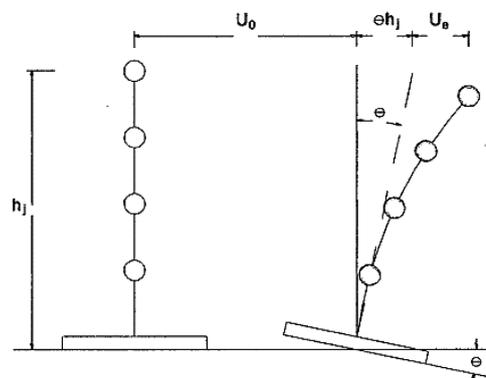
(Abanto, 2004) El diseño de estructuras en general está basado en un delicado balance entre resistencia y capacidad de deformación de una estructura. De esta forma, las estructuras que tienen mayor resistencia son capaces de soportar las fuerzas y deformaciones inducidas por eventos sísmicos, comportándose en el rango lineal, esto es, sin daño permanente de los componentes estructurales principales. Por otra parte, estructuras que tienen una mayor capacidad de deformación son diseñadas para soportar un sismo a través de la disipación de energía que resulta de la generación de trabajo en la plastificación de los elementos estructurales.

Tal disipación está asociada al daño permanente de la estructura. Sin embargo, debido a razones de costo, este último procedimiento es preferido hoy en día frente al aumento de resistencia necesario para mantener a una estructura elástica.

2.2.10. DESCOMPOSICION DEL MOVIMIENTO SUELO – ESTRUCTURA.

El movimiento total de un sistema estructural es considerando como la suma del movimiento de cuerpo rígido de la cimentación, el movimiento debido a la flexibilidad del suelo y los desplazamientos generados por la flexibilidad de la estructura. (Wolf, 2011).

Imagen 17. Campantes del desplazamiento horizontal



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- A. INTENSIDAD:** Se refiere al efecto que causa un terremoto en un sitio determinado, en términos de la manera en que es sentido por las personas y de cómo afecta a los objetos ya las construcciones.
- B. MAGNITUD:** La magnitud de un temblor es una estimación de la medida del tamaño del mismo que resulta independiente del lugar donde se haga la observación y que se relaciona con la energía liberada.

- C. RIGIDEZ:** la rigidez, es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
- D. CENTRO DE MASAS:** Es la posición geométrica de un cuerpo rígido en la cual se puede considerar concentrada toda su masa; corresponde a la posición promedio de todas las partículas de masa que forman el cuerpo rígido.
- E. CIMENTACIÓN:** Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados.
- F. COEFICIENTE DE POISSON:** El coeficiente de Poisson es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo. Relación entre la deformación lateral y la correspondiente deformación longitudinal, en un cuerpo elástico sometido a un esfuerzo longitudinal.
- G. COEFICIENTES DE RIGIDEZ:** Los coeficientes de rigidez son magnitudes físicas que cuantifican la rigidez de un elemento resistente bajo diversas configuraciones de carga.
- H. VULNERABILIDAD SÍSMICA:** “La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre durante un sismo. La vulnerabilidad refleja la falta de

resistencia de una edificación frente a los sismos” (Bommer, 1998).
Depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción.

I. SISMO. es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una Reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.

J. ESTRUCTURA DINÁMICA: “Toda estructura responde dinámicamente ante la acción de cargas o deformaciones, generando fuerzas inerciales iguales a su masa por la aceleración (segunda ley de Newton, ecuación dinámica de equilibrio). Para cargas o deformaciones aplicadas de una manera lenta, que es el caso de cargas muertas y vivas no dinámicas, las fuerzas inerciales pueden despreciarse, lo que hace posible un análisis estático de la estructura”. (Oviedo & Duque, 2006).

K. INGENIERÍA SÍSMICA. La aplicación de los conocimientos de los sismos y las vibraciones del suelo al diseño y la construcción de obras civiles y obras públicas para proporcionar protección a vidas y a recursos en caso de un terremoto.

L. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA. La división de una ciudad en áreas de diferentes niveles de peligrosidad sísmica según características locales como geología superficial y la topografía.

M. ONDAS LONGITUDINALES (P). Ondas sísmicas en las cuales el movimiento de la partícula se realiza en la misma dirección en la cual

se propagan las ondas. Las ondas P son de alta frecuencia y longitud de onda corta.

N. ONDAS TRANSVERSALES (S). Llamadas también ondas secundarias de cortante o rotacionales, se representan con la letra "S"; se propagan a menor velocidad que las ondas P y provocan oscilaciones y distorsiones sin cambios de volumen en las partículas que se encuentran en su trayectoria.

O. ONDAS LOVE (L). Son ondas de corte horizontal, que producen vibraciones perpendiculares a la dirección de transición de la energía.

P. ONDAS RAYLEIGH (R). Son ondas donde las partículas vibran en un plano vertical, siguiendo una trayectoria elíptica. Su efecto es de compresión, dilatación y cizalla.

Q. ONDAS STONELEY. Relacionadas con las Ondas Rayleigh, pero siguiendo una superficie discontinua en el interior de la tierra.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

Existe vulnerabilidad físico estructural y funcional del Pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Localidad de Pucayacu aplicando modelos de interacción sísmica suelo estructura.

2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICOS

- Los factores influyen en la vulnerabilidad físico estructural y funcional del Pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Localidad de Pucayacu, Yanacancha - Pasco.

- El análisis y la evaluación, resulta en parámetros cuantitativos y cualitativos que permitan determinar de una manera objetiva, los niveles de vulnerabilidad físico estructural y funcional existentes.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Vulnerabilidad físico estructural y funcional del pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana.

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Pabellon de las Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu

VARIABLES $y = f(x)$	INDICADORES
<p>VARIABLE DEPENDIENTE (y):</p> <p>Vulnerabilidad físico estructural y funcional del pabellón de la Facultad de Ingeniería Minas, Medicina Humana</p> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</p> <p>Pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la localidad de Pucayacu</p> <p>VARIABLE INTERVINIENTE:</p> <p>Modelo dinámico suelo - estructura</p>	<p>a.- Sistema Estructural</p> <p>b.- Nuero de eventos Registrados</p> <p>c.- Frecuencia de eventos registrados.</p> <p>a.- Sistema Estructural</p> <p>b.- Caract. De suelo Bajo la Edificación</p> <p>c.- Forma de la Construcción</p> <p>d.- Número de Pisos</p> <p>La formulación tradicional del cálculo de edificaciones</p>

CAPÍTULO III

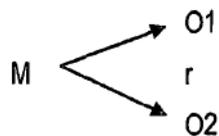
METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación en el presente trabajo de investigación es Descriptivo y Explicativo.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es no experimental, por ser una investigación descriptiva, el diseño que se utilizó en la presente investigación es descriptivo para lo cual se muestra el siguiente esquema:



O1 : Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

O2 : Riesgo de desastres. Finales.

M : Muestra.

r : Relación.

3.3. POBLACIÓN MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica del Pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión del Centro Poblado de Pucayacu del Distrito de Yanacancha provincia y región de Pasco.

3.3.2. MUESTRA

Se seleccionaron viviendas de la zona que tenían características representativas del sector, tales como: tipo de suelo, topografía y tipo de construcciones, para su evaluación.

El tipo de muestreo que se realizó es el muestreo aleatorio simple, todos tenían la posibilidad de ser elegidos, cuando se hace una muestra probabilística de una población (N), uno se pregunta cuál es el menor número de unidades muestrales (n) que asegure un determinado nivel de error estándar, menor a 0.01 o 0.05. Para determinar la muestra se hizo uso de la siguiente expresión:

$$n' = \frac{S^2}{V^2}$$

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

Donde :

n' = Tamaño provisional de la Muestra

S^2 = Varianza de la Muestra

V^2 = Varianza de la población

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

(DR ROBERTO, y otros, 2006).

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. MÉTODO DESCRIPTIVO.

Consiste en escribir e interpretar sistemáticamente un conjunto de hechos y fenómenos y relacionarlos con otros, tal como se dan en el presente, en su estado actual y en su forma natural, con mínimas posibilidades de control sobre las variables de estudio.

3.4.2. MÉTODO ESTADÍSTICO.

Es un método para tratar datos numéricos. Se basa en el empleo de los números, la agrupación de los mismos, la comparación de los hechos.

3.4.3. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO DOCUMENTAL.

Consiste en recopilar información de fuentes secundarias, contenidas en libros, artículos de revistas, crónicas, publicaciones, investigaciones.

Su propósito es sistematizar la información y hace uso de procedimientos analítico - cualitativos e interpretativos.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Se utilizará la Evaluación Visual y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos: Instrumentos:

- Observación y evaluación.
- Revisión Bibliográfica.
- Revisión Documentaria.
- Realizar estudios de sitio.
- Entrevistas.

3.5.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

El instrumento durante el proceso de investigación de la presente proyectó de tesis es la relación siguiente:

- Libros y archivos
- Estudio definitivo del proyecto (Expediente técnico)
- Estudio de sitio
- Cámara fotográfica
- Resultados obtenidos.

3.5.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

- Revisión documentaria (expediente técnico de la edificación).
- Observación y evaluación in situ de la estructura del pabellón.

- Prospección visual del terreno y realización de calicatas para poder obtener las características físico-mecánicas del suelo de fundación de la estructura del Pabellón.
- Revisión de las normas peruanas, E-020 "norma para cargas", E-030 "norma para diseño sísmico resistente", E-060 "norma para concreto armado" y E-070 "norma para albañilería".

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

En el presente proyecto de investigación se usará:

Técnicas cuantitativas: La que implica el conjunto descriptivo, por lo que se usará una estadística descriptiva, en el cual se emplearán:

- Medidas de tendencia central (media, mediana, moda).
- Medidas de dispersión (desviación estándar, varianza, etc).

Análisis e interpretación de datos

- Tabulación de datos.
- Interpretación de cuadros estadísticos.
- Gráficos estadísticos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS

4.1.1. TAMAÑO MUESTRAL.

A. Ubicación:

- Región : Pasco.
- Provincia : Pasco.
- Distrito : Yanacancha.
- Lugar : C.P. Pucayacu.

B. Área del proyecto:

La superficie del terreno es de:

- Área total construida : $2,654.76 \text{ m}^2$
- Área construida del 1er piso : $1,360.14 \text{ m}^2$
- Área construida del 2do piso : $1,294.62 \text{ m}^2$
- Área techada : $1,360.14 \text{ m}^2$

C. Datos Generales:

- Sistema estructural : Aporticado
- Uso : Aulas Académicas.
- N° de pisos : 02 pisos.
- $f'c$ (losa aligerada) : 210 kg/cm^2
- $f'c$ (columnas y vigas) : 210 kg/cm^2
- $f'c$ (cimentación) : 210 kg/cm^2
- $f'y$: 4000 kg/cm^2

Imagen 18. Vista Satelital del Pabellón



Fuente: Tsunamis, serie Fascículos, Inc. (s.f.)

D. Parámetros Sísmicos:

- Factor Sísmico : $Z=0.30$

- Factor de ampliación del suelo : $S=1.00$
- Factor que define la plataforma del espectro: $T_p=0.40$
- Factor de uso de edificación : $U= 1.50$
- Factor de reducción : $R_x= 8$ y $R_v=8$

E. Arquitectura

E.1. Descripción de la arquitectura

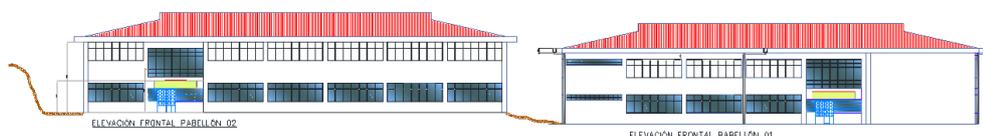
El pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Universidad nacional Daniel Alcides Carrión, se encuentra ubicada en el Centro Poblado de Pucayacu del distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco. El terreno de la edificación tiene un área de $1,360.14 m^2$.

Dicho pabellón se encuentra compuesta de 2 niveles, los cuales son utilizadas como ambientes académicos de la Facultad de Ingeniería de Minas y la Facultad de Medicina Humana.

4.1.2. EVALUACIÓN DE SUELOS.

En el presente se evalúa lo más relevante para la estructuración y modelación de la edificación. Que mediante un levantamiento topográfico realizada en la zona de estudio se muestra un desnivel.

Imagen 19. Vista Frontal del Pabellón



Fuente: Propio.

Para determinar las características del suelo de fundación se tomaron de los ensayos y valores del anexo, los cuales mostramos a continuación:

Tipo de suelo	: Roca Dura
Módulo de elasticidad	: $4.8 \text{ Gpa} = 4.8 \times 10^9 \text{ (} 0.1 \text{kg/cm}^2 \text{)} = 48 \times 10^1 \text{ kg/cm}^2$
Densidad del suelo	: $2800 \text{ kg/cm}^3 = 0.2854 \text{ T. s}^2/\text{m}^4 = 2.9 \text{ KN.T. s}^2/\text{m}^4$.
Coefficiente de Poisson	: 0.28
Angula de fricción	: 35°

4.1.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

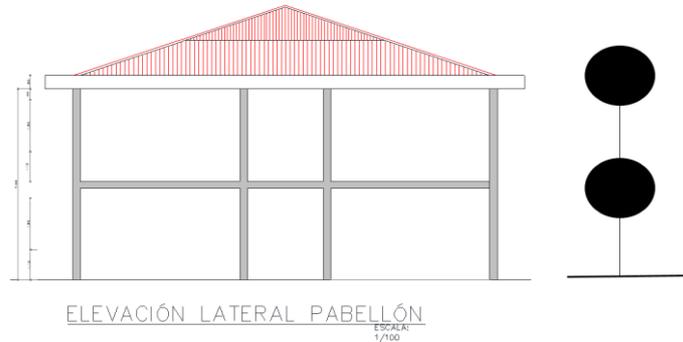
4.1.3.1. Análisis Estático.

Se efectuó un análisis estructural estático para poder comprobar que el contante en la base determinada por el método dinámico no sea menor que el 80% del cortante lineal por el método estático del pabellón de las Facultades de Ingeniería de Minas y de la Facultad de Medicina Humana.

CALCULO DE MASAS DE PESOS

Se efectuó el Metrados de cargas de la estructura se consideró los pesos unitarios y cargas mínimas repartidas de la Norma E 0.20, para el presente análisis de tesis.

Imagen 20. Cargas verticales por piso



Fuente: Propio.

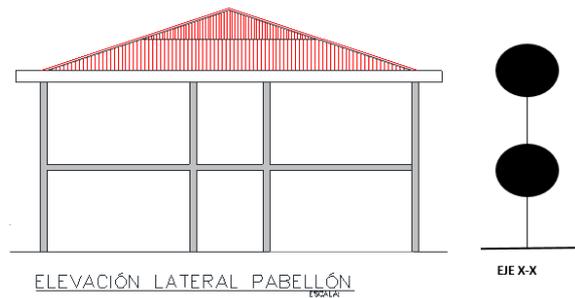
Peso de la edificación {P} = 97 4.24 Tn

- El peso (P) se calculó adicionando a la carga permanente y total de la edificación el 50% de la carga viva, considerando una edificación de categoría A.

CALCULO DE MASAS DE PESOS

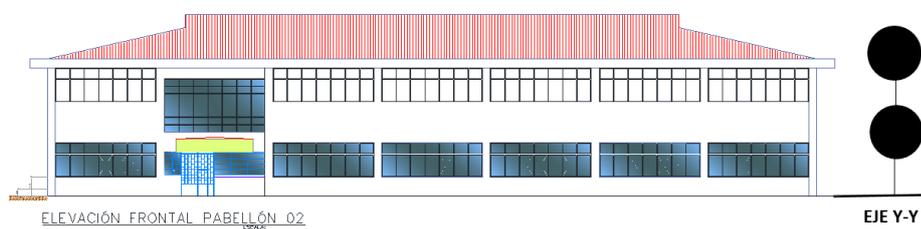
Para el cálculo de rigidez lateral se tomó en consideración las fórmulas de Mutto y Wilburt, las que se consideran para un análisis estático, teniendo en cuenta el empotramiento de la base.

Imagen 21. Rigideces laterales en dirección del eje X-X



Fuente: Propio.

Imagen 22. Rigideces laterales en dirección del eje Y-Y



Fuente: Propio.

REGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Se presentan las verificaciones de la regularidad de la estructura en la altura y en planta, según lo indicado en el Art. 11 de la Norma E.030.

Tabla 1. Configuración estructural

IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN	PISO	I		II		Obs.
	PARAMETROS	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	
PISO FLEXIBLE	Rigidez Lateral	476.47	240.96	332.65	209.59	Cumple
IRREGULARIDAD DE MASAS	Masas (Tn)	289.43		284.25		Cumple
IRREGULARIDAD GEOMETRICA	Area Planta (m2)	353.44		353.44		Cumple
DISCONTINUIDAD DEL SISTEMA	Elementos Verticales	No		No		Cumple

IRREGULARIDAD EN PLANTA	PISO	I		II		Obs.
IRREGULARIDAD TORSIONAL	Desplazamiento (mm)	22.8	12	49.2	27.6	
ESQUINA ENTRANTES	Longitud	33.7		33.7		Cumple
DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA	Area Total	15.2		15.2		Cumple

Fuente: Propio.

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA

De la norma sismo resistente (E.030) se tiene los siguientes factores para la evaluación de la cortante basal sísmica:

- Factor de zona (Z) : 0.3
- Parámetros de suelo : $S1 = T_p(s) = 0.4; S = 1$
- Categoría de Edificación (U): 1.5

- Periodo fundamental : $T = \frac{h_n}{C_r}$
 - T: periodo fundamental de la estructura
 - h_n : Altura total de la edificación = 12.61 m
 - C_r : coeficiente para estimar el periodo = 35

$$T = \frac{12.61}{35} = 0.3603$$

- Factor de amplificación sísmica : $C = 2.5\left(\frac{T_p}{T}\right); < 2.5$

$$C = 2.5\left(\frac{0.4}{0.3603}\right) = 2.78 = 2.5$$

- Coeficiente de reducción sísmica (R) : 8

Luego :

$$V = \frac{ZUCS}{R}$$

$$V = \frac{0.3 * 1.5 * 2.5 * 1}{8} * 974.24 TN = 137 TN$$

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado para estructuras regulares.

$$V_{estatico} = 0.80x(137tn) = 109.6 tn$$

4.1.3.2. Interacción Suelo - Estructura

A fin de obtener un comportamiento más cercano a la realidad, se ha incluido la interacción suelo estructura en el análisis

estructural, para lo cual detallaremos los parámetros necesarios para el desarrollo de la investigación.

MÉTODO D.D. BARKAN – O.A. SAVINOV

Asumimos $C_o=3.00 \text{ kg/cm}^3$ (roca), cuando $P_o= 0.2 \text{ kg/cm}^2$.

Calculamos la magnitud de la presión estática del suelo "p" para cada zapata

$$P = \frac{974240 + 333120}{10.61 * +97.16 * 1} = 6786.2 \left(\frac{kg}{m^2}\right)$$

De la formula, calculamos D_o :

$$D_o = \frac{1 - 0.28}{1 - 0.5 * 0.28} * 3.00 = 2.51 \left(\frac{kg}{m^2}\right)$$

Ahora calculamos los coeficientes C_z , C_x , C_φ , para las zapatas combinadas por la fórmula:

$$C_z = C_o \left(1 + \frac{2(a+b)}{\Delta.A}\right) \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_z = 3.00 \left(1 + \frac{2(1.4 + 7.58)}{1 \times 10.61}\right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 14880 \frac{T}{m^3}$$

$$C_x = D_o \left(1 + \frac{2(a+b)}{\Delta.A}\right) \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_x = 2.51 \left(1 + \frac{2(1.4 + 7.58)}{1 \times 10.61}\right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 12450 \frac{T}{m^3}$$

$$C_{\varphi} = C_o \left(1 + \frac{2(a + 3b)}{\Delta \cdot A}\right) \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_{\varphi x} = 3.00 \left(1 + \frac{2(1.4 + 3 * 7.58)}{1 \times 10.61}\right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 30671 \frac{T}{m^3}$$

$$C_{\varphi y} = 3.00 \left(1 + \frac{2(1.4 + 1.4 * 7.58)}{1 \times 10.61}\right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 17797 \frac{T}{m^3}$$

Determinamos los coeficientes de rigidez K_z , K_x , K_{φ} . para las zapatas combinadas por la fórmula:

$$K_z = C_z A$$

$$K_z = 14880 * 10,61 = 157877 T/m$$

$$K_x = C_x A$$

$$K_x = 12450 * 10,61 = 132091 T/m$$

$$K_{\varphi} = C_{\varphi} I$$

$$K_{\varphi x} = 30671 * \frac{1.40 * 7.58^3}{12} = 1558412 T/m$$

$$K_{\varphi y} = 30671 * \frac{7.58 * 1.40^3}{12} = 3084 T/m$$

Ahora calculamos los coeficientes C_z , C_x , C_{φ} , para la cimentación del muro:

$$C_z = C_o \left(1 + \frac{2(a + b)}{\Delta \cdot A}\right) \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_z = 3.00 \left(1 + \frac{2(34.7 + 2.80)}{1 \times 97.16} \right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 9792 \frac{T}{m^3}$$

$$C_x = D_o \left(1 + \frac{2(a + b)}{\Delta \cdot A} \right) \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_x = 2.51 \left(1 + \frac{2(34.7 + 2.8)}{1 \times 97.16} \right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 8192 \frac{T}{m^3}$$

$$C_\varphi = C_o \left(1 + \frac{2(a + 3b)}{\Delta \cdot A} \right) \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_{\varphi x} = 3.00 \left(1 + \frac{2(34.7 + 3 * 2.8)}{1 \times 97.16} \right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 10429 \frac{T}{m^3}$$

$$C_{\varphi y} = 3.00 \left(1 + \frac{2(34.7 * 3 + 2.8)}{1 \times 10.61} \right) \sqrt{\frac{0.6786}{0.2}} = 17686 \frac{T}{m^3}$$

Determinamos los coeficientes de rigidez K_z , K_x , K_φ , para los cimientos del muro por la fórmula:

$$K_z = C_z A$$

$$K_z = 9792 * 97,16 = 951390 T/m$$

$$K_x = C_x A$$

$$K_x = 8192 * 97,16 = 795935 T/m$$

$$K_\varphi = C_\varphi I$$

$$K_{\varphi x} = 10429 * \frac{34.70 * 2.8^3}{12} = 662011 T/m$$

$$K_{\varphi y} = 10429 * \frac{2.8 * 34.70^3}{12} = 172422854 T/m$$

MÉTODO DINÁMICO V.A. ILICHEV

Mediante este método se prosigue a calcular las velocidades de propagación de las ondas longitudinales y transversales

$$C_1^2 = \frac{(1 - \mu) \cdot E}{(1 + \mu) \cdot (1 - 2\mu) \cdot \rho}$$

$$C_1 = \sqrt{\frac{(1 - 0.28) \cdot 4707267}{(1 + 0.28) * (1 - 2 * 0.28) * 2.8540}} = 1452 \text{ m/s}$$

$$C_2^2 = \frac{E}{2(1 + \mu) \cdot \rho}$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{4707267}{2(1 + 0.28) * 2.8540}} = 803 \text{ m/s}$$

Calculamos los coeficientes de rigidez por la de continuación cuando $\mu = 0.28$.

Tabla 2. Valores coeficientes de rigidez

μ	b_{0z1}	k_{0z1}	m_{0z}	b_{0z2}	k_{0z2}
0.25	5.34	21.80	2.80	6.21	7.50
0.35	6.44	26.30	3.12	6.90	8.40
0.45	10.53	43.00	3.29	7.50	9.20
μ	$b_{0\varphi1}$	$k_{0\varphi1}$	$m_{0\varphi}$	$b_{0\varphi2}$	$k_{0\varphi2}$
0.25	1.36	5.60	1.00	1.60	7.50
0.35	1.63	6.70	1.03	1.70	7.90
0.45	2.50	10.70	0.84	1.60	7.30
μ	b_{0x1}	k_{0x1}	m_{0x}	b_{0x2}	k_{0x2}
0.25	3.10	12.40	1.80	5.20	7.60
0.35	3.10	12.40	1.90	5.70	8.30
0.45	3.10	12.40	2.10	6.40	9.20

Fuente: Propio.

$$k_{0z1} = 23.15 \quad k_{0\phi1} = 5.93 \quad k_{0x1} = 12.4$$

$$k_{0z2} = 7.77 \quad k_{0\phi2} = 7.62 \quad k_{0x2} = 7.81$$

Ahora cuando $\mu = 0.28$, calculamos.

Tabla 3. Valores coeficientes de rigidez 2

μ	b_{1z1}	k_{1z1}	m_{1z}	b_{1z2}	k_{1z2}
0.25	0.87	3.56	0.56	0.62	2.88
0.35	1.06	4.34	0.62	0.78	3.50
0.45	1.81	7.41	0.69	0.78	3.72
μ	$b_{1\phi1}$	$k_{1\phi1}$	$m_{1\phi}$	$b_{1\phi2}$	$k_{1\phi2}$
0.25	0.22	1.16	0.12	0.12	1.34
0.35	0.28	1.41	0.16	0.12	1.81
0.45	0.50	1.97	0.16	0.12	1.81
μ	b_{1x1}	k_{1x1}	m_{1x}	b_{1x2}	k_{1x2}
0.25	0.53	2.09	0.28	0.75	1.53
0.35	0.53	2.09	0.31	0.84	1.87
0.45	0.53	2.09	0.37	0.84	1.91

Fuente: Propio.

$$k_{1z1} = 3.79 \quad k_{1\phi1} = 1.24 \quad k_{1x1} = 2.09$$

$$k_{1z2} = 3.10 \quad k_{1\phi2} = 1.48 \quad k_{1x2} = 1.63$$

Determinamos los coeficientes cuando $\psi = 35^\circ$, en la fórmula:

$$Y = Y_o + Y_1 \cdot \tan \psi \cdot \sqrt{\frac{A}{\alpha}}$$

En zapatas combinadas.

$$k_{z1} = 23.15 + 3.79 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 31.79$$

$$k_{z2} = 7.77 + 3.10 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 14.84$$

El coeficiente equivalente k_z lo calculamos por la siguiente fórmula:

$$k_z = \frac{k_1 * k_2}{k_1 + k_2}$$

$$k_z = \frac{31.79 * 14.84}{49.79 + 14.84} = 10.12$$

Ahora determinamos el valor del coeficiente de rigidez de compresión elástica uniforme:

$$k_{x(z)} = (C_2)^2 * \rho * k_{x(z)} * a, \text{ si; } \alpha = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Para zapatas combinadas:

$$k_z = 803^2 * 0.29 * 10.12 * \sqrt{\frac{10.61}{\pi}} = 3477702 \frac{T}{m}$$

Para cimiento de muro:

$$k_z = 803^2 * 0.29 * 18.33 * \sqrt{\frac{97.16}{\pi}} = 19061645 \frac{T}{m}$$

Análogamente, calculamos los coeficientes k_{x1} y k_{x2} :

En zapatas combinadas:

$$k_{x1} = 12.4 + 2.09 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 17.17$$

$$k_{x2} = 7.81 + 1.63 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 11.53$$

En cimentaciones de muro:

$$k_{x1} = 12.4 + 2.09 * \tan(35) \sqrt{\frac{97.16}{1}} = 26.83$$

$$k_{x2} = 7.81 + 1.63 * \tan(35) \sqrt{\frac{97.16}{1}} = 19.06$$

En este caso, el coeficiente equivalente k_x será igual a la suma de los coeficientes calculados anteriormente:

En zapatas combinadas:

$$k_x = 17.17 + 11.53 = 29.70$$

En cimentaciones de muro:

$$k_x = 26.83 + 19.06 = 65.72$$

Ahora calculamos el coeficiente de rigidez de desplazamiento elásticos uniforme, a través de la fórmula:

$$k_x = 803^2 * 0.29 * 29.70 * \sqrt{\frac{10.61}{\pi}} = 10206299 \frac{T}{m}$$

En cimentaciones de muro:

$$k_x = 803^2 * 0.29 * 65.72 * \sqrt{\frac{97.16}{\pi}} = 68343223 \frac{T}{m}$$

Luego calculamos por la fórmula:

$$k_{\varphi1} = 5.93 + 1.24 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 8.76$$

$$k_{\varphi2} = 7.62 + 1.48 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 11.00$$

En cimentación de muro:

$$k_{\varphi 1} = 5.93 + 1.24 * \tan(35) \sqrt{\frac{97.16}{1}} = 14.49$$

$$k_{\varphi 2} = 7.62 + 1.48 * \tan(35) \sqrt{\frac{97.16}{1}} = 17.83$$

Luego el coeficiente equivalente k_{φ} será:

En zapatas combinadas:

$$k_{\varphi} = \frac{8.76 * 11.00}{8.76 + 11.00} = 4.88$$

En cimentación de muro:

$$k_{\varphi} = \frac{14.49 * 17.83}{14.49 + 17.83} = 8.00$$

En consecuencia, el coeficiente de rigidez de compresión elástica

no uniforme lo calculamos por la siguiente fórmula:

$$k_{\varphi} = (C_2)^2 * \rho * k_{\varphi} * a^3$$

En zapatas combinadas:

$$k_{\varphi} = (803)^2 * 0.29 * 4.88 * \sqrt{\frac{10.61}{\pi}}^3 = 5663660 \text{ T/m}$$

En cimentación de muro:

$$k_{\varphi} = (803)^2 * 0.29 * 8.00 * \sqrt{\frac{97.16}{\pi}}^3 = 257291551 \text{ T/m}$$

En forma análoga calculamos las masas m_z , m_x , m_{φ} cuando $\varphi = 0.28$

$$m_{0z} = 2.90 \qquad m_{0x} = 1.83 \qquad m_{0\varphi} = 1.01$$

$$m_{1z} = 0.59 \qquad m_{1x} = 0.29 \qquad m_{1\varphi} = 0.13$$

Luego: En zapatas combinadas:

$$m_z = 2.90 + 0.59 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 4.25$$

$$m_x = 1.83 + 0.29 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 2.49$$

$$m_\varphi = 1.01 + 0.13 * \tan(35) \sqrt{\frac{10.61}{1}} = 1.31$$

En cimentación de muros:

$$m_z = 2.90 + 0.59 * \tan(35) \sqrt{\frac{97.16}{1}} = 6.97$$

$$m_x = 1.83 + 0.29 * \tan(35) \sqrt{\frac{97.16}{1}} = 3.83$$

$$m_\varphi = 1.01 + 0.13 * \tan(35) \sqrt{\frac{97.16}{1}} = 1.91$$

Entonces calculamos por las fórmulas:

$$M_{x(z)} = \rho \cdot a^3 \cdot m_{x(z)}$$

$$M_\varphi = \rho \cdot a^5 \cdot m_\varphi$$

En zapatas combinadas:

$$M_z = 0.29 * \sqrt{\frac{10.61}{\pi}}^3 * 4.25 = 7.65 \frac{T \cdot s^2}{m}$$

$$M_x = 0.29 * \sqrt{\frac{10.61}{\pi}}^3 * 2.49 = 4.48 \frac{T \cdot s^2}{m}$$

$$M_\phi = 0.29 * \sqrt{\frac{10.61}{\pi}}^3 * 1.31 = 7.96 \frac{T \cdot s^2}{m}$$

En cimentación de muros:

$$M_z = 0.29 * \sqrt{\frac{97.16}{\pi}}^3 * 6.97 = 347.65 \frac{T \cdot s^2}{m}$$

$$M_x = 0.29 * \sqrt{\frac{97.16}{\pi}}^3 * 3.83 = 191.03 \frac{T \cdot s^2}{m}$$

$$M_z = 0.29 * \sqrt{\frac{97.16}{\pi}}^3 * 1.91 = 2947.29 \frac{T \cdot s^2}{m}$$

MÉTODO DINÁMICO A.E. SARGIAN

$$K_x = \frac{28.8 * (1 - \mu^2) * \rho * C_2^2 * \sqrt{A}}{\pi * (7 - 8\mu)}$$

En zapatas combinadas:

$$\begin{aligned} K_x &= \frac{28.8 * (1 - 0.28^2) * 0.29 * 803^2 * \sqrt{10.61}}{\pi * (7 - 8 * 0.28)} \\ &= 1081098 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

En cimentación de muro:

$$K_x = \frac{28.8 * (1 - 0.28^2) * 0.29 * 803^2 * \sqrt{97.16}}{\pi * (7 - 8 * 0.28)}$$

$$= 3271530 \text{ T/m}$$

$$K_\varphi = \frac{8.52 * \rho * C_2^2 * I}{\sqrt{\pi} * (1 - \mu) * \sqrt{A}}$$

En zapatas combinadas:

$$K_{\varphi x} = \frac{8.52 * 0.29 * 803^2 * \left(\frac{1.40 * 7.58^3}{12}\right)}{\sqrt{\pi} * (1 - 0.28) * \sqrt{10.61}}$$

$$= 19474125 \text{ T/m}$$

$$K_{\varphi y} = \frac{8.52 * 0.29 * 803^2 * \left(\frac{7.58 * 1.40^3}{12}\right)}{\sqrt{\pi} * (1 - 0.28) * \sqrt{10.61}} = 664317 \text{ T/m}$$

En cimentación de muro:

$$K_{\varphi x} = \frac{8.52 * 0.29 * 803^2 * \left(\frac{34.70 * 2.80^3}{12}\right)}{\sqrt{\pi} * (1 - 0.28) * \sqrt{97.16}}$$

$$= 8039700 \text{ T/m}$$

$$K_{\varphi x} = \frac{8.52 * 0.29 * 803^2 * \left(\frac{2.80 * 34.70^3}{12}\right)}{\sqrt{\pi} * (1 - 0.28) * \sqrt{97.16}}$$

$$= 1234760440 \text{ T/m}$$

$$K_x = \frac{\rho * C_2^2 * \sqrt{A}}{\phi * (1 - \mu^2)}$$

En zapatas combinadas:

$$K_x = \frac{0.29 * 1452^2 * \sqrt{10.61}}{0.833 * (1 - 0.28^2)} = 2594188 \text{ T/m}$$

En cimentación de muro:

$$K_x = \frac{0.29 * 1452^2 * \sqrt{97.16}}{0.833 * (1 - 0.28^2)} = 7850322 \text{ T/m}$$

MÉTODO DINÁMICO NORMA RUSA SNIP 2.02.05-87

$$C_z = b_o E \left(1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}}\right)$$

En zapatas combinadas:

$$C_z = 1.5 * 480000 * \left(1 + \sqrt{\frac{10}{10.61}}\right) = 1418996 \text{ T/m}^3$$

En cimentación de muro:

$$C_z = 1.5 * 480000 * \left(1 + \sqrt{\frac{10}{97.16}}\right) = 950987 \text{ T/m}^3$$

Luego determinamos los coeficientes de desplazamiento uniforme, compresión elástica no uniforme y desplazamiento elástico no uniforme:

En zapatas combinadas:

$$C_x = 0.7C_z = 0.7 * 1418996 = 993297.2 \text{ T/m}^3$$

$$C_{\varphi} = 2C_z = 2 * 1418996 = 2837992 \text{ T/m}^3$$

$$C_{\psi} = C_z = 1418996 \text{ T/m}^3$$

En cimentación de muros:

$$C_x = 0.7C_z = 0.7 * 950987 = 665691 \text{ T/m}^3$$

$$C_{\varphi} = 2C_z = 2 * 950987 = 1901974 \text{ T/m}^3$$

$$C_{\psi} = C_z = 950987 \text{ T/m}^3$$

A través de las fórmulas calculamos los coeficientes de rigidez:

En zapatas combinadas:

$$K_z = C_z A = 1418996 * 10.61 = 15055548 \text{ T/m}$$

$$K_x = C_x A = 993297.2 * 10.61 = 150538881 \text{ T/m}$$

$$K_{\varphi} = C_{\varphi} I_{\varphi}$$

$$K_{\varphi x} = 2837992 * \left(\frac{1.4 * 7.58^3}{12} \right) = 144200104 \text{ T/m}$$

$$K_{\varphi y} = 2837992 * \left(\frac{7.58 * 1.4^3}{12} \right) = 4919072 \text{ T/m}$$

$$K_{\psi} = C_{\psi} I_{\psi}$$

$$K_{\varphi x} = 1418996 * \left(\frac{1.4 * 7.58^3}{12} + \frac{7.58 * 1.4^3}{12} \right)$$

$$= 74559588 \text{ T/m}$$

En cimentación de muros:

$$K_z = C_z A = 950987 * 97.16 = 92397897 \text{ T/m}$$

$$K_X = C_X A = 665691 * 97.16 = 64678537 \text{ T/m}$$

$$K_\varphi = C_\varphi I_\varphi$$

$$K_{\varphi x} = 1901974 * \left(\frac{34.7 * 2.8^3}{12} \right) = 120733251 \text{ T/m}$$

$$K_{\varphi y} = 1901974 * \left(\frac{2.8 * 34.7^3}{12} \right) = 18542563950 \text{ T/m}$$

$$K_\psi = C_\psi I_\psi$$

$$K_{\varphi x} = 950987 * \left(\frac{34.7 * 2.8^3}{12} + \frac{2.8 * 34.7^3}{12} \right) \\ = 9331648601 \text{ T/m}$$

Coefficientes de rigidez para zapatas combinadas

Tabla 4. Coeficientes de rigidez para zapatas combinadas

Modelo dinámico	K_x (T/m)	K_y (T/m)	K_z (T/m)	$K_{\varphi x}$ (T/m)	$K_{\varphi y}$ (T/m)	$K_{\varphi z}$ (T/m)
Barkan	132091	132091	157877	1558412	30847	
lichev	10206299	10206299	3477702	56636660	5663660	
Sargsian	1081098	1081098	2594188	19474125	664317	
Norma Rusa	10538881	10538881	15055548	144200104	4919072	745595588

Fuente: Propio.

Coefficientes de Rigidez para cimiento de muro

Tabla 5. Coeficientes de Rigidez para cimiento de muro

Modelo dinámico	K_x (T/m)	K_y (T/m)	K_z (T/m)	$K_{\varphi x}$ (T/m)	$K_{\varphi y}$ (T/m)	$K_{\varphi z}$ (T/m)
Barkan	795935	795935	951390	662011	172422854	
lichev	68343223	68343223	19061645	257291551	257291551	
Sargsian	3271530	3271530	7850322	8039700	1234760440	
Norma Rusa	64678537	64678537	92397897	120733251	1854256395	933164860

Fuente: Propio.

Tabla 6. Coeficientes de Momentos Flector

	M_x (Ts ² /m)	M_y (Ts ² /m)	M_z (Ts ² /m)	$M_{\phi x}$ (Ts ² /m)	$M_{\phi y}$ (Ts ² /m)	$M_{\psi x}$ (Ts ² /m)
<i>Zapatas combinadas</i>	4.48	4.48	7.65	7.96	7.96	22.18
<i>Cimentación de muro</i>	191.03	191.03	347.65	2947.29	2947.29	19292

Fuente: Propio.

4.2. PRESENTACION DE RESULTADOS, TABLAS, GRAFICOS, FIGURAS

Se presentan los resultados del análisis espectral, calculados de los 12 primeros periodos formas de vibración y sus frecuencias angulares, así como los desplazamientos laterales máximos de los centros de masa en los ejes OY y OY.

También se calculó los resultados de las fuerzas axiales máximas, fuerzas cortantes máximas, momentos flectores máximos de todo el pabellón, bajo la acción sísmica con un ángulo de 0°.

Tabla 7. Periodos según la Norma E.030

Modo de vibración	Periodo de vibración por la forma (S)				
	Común	Barkan	lliche v	Sargian	Rusa
1	0.484742	0.891228	0.883008	0.880786	0.878066
2	0.39893	0.724189	0.720853	0.720065	0.698781
3	0.365307	0.672055	0.652249	0.653187	0.648639
4	0.178282	0.289235	0.288272	0.288318	0.286473
5	0.140838	0.199621	0.198601	0.198651	0.193698
6	0.128471	0.163437	0.163358	0.163361	0.159565
7	0.111716	0.147627	0.147595	0.147594	0.146956
8	0.088348	0.142981	0.142712	0.142725	0.124376
9	0.079486	0.122306	0.122255	0.122254	0.122074
10	0.072365	0.121478	0.121233	0.121246	0.103122
11	0.057842	0.102488	0.102472	0.10247	0.098715
12	0.048777	0.098529	0.098523	0.098521	0.087894

Fuente: Propio.

Tabla 8. Frecuencias según la Norma E.030

Modo de vibración	Frecuencia angular (rad/seg)				
	Común	Barkan	llichev	Sargian	Rusa
1	2.062953	1.122047	1.132493	1.13535	1.138867
2	2.506705	1.380855	1.387245	1.388764	1.431064
3	2.737424	1.487973	1.533157	1.530955	1.54169
4	5.609091	3.457396	3.468946	3.468393	3.49073
5	7.100356	5.009493	5.035221	5.033954	5.162676
6	7.783858	6.118566	6.121525	6.121412	6.267039
7	8.951269	6.773829	6.775297	6.775343	6.804758
8	11.318875	6.993936	7.007119	7.006481	8.040136
9	12.580832	8.176214	8.179625	8.179691	8.191753
10	13.818835	8.231943	8.248579	8.247695	9.697252
11	17.288476	9.75724	9.758763	9.758954	10.130173
12	20.501466	10.149296	10.149914	10.15012	11.377341

Fuente: Propio.

Tabla 9. Desplazamientos elásticos en X-X, según la Norma E.030

PISOS	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS MÁXIMOS EN X -X				
	Común	Barkan	llichev	Sargian	Rusa
2	0.0107	0.0161	0.0154	0.0154	0.0154
1	0.0061	0.0107	0.01	0.01	0.01

Fuente: Propio.

Tabla 10. Desplazamientos elásticos en Y-Y, según la Norma E.030

PISOS	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS MÁXIMOS EN Y-Y				
	Común	Barkan	llichev	Sargian	Rusa
2	0.0057	0.0034	0.0034	0.0033	0.0033
1	0.003	0.0033	0.0034	0.0033	0.0033

Fuente: Propio.

Tabla 11. Fuerzas internas en X-X, según la Norma E.030

Metodo Dinamico	FUERZAS INTERNAS EN DIRECCIÓN X· X					
	Nmax (T)		Vmax (T)		Mmax (T)	
Común	35.9	(C4)	7.85	(C20)	8.8	(C29)
Barkan	27.57	(C4)	6.28	(C20)	8.4	(C29)
llichev	27.54	(C4)	6.21	(C20)	8.66	(C29)
Sargian	27.54	(C4)	6.21	(C20)	8.32	(C29)
Rusa	27.55	(C4)	6.91	(C20)	8.3	(C29)

Fuente: Propio.

Tabla 12. Fuerzas Internas en Y-Y, según la Norma E.030

Metodo Dinamico	FUERZAS INTERNAS EN DIRECCIÓN Y-Y					
	Nmax (T)		Vmax (T)		Mmax (T)	
Común	74	(C8)	6.36	(C38)	12.99	(C38)
Barkan	127.03	(C8)	11.69	(C38)	23.42	(C38)
llichev	127.15	(C8)	9.03	(C38)	23.65	(C38)
Sargian	127.13	(C8)	9.18	(C38)	23.62	(C38)
Rusa	127.16	(C8)	9.04	(C38)	23.64	(C38)

Fuente: Propio.

4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS

- Existe vulnerabilidad físico estructural y funcional del Pabellón de la Facultad de Ingeniería de Minas, Medicina Humana de la Localidad de Pucayacu aplicando modelos de interacción sísmica suelo estructura.

4.4. DISCUSION DE RESULTADOS

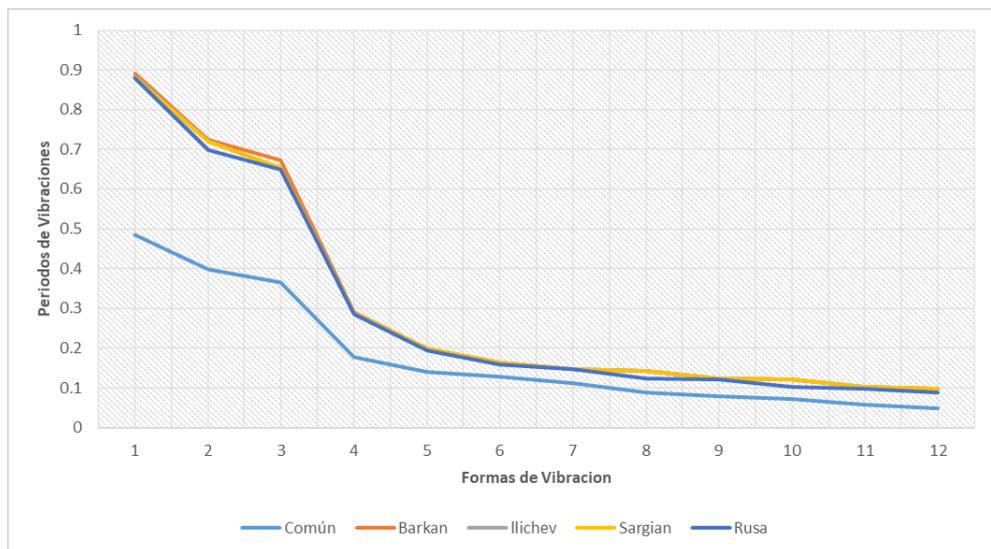


Ilustración 1. Periodos de las primeras 12 formas de vibración libre.

Fuente: Propio.

En la presente ilustración de grafico los periodos de vibración libre sin la flexibilidad de la base fundación y consideraciones de flexibilidad de base de fundación basados de los modelos dinámicos de Barkan, llichev, Sargian y Norma Rusa.

La flexibilidad de la base de fundación, disminuye las frecuencias de las formas de vibración libre, tal como se muestra en la ilustración.

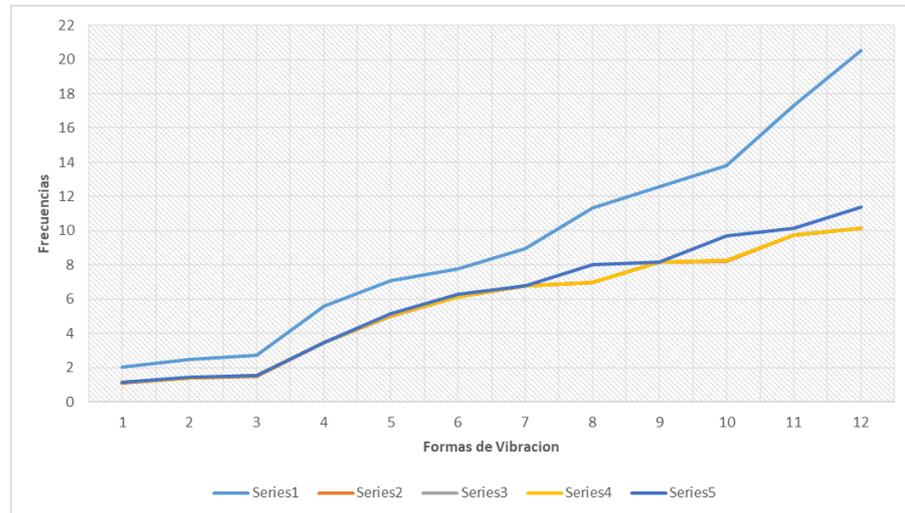


Ilustración 2. Frecuencia Angular de las primeras 12 formas de vibración libre.
Fuente: Propio.

En la Ilustración se muestra los desplazamientos máximos de los centros de masa por cada nivel de piso, calculados y comparados con el desplazamiento máximo según la a norma peruana E 030.

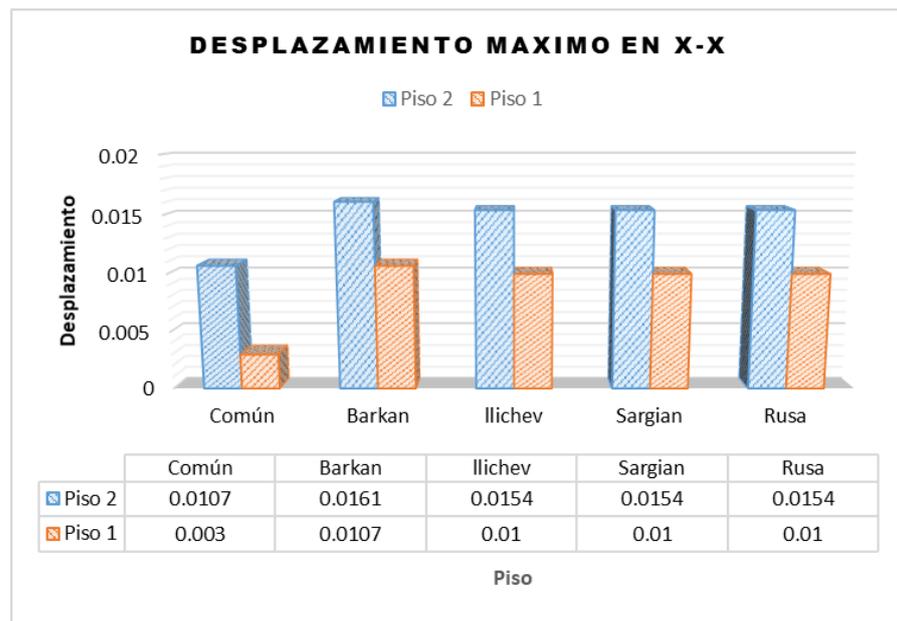


Ilustración 3. Desplazamientos máximos en el eje OX.
Fuente: Propio.

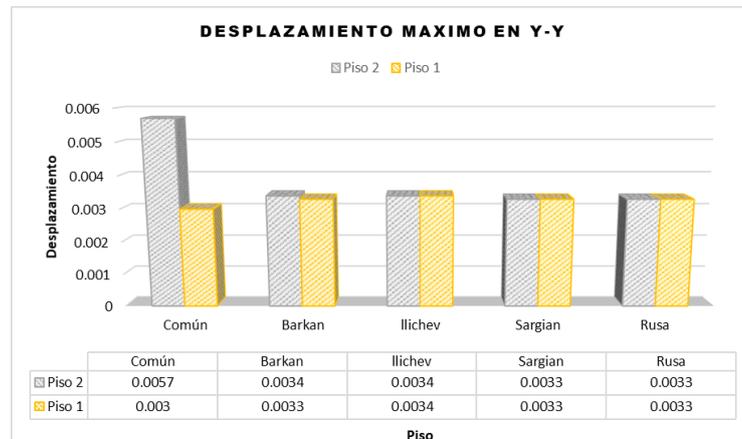


Ilustración 4. Desplazamientos máximos en el eje OX.
Fuente: Propio.

Al considerar la flexibilidad de la base de sudación, se incrementa los desplazamientos de los centros de masa en los ejes OX y en los desplazamientos en el eje OY, se muestra una en lo OX y en los desplazamientos en el eje OY, se muestra reducción de desplazamientos, producto de la sobre rigidez de la fundación, mostrando una gran diferencia entre los esperados por la Norma Peruana E.030.

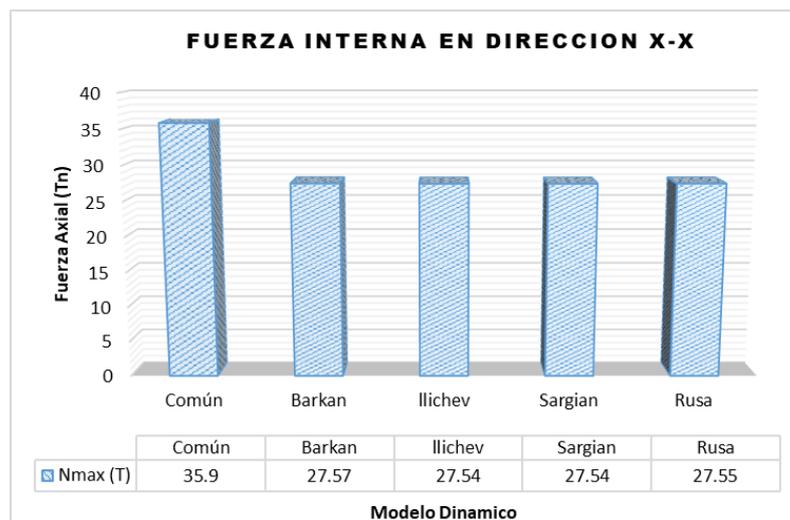


Ilustración 5. Fuerza Axial máxima en la dirección X-X, por la Norma Peruana E.030
Fuente: Propio.

En el presente Ilustración 5. Se muestra las fuerzas axiales, sin considerar la base de fundación y considerando la flexibilidad de la misma, siendo notorio

la reducción de las fuerzas internas de los elementos verticales para los momentos dinámicos.

En la presente Ilustración 6-7. representación se muestra las la fuerza cortante y el momento flector máximos, siendo notorio que al considerar la flexibilidad de la base de fundación disminuyen los valores de dichas fuerzas internas, siendo el más notorio el modelo de Sargian y en momentos flectores el modelo de la Norma Rusa.

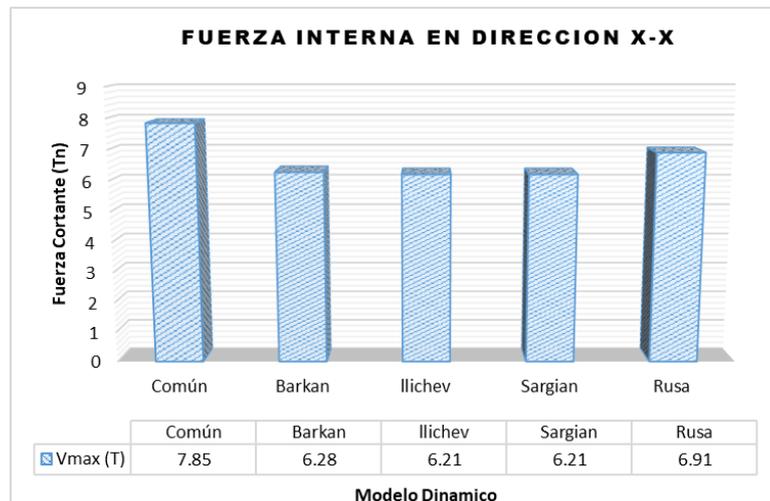


Ilustración 6. Fuerza Cortante máxima en la dirección X-X, por la Norma Peruana E.030
Fuente: Propio.

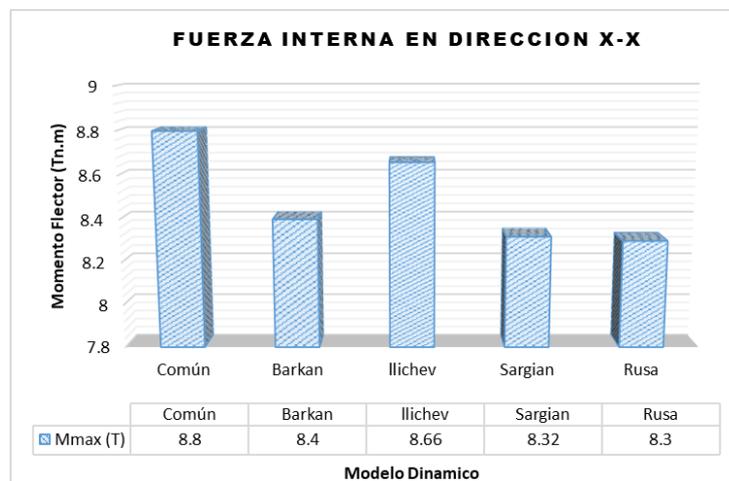


Ilustración 7. Momento flector máximo en la dirección X-X, por la Norma Peruana E.030
Fuente: Propio.

En la presente Ilustración 8, se muestran las fuerzas internas: fuerza axial, fuerza cortante y momento flector, sin considerar la flexibilidad de la fundación y considerando la flexibilidad de la misma, se puede observar que, al aplicar los modelos dinámicos, las fuerzas en el eje OY aumentan considerablemente, en comparación al modelo de análisis empotrado.

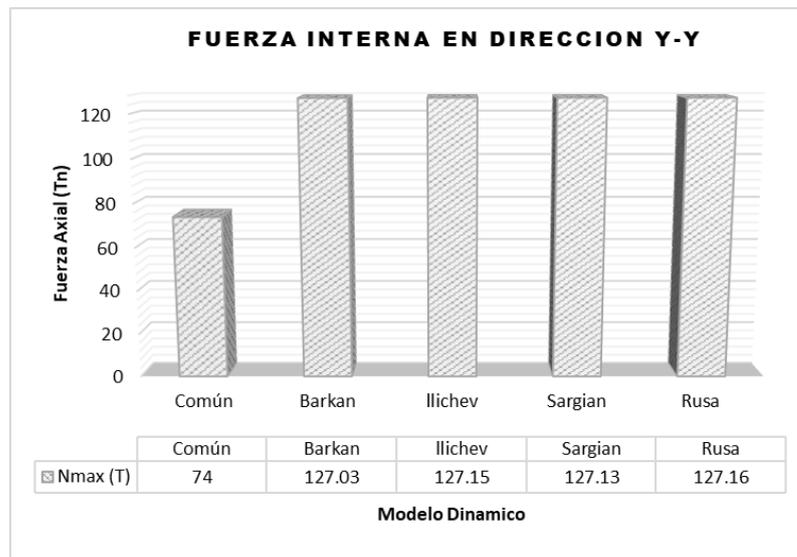


Ilustración 8. Fuerza axial máxima en la dirección Y -Y, por la Norma Peruana E.030
Fuente: Propio.

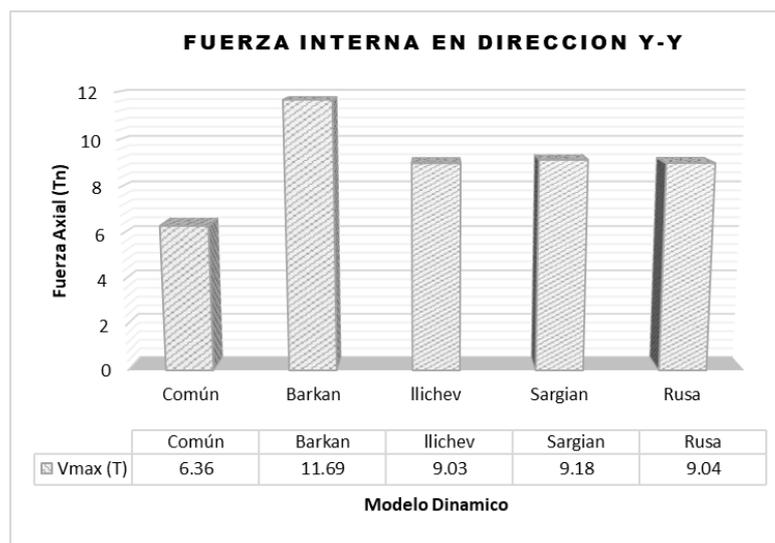


Ilustración 9. Fuerza Cortante máxima en la dirección Y-Y, por la Norma Peruana E.030
Fuente: Propio.

Al aplicar la interacción suelo - estructura, con los modelos dinámicos, se observa una enorme variación a comparación del modelo común (empotrado), lo cual se refleja en la diferencia de desplazamientos máximos, producto a la diferencia de fuerza cortante, siendo el más notorio el modelo dinámico de Barkan.

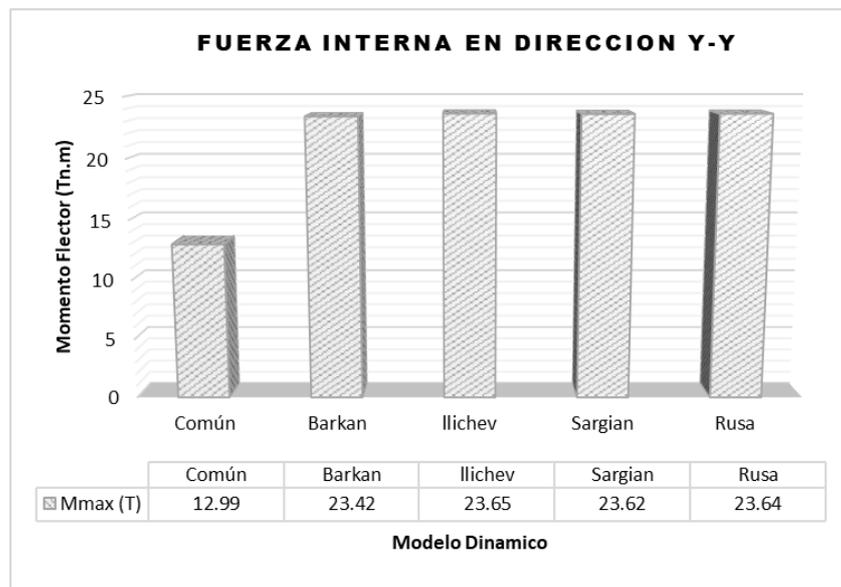


Ilustración 10. Momento flector máxima en la dirección Y-Y
Fuente: Propio.

4.5. ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

Habiendo cumplido con los objetivos planteados en la investigación, es decir, realizar el análisis de interacción sísmica suelo estructura de la residencia universitaria se:

- Utilizando modelos dinámicos de interacción suelo - estructura se puede observar que la flexibilidad de la base de fundación influye directamente en la determinación de los parámetros de cálculo. Una comparación entre un modelo empotrado y considerando la flexibilidad de la base de fundación permite que:

- Le periodo de la primera forma de vibración libre, aumente hasta un 83.85% observado en el modelo dinámico de Barkan.
- Para el caso de la frecuencia de la primera forma de vibración libre, disminuya en un 45.61% observado en el modelo dinámico de Barkan.

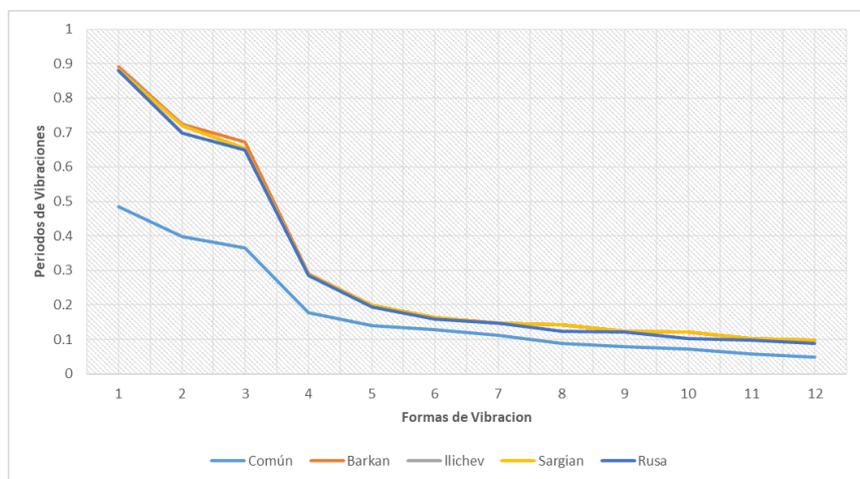


Ilustración 11. Periodos de las primeras 12 formas de vibración libre (Conclusión)
Fuente: Propio.

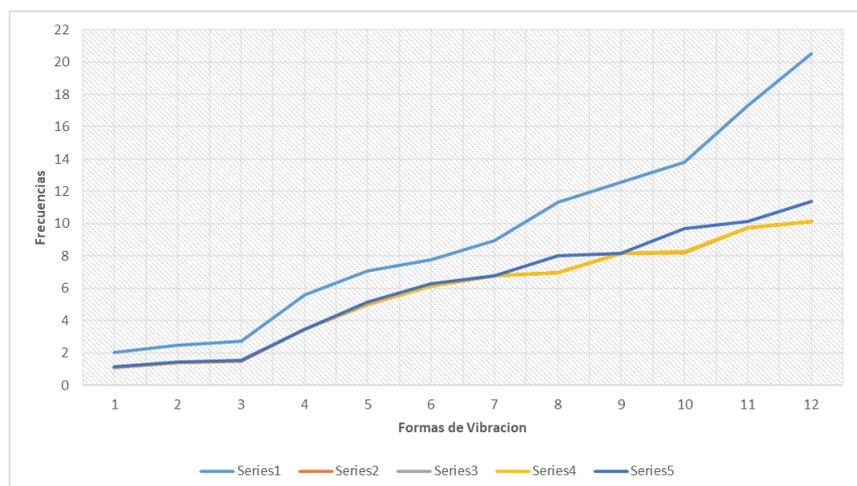


Ilustración 12. Frecuencia Angular de las primeras 12 formas de vibración
Fuente: Propio.

CONCLUSIONES

Mediante la culminación de la investigación cumpliendo con el objetivo general que se plantea a inicios de la investigación, es decir, realizamos el análisis de interacción sísmica suelo – estructura del pabellón de las facultades de Ingeniería de Minas y de Medicina Humana.

- La comparación de los resultados obtenidos por los diferentes modelos dinámicos nos permite indicar que el mayor efecto de flexibilidad de la base de fundación se da en el modelo de la Norma Rusa y el menor efecto se da en el modelo de Barkan, para el caso de zapatas combinadas.
- Si el reforzamiento estructural se realiza sin considerar la interacción suelo - estructura, entonces el nivel de reforzamiento de la edificación se incrementará, aumentando los gastos de la misma.
- Utilizando modelos dinámicos de interacción suelo - estructura se puede observar que la flexibilidad de la base de fundación influye directamente en la determinación de los parámetros de cálculo. Una comparación entre un modelo empotrado y considerando la flexibilidad de la base de fundación permite que: Le periodo de la primera forma de vibración libre, aumente hasta un 83.85% observado en el modelo dinámico de Barkan. Para el caso de la frecuencia de la primera forma de vibración libre, disminuya en un 45.61% observado en el modelo dinámico de Barkan.

- El lograr que el suelo de fundación interactúe en simultáneo con la estructura, permite obtener resultados que describen el verdadero comportamiento de este sistema frente a un evento sísmico.
- Si el reforzamiento estructural se realiza sin considerar la interacción suelo - estructura, entonces el nivel de reforzamiento de la edificación se incrementará, aumentando los gastos de la misma.
- Es notorio que la flexibilidad de la base de fundación en el análisis sísmico, a pesar que el suelo es rígido, produce cambios significativos en los modos de vibración y distribución de fuerzas, debiendo de mejorarse la Norma Peruana E.030 - 2003, incluyendo la exigencia del análisis de interacción suelo - estructura, el cual describe perfectamente el comportamiento real de la edificación ante sismos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en cuenta la presente tesis en un estudio de interacción suelo - estructura para una población más grande.
- Es importante contar con un adecuado Estudio de Mecánica de suelos y con parámetros de aceptable confiabilidad, siendo este otro factor determinante en el cálculo de coeficientes de rigidez del suelo.
- Se recomienda el uso y aplicación de los modelos dinámicos para el cálculo de estructuras pues muestran una mayor confiabilidad en el diseño estructural.
- Se debe realizar un correcto ingreso de Coeficientes de rigidez del Suelo al programa informático de análisis a emplear, teniendo especial cuidado al asignar las restricciones y unidades de medida.
- Para el cálculo de los coeficientes de Rigidez del suelo se recomienda considerar la planta exacta de la cimentación ya que la geometría y el área de contacto son factores determinantes en el cálculo de dichos coeficientes de rigidez.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- G. Lopez Rincon, C-Zea Constantino y R. Rivera Constantino. Una Solución Directa al Problema de Interacción Suelo Estructura. Departamento de Geotecnia. UNAM. D.F. México. 2011
- Hernández Sampieri, Fernández Callado y Baptista Lucio. Metodología de la Investigación Sta Edición.
- Ing. Diego Curasma, Wladimir. Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones Aporticadas. Tesis. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica 2012.
- Ing. Fajardo Galliani, César Augusto Carmelo. Evaluación Estructural de una de las Edificaciones del Hospital Edgardo Rebagliati Martins Usando el Método del Espectro de Capacidad. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima 2012
- Ing. Galicia Guamíz, William Conrad e Ing. León Vasquez, Javier Ruben. Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones de Albañilería Confinada con Plateas de Cimentación. Tesis. Universidad Privada Antenor Orego. Trujillo, 2007.
- Ing. Laura Sulca, Rodolfo Javier. Evaluación del Comportamiento Dinámico de Edificios de Concreto Armado Sin y Con Núcleo Central. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima 2009
- Reglamento Nacional de Edificaciones. N.T.E. E-020, E-030, E.060 y E-070
- Villarreal Castro Genner. Análisis estructural. Lima, 2008.

ANEXO

PANEL FOTOGRAFICO

TABLAS

CALCULOS

PLANOS

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 23. Ingreso al campus Universitario



Imagen 24. Imagen Satelital de Campus Universitario



Imagen 25. Vista del Pabellón en estudio.



Imagen 26. Vista Lateral del Pabellón



Imagen 27. Vista Pabellón en estudio



Imagen 28. Vista Lateral del Pabellón 2

TABLAS

Tabla 13. Evaluación Insitu de resistencia de material rocoso

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)	HUELLA Y SONIDO
Muy blanda	10-15	El material se disgrega completamente con un golpe del pico del martillo y se deshace con navaja.
Blanda	50-250	El material se indenta de 1,5 a 3 mm con el pico del martillo y se deshace con la navaja.
Media	250-500	El material NO se deshace con la navaja. La muestra sostenida en la mano se rompe con UN (1) golpe de martillo.
Moderadamente dura	500-1000	La muestra se rompe con VARIOS golpes de martillo.
Dura	1000-2500	La muestra depositada en el suelo se rompe con UN (1) golpe.
Muy dura	> 2500	La muestra se rompe con dificultad a golpes con el pico del martillo. Sonido MACIZO.

Fuente: Departamento de Geotecnia, Universidad Nacional de Ingeniería

Tabla 14. Módulo de Young y coeficientes de Poisson

MATERIAL	E (GPa)	ν
Aleaciones de aluminio	68 – 73	0,33
Asbesto-cemento	24	
Bronce	78 – 110	0,36
Fierro fundido	80 – 170	0,25
Concreto	14 – 30	0,1 – 0,15
Cobre	107 – 131	0,34
Vidrio	46 – 73	0,24
Plomo	4,8 – 17	0,44
Acero	200 – 212	0,27
Plásticos		
ABS	1,7	0,33
Nylon	1,4 – 2,75	
Acrílico	6,0	0,33
Poliétileno	0,8	0,46
Polistireno	5,0	0,4
PVC rígido	2,4 – 2,75	
Rocas		
Granito	50	0,28
Limestone	55	0,21
Cuarzita	24,0 – 44,8	
Arenisca	2,75 – 4,8	0,28
Schist	6,5 – 18,6	

Fuente: Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile

Tabla 15. Características Físico Mecánicas de varios tipos de Roca

TIPO DE ROCA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	DENSIDAD (Tm /m ³)
Andesita	1.500-2.500	2,5 a 2,8
Arcillita	280-800	2,2 a 2,7
Arenisca	80-2.000	1,6 a 2,9
Basalto	2.000-4.000	2,7 a 2,8
Caliza	800-1.500	1,5 a 2,8
Conglomerado	1.400	2,0 a 2,7
Cuarcita	900-4.700	2,3 a 2,7
Dacita	1200-5000	2,5 a 2,75
Diabasa	1.600-2.400	2,8 a 3,1
Dolomia	360-5.600	2,2 a 2,9
Esquisto	108-2.300	2,7 a 2,9
Gabro	1500-2800	2,8 a 3,1
Gneis	1.500-3.000	2,5 a 2,8
Granito alterado	108-1.450	2,5 a 2,6
Granito sano	800-2.700	2,5 a 2,8
Grauvaca	2.000-2.500	2,6 a 2,7
Marga	35-1.970	2,6 a 2,7
Mármol	800-1.500	2,6 a 2,8
Micacita	200-653	2,4 a 3,2
Pizarra	2.000-2.500	2,7 a 2,8
Riolita	800-1600	2,45 a 2,6
Traquita	3.300	2,70
Yeso	40-430	2,2 a 2,3

Fuente: Departamento de Geotecnia, Universidad Nacional de ingeniería

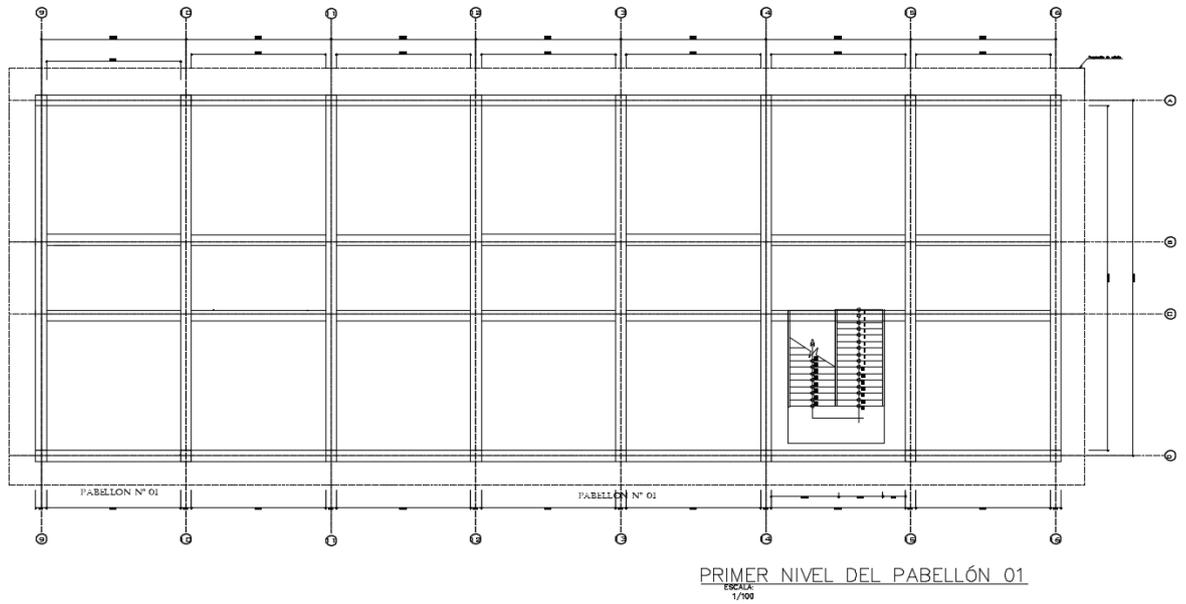
Tabla 16. Valores típicos de parámetros de resistencia para rocas

Tipo de roca	Peso unitario seco kN/m ³	Cohesión (Mpa)	Angulo de fricción (°)
Rocas ígneas duras: granito basalto	25-30	35-55	35-45
Rocas metamórficas: cuarcita, neiss, pizarras.	25-28	20-40	30-40
Rocas sedimentarias duras: caliza, dolomita, arenisca.	23-28	10-30	35-45
Rocas sedimentarias blandas: arenisca, lutitas, limolitas.	17-23	1-20	25-35

Fuente: Ensayos en rocas, elaborado por Jaime Suarez Diaz

CALCULOS

PABELLON N° 01

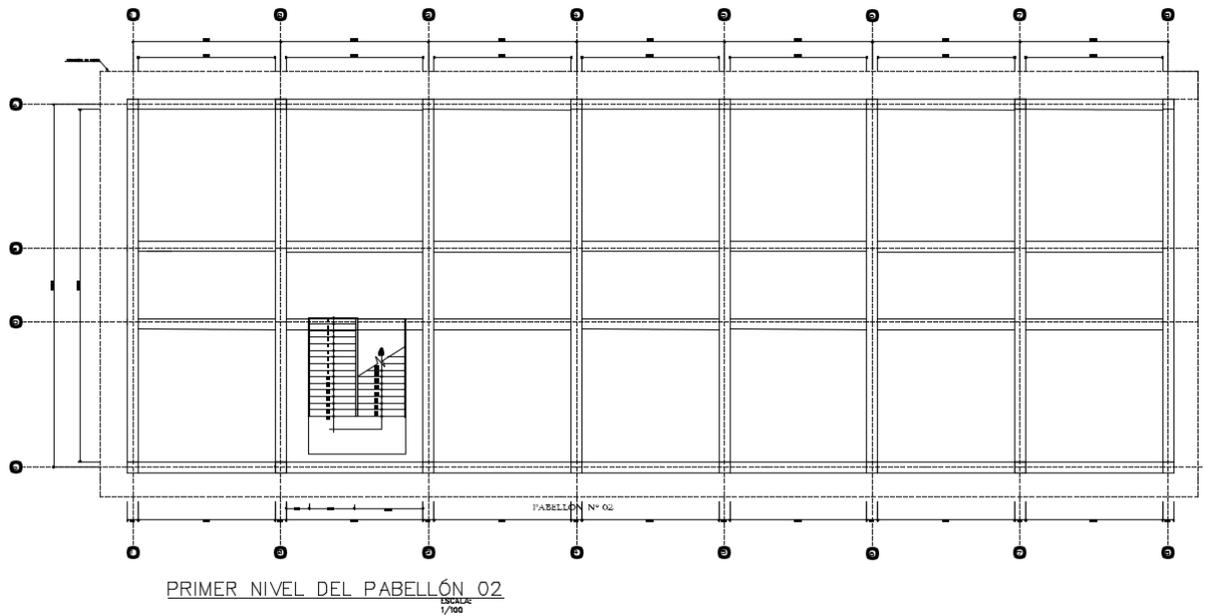


VIGAS TRANSVERSALES		
EJE	B (M)	H (M)
9	0.3	0.40
10	0.3	0.40
11	0.3	0.40
12	0.3	0.40
13	0.3	0.40
14	0.3	0.40
15	0.3	0.40
16	0.3	0.40

VIGAS LONGITUDINALES		
EJE	B (M)	H (M)
A	0.3	0.40
B	0.3	0.40
C	0.3	0.40
D	0.3	0.40

COLUMNAS		
EJE	B (M)	D (M)
C1	0.3	0.50

PABELLON N° 02



VIGAS TRANSVERSALES		
EJE	B (M)	H (M)
1	0.3	0.40
2	0.3	0.40
3	0.3	0.40
4	0.3	0.40
5	0.3	0.40
6	0.3	0.40
7	0.3	0.40
8	0.3	0.40

VIGAS LONGITUDINALES		
EJE	B (M)	H (M)
A	0.3	0.40
B	0.3	0.40
C	0.3	0.40
D	0.3	0.40

COLUMNAS		
EJE	B (M)	D (M)
C1	0.3	0.50

METRADO DE CARGAS VERTICALES

PABELLON N° 01

METRADO DE CARGAS POR GRAVEDAD		
PRIMER PISO	289.43	TN
Area Techada	670.134	m2
Peso de Losa	80.51	Tn
Vigas	58.78	Tn
eje A-A	8.91	
eje B-B	8.91	
eje C-C	8.91	
eje D-D	8.91	
EJE 1-8	23.14	
COLUMNA	41.47	Tn
C-1	41.47	
PESO TABIQUERIA	48.3	Tn
PESO ACABADO	26.84	Tn
PESO POR S/C	33.54	Tn

METRADO DE CARGAS POR GRAVEDAD		
SEGUNDO PISO	284.25	Tn
Area Techada	670.134	m2
Peso de Losa	80.51	Tn
Vigas	58.78	Tn
eje A-A	8.91	
eje B-B	8.91	
eje C-C	8.91	
eje D-D	8.91	
EJE 1-8	23.14	
COLUMNA	36.29	Tn
C-1	36.29	
PESO TABIQUERIA	48.3	Tn
PESO ACABADO	26.84	Tn
PESO POR S/C	33.54	Tn

METRADO DE CARGAS VERTICALES

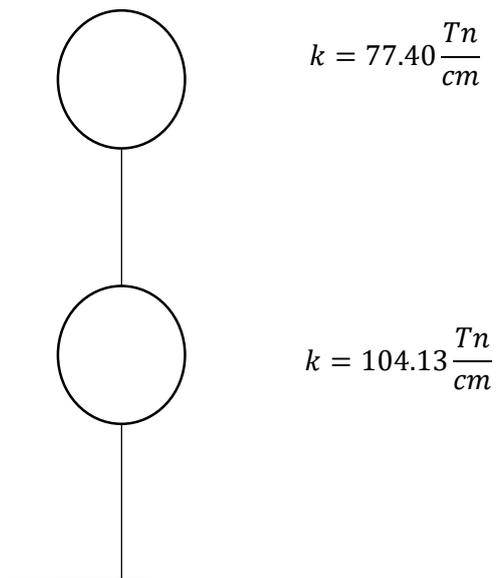
PABELLON N° 02

METRADO DE CARGAS POR GRAVEDAD		
PRIMER PISO	289.43	Tn
Area Techada	670.134	m2
Peso de Losa	80.51	Tn
Vigas	58.78	Tn
eje A-A	8.91	
eje B-B	8.91	
eje C-C	8.91	
eje D-D	8.91	
EJE 1-8	23.14	
COLUMNA	41.47	Tn
C-1	41.47	
PESO TABIQUERIA	48.3	Tn
PESO ACABADO	26.84	Tn
PESO POR S/C	33.54	Tn

METRADO DE CARGAS POR GRAVEDAD		
SEGUNDO PISO	284.25	Tn
Area Techada	670.134	m2
Peso de Losa	80.51	Tn
Vigas	58.78	Tn
eje A-A	8.91	
eje B-B	8.91	
eje C-C	8.91	
eje D-D	8.91	
EJE 1-8	23.14	
COLUMNA	36.29	Tn
C-1	36.29	
PESO TABIQUERIA	48.3	Tn
PESO ACABADO	26.84	Tn
PESO POR S/C	33.54	Tn

CALCULO DE RIGIDEZ

PABELLON N° 01



PORTICO A-A

$$E = 210 \text{ Tn/cm}^2$$

X-X

TRAMO	L (CM)
9	565
10	565
11	565
12	565
13	565
14	565
15	565
16	565

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

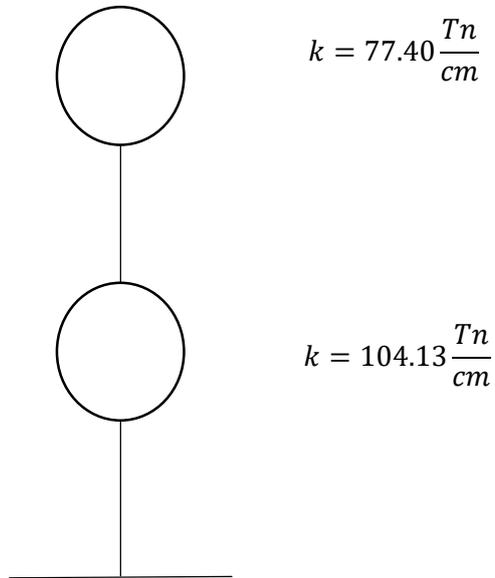
CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
C1	312500	280	1116.07	280	1116.07

		VIGA	
TIPO	LONG	I (M4)	K
9	656	312500	762.2
10	656	312500	762.2
11	656	312500	762.2
12	656	312500	762.2
13	656	312500	762.2
14	656	312500	762.2
15	656	312500	762.2
16	656	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I V E L	9	1.09	0.35	36.87	13.02
	10	1.09	0.35	36.87	13.02
	11	1.09	0.35	36.87	13.02
	12	1.09	0.35	36.87	13.02
	13	1.09	0.35	36.87	13.02
	14	1.09	0.35	36.87	13.02
	15	1.09	0.35	36.87	13.02
	16	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G I U V E D L O	9	0.74	0.27	35.87	9.68
	10	0.74	0.27	35.87	9.68
	11	0.74	0.27	35.87	9.68
	12	0.74	0.27	35.87	9.68
	13	0.74	0.27	35.87	9.68
	14	0.74	0.27	35.87	9.68
	15	0.74	0.27	35.87	9.68
	16	0.74	0.27	35.87	9.68

PABELLON N° 02



PORTICO A-A

$E = 210 \text{ Tn/cm}^2$

X-X

TRAMO	L (CM)
1	565
2	565
3	565
4	565
5	565
6	565
7	565
8	565

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

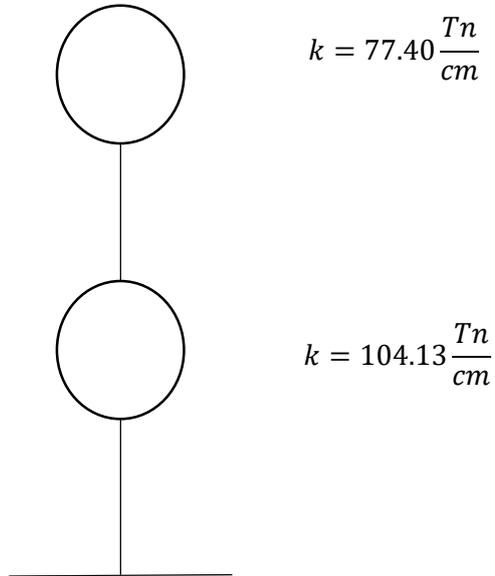
TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
Cl	312500	280	1116.07	280	1116.07

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
1	656	312500	762.2
2	656	312500	762.2
3	656	312500	762.2
4	656	312500	762.2
5	656	312500	762.2
6	656	312500	762.2
7	656	312500	762.2
8	656	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I V E L	1	1.09	0.35	36.87	13.02
	2	1.09	0.35	36.87	13.02
	3	1.09	0.35	36.87	13.02
	4	1.09	0.35	36.87	13.02
	5	1.09	0.35	36.87	13.02
	6	1.09	0.35	36.87	13.02
	7	1.09	0.35	36.87	13.02
	8	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G U V N E D L O	1	0.74	0.27	35.87	9.68
	2	0.74	0.27	35.87	9.68
	3	0.74	0.27	35.87	9.68
	4	0.74	0.27	35.87	9.68
	5	0.74	0.27	35.87	9.68
	6	0.74	0.27	35.87	9.68
	7	0.74	0.27	35.87	9.68
	8	0.74	0.27	35.87	9.68

CALCULO DE RIGIDEZ

PABELLON N° 01



PORTICO B-B

$E = 210 \text{ Tn/cm}^2$

X-X

TRAMO	L (CM)
9	565
10	565
11	565
12	565
13	565
14	565
15	565
16	565

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

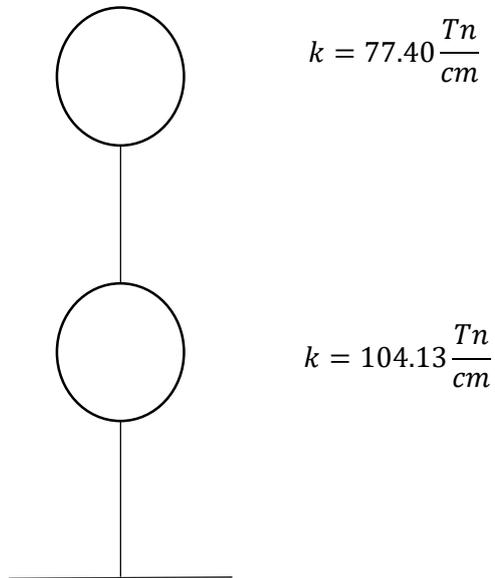
CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
Cl	312500	280	1116.07	280	1116.07

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
9	656	312500	762.2
10	656	312500	762.2
11	656	312500	762.2
12	656	312500	762.2
13	656	312500	762.2
14	656	312500	762.2
15	656	312500	762.2
16	656	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I V E L	9	1.09	0.35	36.87	13.02
	10	1.09	0.35	36.87	13.02
	11	1.09	0.35	36.87	13.02
	12	1.09	0.35	36.87	13.02
	13	1.09	0.35	36.87	13.02
	14	1.09	0.35	36.87	13.02
	15	1.09	0.35	36.87	13.02
	16	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G I U V N E D L O	9	0.74	0.27	35.87	9.68
	10	0.74	0.27	35.87	9.68
	11	0.74	0.27	35.87	9.68
	12	0.74	0.27	35.87	9.68
	13	0.74	0.27	35.87	9.68
	14	0.74	0.27	35.87	9.68
	15	0.74	0.27	35.87	9.68
	16	0.74	0.27	35.87	9.68

PABELLON N° 02



PORTICO B-B

$E = 210 \text{ Tn/cm}^2$

X-X

TRAMO	L (CM)
1	565
2	565
3	565
4	565
5	565
6	565
7	565
8	565

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

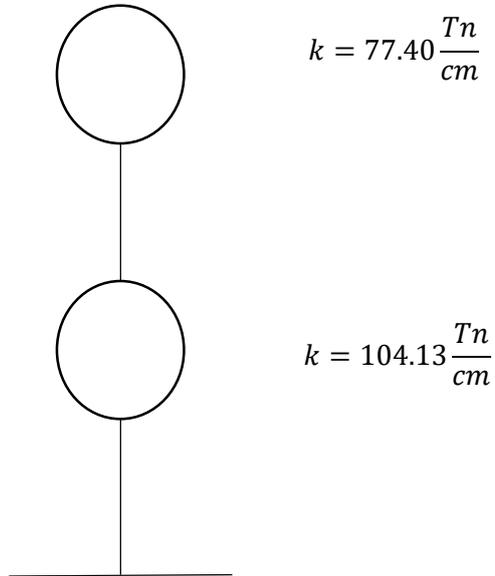
TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
Cl	312500	280	1116.07	280	1116.07

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
1	656	312500	762.2
2	656	312500	762.2
3	656	312500	762.2
4	656	312500	762.2
5	656	312500	762.2
6	656	312500	762.2
7	656	312500	762.2
8	656	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I V I L	1	1.09	0.35	36.87	13.02
	2	1.09	0.35	36.87	13.02
	3	1.09	0.35	36.87	13.02
	4	1.09	0.35	36.87	13.02
	5	1.09	0.35	36.87	13.02
	6	1.09	0.35	36.87	13.02
	7	1.09	0.35	36.87	13.02
	8	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G U V N E D L O	1	0.74	0.27	35.87	9.68
	2	0.74	0.27	35.87	9.68
	3	0.74	0.27	35.87	9.68
	4	0.74	0.27	35.87	9.68
	5	0.74	0.27	35.87	9.68
	6	0.74	0.27	35.87	9.68
	7	0.74	0.27	35.87	9.68
	8	0.74	0.27	35.87	9.68

CALCULO DE RIGIDEZ

PABELLON N° 01



PORTICO C-C

$E = 210 Tn/cm^2$

X-X

TRAMO	L (CM)
9	565
10	565
11	565
12	565
13	565
14	565
15	565
16	565

COLUMNAS			
EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS			
EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

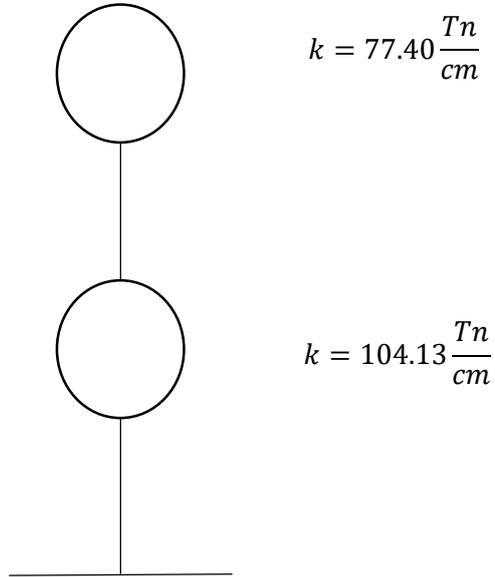
CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
Cl	312500	280	1116.07	280	1116.07

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
9	656	312500	762.2
10	656	312500	762.2
11	656	312500	762.2
12	656	312500	762.2
13	656	312500	762.2
14	656	312500	762.2
15	656	312500	762.2
16	656	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I V E L	9	1.09	0.35	36.87	13.02
	10	1.09	0.35	36.87	13.02
	11	1.09	0.35	36.87	13.02
	12	1.09	0.35	36.87	13.02
	13	1.09	0.35	36.87	13.02
	14	1.09	0.35	36.87	13.02
	15	1.09	0.35	36.87	13.02
	16	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G U V N E D L O	9	0.74	0.27	35.87	9.68
	10	0.74	0.27	35.87	9.68
	11	0.74	0.27	35.87	9.68
	12	0.74	0.27	35.87	9.68
	13	0.74	0.27	35.87	9.68
	14	0.74	0.27	35.87	9.68
	15	0.74	0.27	35.87	9.68
	16	0.74	0.27	35.87	9.68

PABELLON N° 02



PORTICO C-C

$E = 210 Tn/cm^2$

X-X

TRAMO	L (CM)
1	565
2	565
3	565
4	565
5	565
6	565
7	565
8	565

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

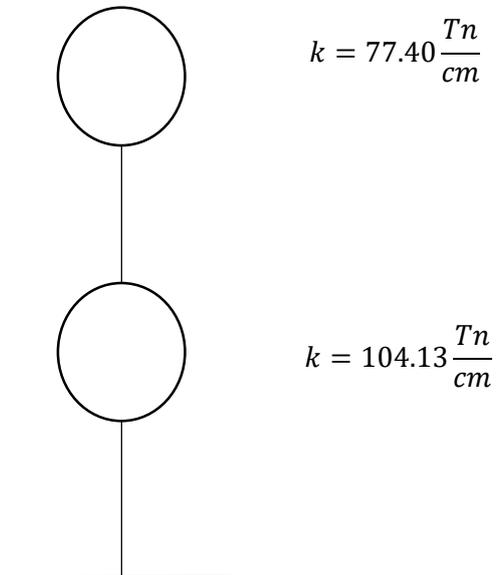
TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
Cl	312500	280	1116.07	280	1116.07

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
1	656	312500	762.2
2	656	312500	762.2
3	656	312500	762.2
4	656	312500	762.2
5	656	312500	762.2
6	656	312500	762.2
7	656	312500	762.2
8	656	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I V I L	1	1.09	0.35	36.87	13.02
	2	1.09	0.35	36.87	13.02
	3	1.09	0.35	36.87	13.02
	4	1.09	0.35	36.87	13.02
	5	1.09	0.35	36.87	13.02
	6	1.09	0.35	36.87	13.02
	7	1.09	0.35	36.87	13.02
	8	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G U V N E D L O	1	0.74	0.27	35.87	9.68
	2	0.74	0.27	35.87	9.68
	3	0.74	0.27	35.87	9.68
	4	0.74	0.27	35.87	9.68
	5	0.74	0.27	35.87	9.68
	6	0.74	0.27	35.87	9.68
	7	0.74	0.27	35.87	9.68
	8	0.74	0.27	35.87	9.68

CALCULO DE RIGIDEZ

PABELLON N° 01



PORTICO D-D

$E = 210 \text{ Tn/cm}^2$

X-X

TRAMO	L (CM)
9	565
10	565
11	565
12	565
13	565
14	565
15	565
16	565

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

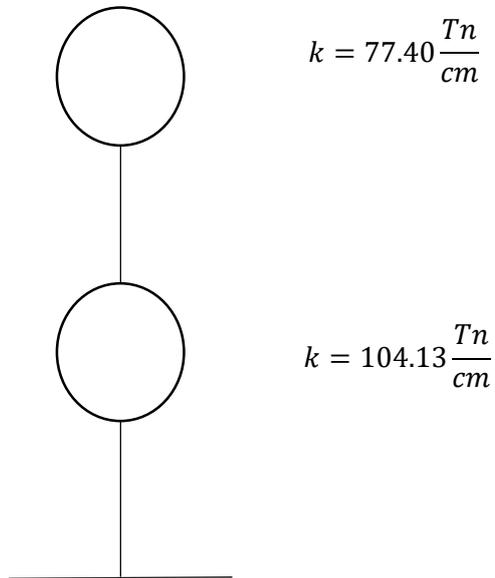
CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
Cl	312500	280	1116.07	280	1116.07

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
9	656	312500	762.2
10	656	312500	762.2
11	656	312500	762.2
12	656	312500	762.2
13	656	312500	762.2
14	656	312500	762.2
15	656	312500	762.2
16	656	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I M E R	9	1.09	0.35	36.87	13.02
	10	1.09	0.35	36.87	13.02
	11	1.09	0.35	36.87	13.02
	12	1.09	0.35	36.87	13.02
	13	1.09	0.35	36.87	13.02
	14	1.09	0.35	36.87	13.02
	15	1.09	0.35	36.87	13.02
	16	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G I U V N E D L O	9	0.74	0.27	35.87	9.68
	10	0.74	0.27	35.87	9.68
	11	0.74	0.27	35.87	9.68
	12	0.74	0.27	35.87	9.68
	13	0.74	0.27	35.87	9.68
	14	0.74	0.27	35.87	9.68
	15	0.74	0.27	35.87	9.68
	16	0.74	0.27	35.87	9.68

PABELLON N° 02



PORTICO D-D

$E = 210 Tn/cm^2$

X-X

TRAMO	L (CM)
1	565
2	565
3	565
4	565
5	565
6	565
7	565
8	565

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M4)
VIGAS	30	0.50	160000.00

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

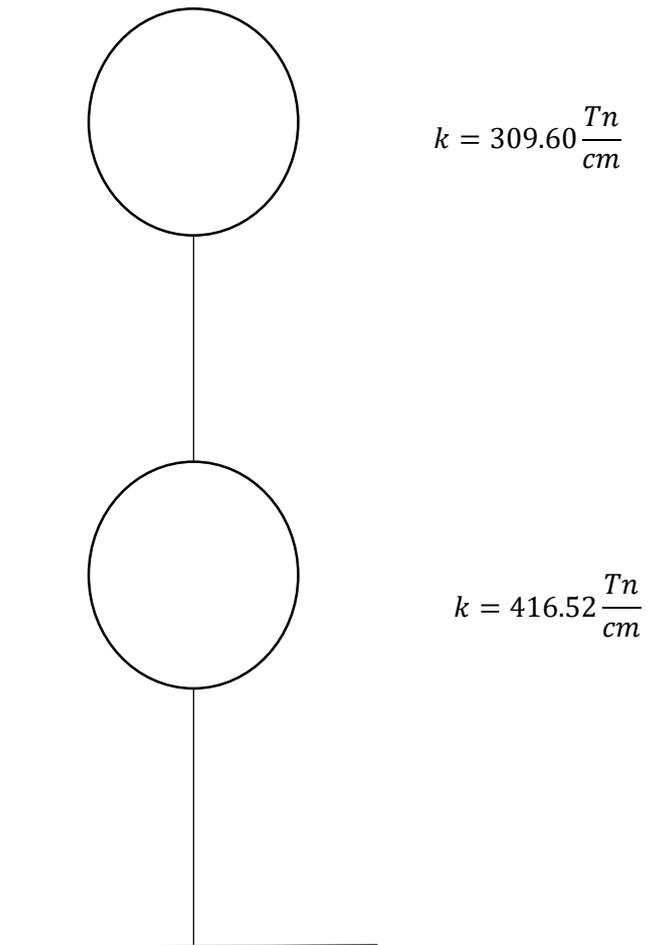
CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
Cl	312500	280	1116.07	280	1116.07

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
1	656	312500	762.2
2	656	312500	762.2
3	656	312500	762.2
4	656	312500	762.2
5	656	312500	762.2
6	656	312500	762.2
7	656	312500	762.2
8	656	312500	762.2

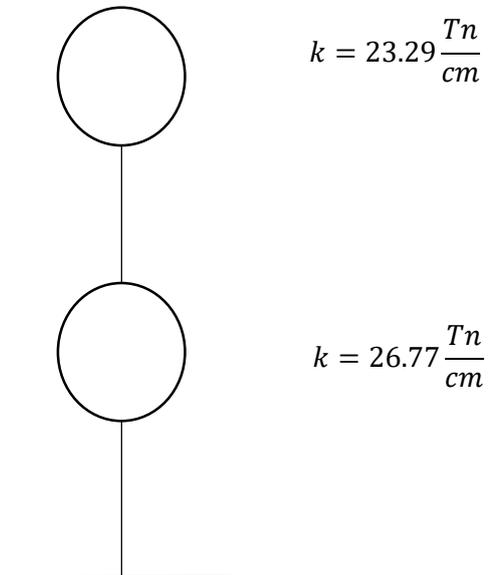
	TIPO	K	a	Kamp	Kd
P R I V I L	1	1.09	0.35	36.87	13.02
	2	1.09	0.35	36.87	13.02
	3	1.09	0.35	36.87	13.02
	4	1.09	0.35	36.87	13.02
	5	1.09	0.35	36.87	13.02
	6	1.09	0.35	36.87	13.02
	7	1.09	0.35	36.87	13.02
	8	1.09	0.35	36.87	13.02
S E N G U V N E D L O	1	0.74	0.27	35.87	9.68
	2	0.74	0.27	35.87	9.68
	3	0.74	0.27	35.87	9.68
	4	0.74	0.27	35.87	9.68
	5	0.74	0.27	35.87	9.68
	6	0.74	0.27	35.87	9.68
	7	0.74	0.27	35.87	9.68
	8	0.74	0.27	35.87	9.68

RESUMEN X-X



CALCULO DE RIGIDEZ Y-Y

PABELLON N° 01



PORTICO 1-1/ PORTICO 8-8

$E = 210 Tn/cm^2$

Y-Y

TRAMO	L (CM)
A-B	546
B-C	277
C-D	550

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
VIGAS	30	0.40	160000.00

CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

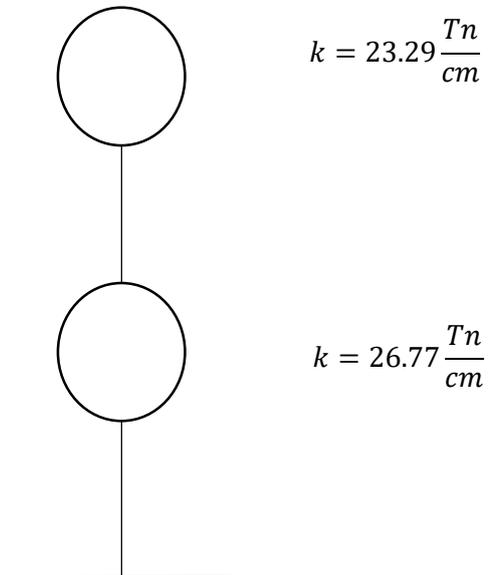
TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
CI	112500	280	401.79	280	401.79

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
A-B	546	312500	762.2
B-C	277	312500	762.2
C-D	550	312500	762.2

	TIPO	K	a	Kamp	Kd
N I I E V R E L	1	0.68	0.25	12.91	3.35
	2	0.68	0.25	12.91	3.35
	3	0.68	0.25	12.91	3.35
	4	0.68	0.25	12.91	3.35
N I I D V O E L	1	2.65	0.57	4.78	2.72
	2	2.65	0.57	4.78	2.72
	3	2.65	0.57	4.78	2.72
	4	2.65	0.57	4.78	2.72

CALCULO DE RIGIDEZ Y-Y

PABELLON N° 01



PORTICO 9-9/ PORTICO 16-16

$E = 210 \text{ Tn/cm}^2$

Y-Y

TRAMO	L (CM)
A-B	546
B-C	277
C-D	550

Z-Z

PISO	H (CM)
1	280
2	280

COLUMNAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
C1	0.3	0.50	312500.00

VIGAS

EJE	B (M)	D (M)	I (M ⁴)
VIGAS	30	0.40	160000.00

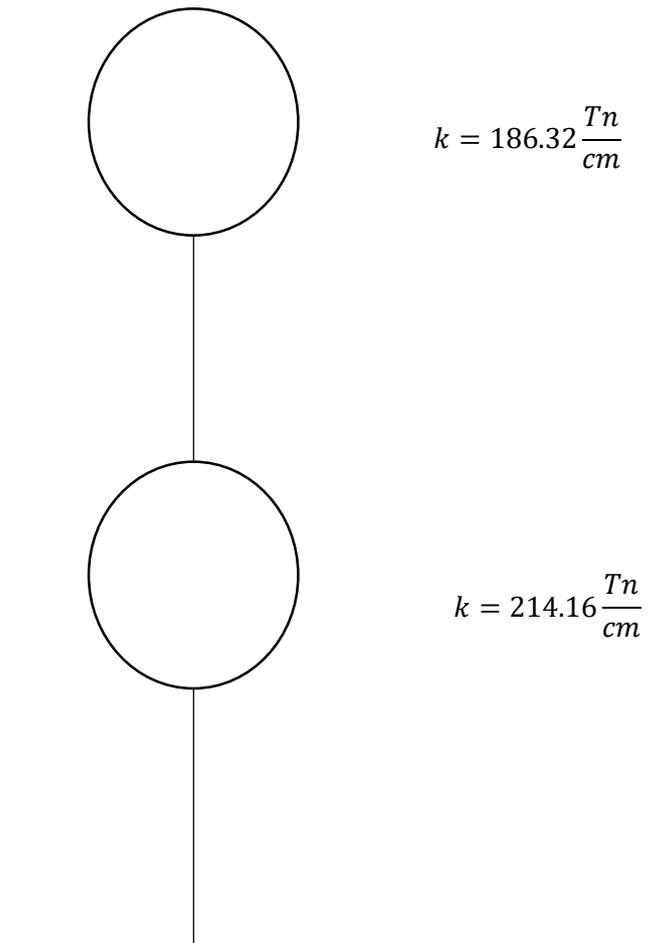
CALCULO DE RIGIDECES RELATIVAS

TIPO	I (M4)	1 ER PISO		2DO PISO	
		L (CM)	K	L (CM)	K
CI	112500	280	401.79	280	401.79

TIPO	LONG	VIGA	
		I (M4)	K
A-B	546	312500	762.2
B-C	277	312500	762.2
C-D	550	312500	762.2

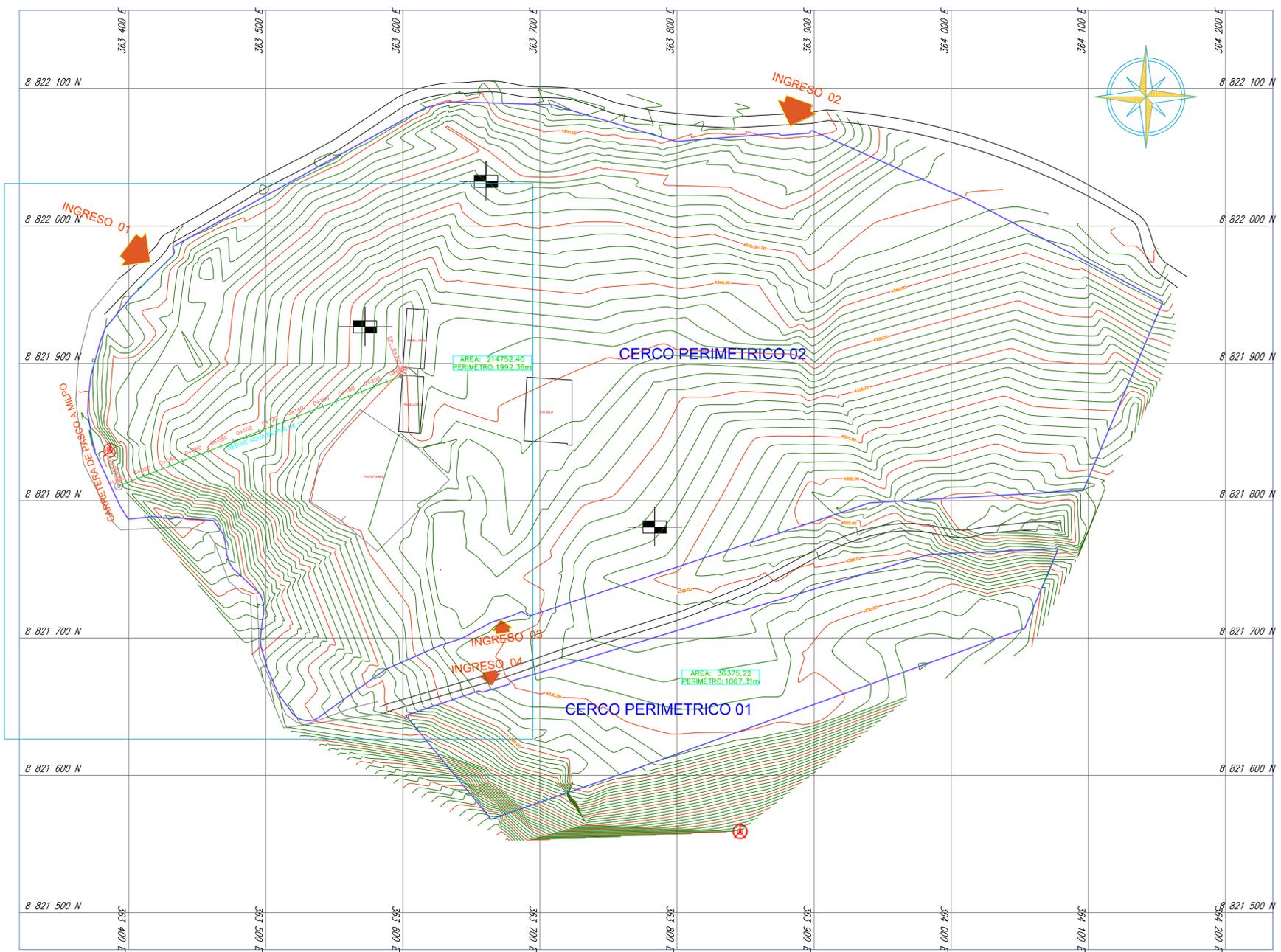
	TIPO	K	a	Kamp	Kd
N I I E V R E L	1	0.68	0.25	12.91	3.35
	2	0.68	0.25	12.91	3.35
	3	0.68	0.25	12.91	3.35
	4	0.68	0.25	12.91	3.35
N 2 I D V O E L	1	2.65	0.57	4.78	2.72
	2	2.65	0.57	4.78	2.72
	3	2.65	0.57	4.78	2.72
	4	2.65	0.57	4.78	2.72

RESUMEN Y-Y



PLANOS





LEYENDA

SIMBOLOGIA	NOMENCLATURA
	CURVAS DE NIVEL CADA 1 m
	CURVAS DE NIVEL CADA 0.50 m
	POSTE DE ALUMBRADO
	PABELLON
	CERCO PERIMETRICO
	INGRESOS
	CALICATA
	ESTACIONAMIENTO

CUADRO DE AREAS

ÁREAS	EXISTENTE
MATERIAL MADERA	285.45 m2
1).- PABELLON	1 382.41 m2
2).- ESTABLO	1 584.69 m2
3).- PLATAFORMA	5 802.99 m2
AREA LIBRE	242 357.53 m2

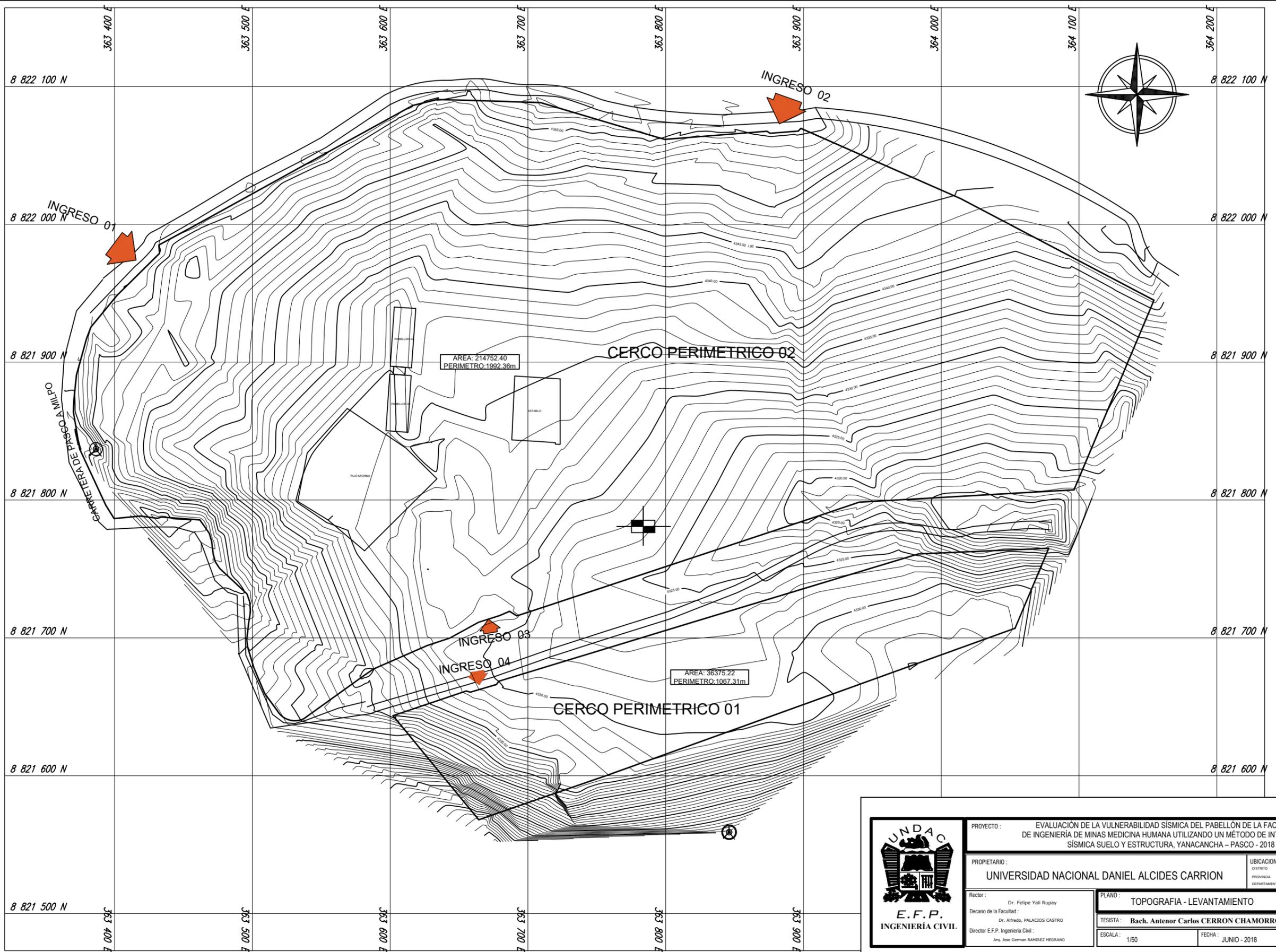
TOTAL	251,127.62 m2
AREA TOTAL	251,127.62 m2
PERIMETRO TOTAL	3 059.67 m

AREA 01:	36,375.22 m2
PERIMETRO 01:	1,067.31 m
AREA 02:	214,752.40 m2
PERIMETRO 02:	1 992.36 m

TOPOGRAFICO
ESCALA 1:500

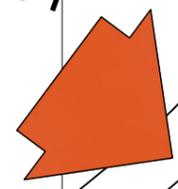


PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, MEDICINA HUMANA UTILIZANDO UN MÉTODO DE INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO Y ESTRUCTURA, YANACANCHA – PASCO - 2018		
PROPIETARIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION	UBICACIÓN : DISTRITO : YANACANCHA PROVINCIA : PASCO DEPARTAMENTO : PASCO	LAMINA : 01 CODIGO : PG-01
Rector : Dr. Felipe Yali Rupay Decano de la Facultad : Dr. Alfredo, PALACIOS CASTRO Director E.F.P. Ingeniería Civil : Arq. Jose German RAMIREZ MEDRANO	PLANO : TOPOGRAFIA - LEVANTAMIENTO TESISTA : Bach. Antenor Carlos CERRON CHAMORRO ESCALA : 1/50 FECHA : JUNIO - 2018	



<p>E.F.P. INGENIERÍA CIVIL</p>	PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS MEDICINA HUMANA UTILIZANDO UN MÉTODO DE INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO Y ESTRUCTURA, YANACANCHA - PASCO - 2018	UBICACION : DISTRITO : YANACANCHA PROVINCIA : PASCO DEPARTAMENTO : PASCO	LAMINA : <h1>02</h1>
	PROPIETARIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION	PLANO : TOPOGRAFIA - LEVANTAMIENTO	CODIGO : PG-02
	Rector : Dr. Felipe Yali Rupay Decano de la Facultad : Dr. Alfredo, PALACIOS CASTRO Director E.F.P. Ingeniería Civil : Arq. Jose German RAMIREZ MEDRANO	TESISISTA : Bach. Antenor Carlos CERRON CHAMORRO	ESCALA : 1/50
	FECHA : JUNIO - 2018		

8 822 000 N
INGRESO 01



8 821 900 N

CARRETERA DE PASCO A MILPO

8 821 800 N

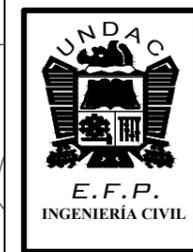
PABELLON 02

AREA: 214752.40
PERIMETRO: 1992.36m

PABELLON 01

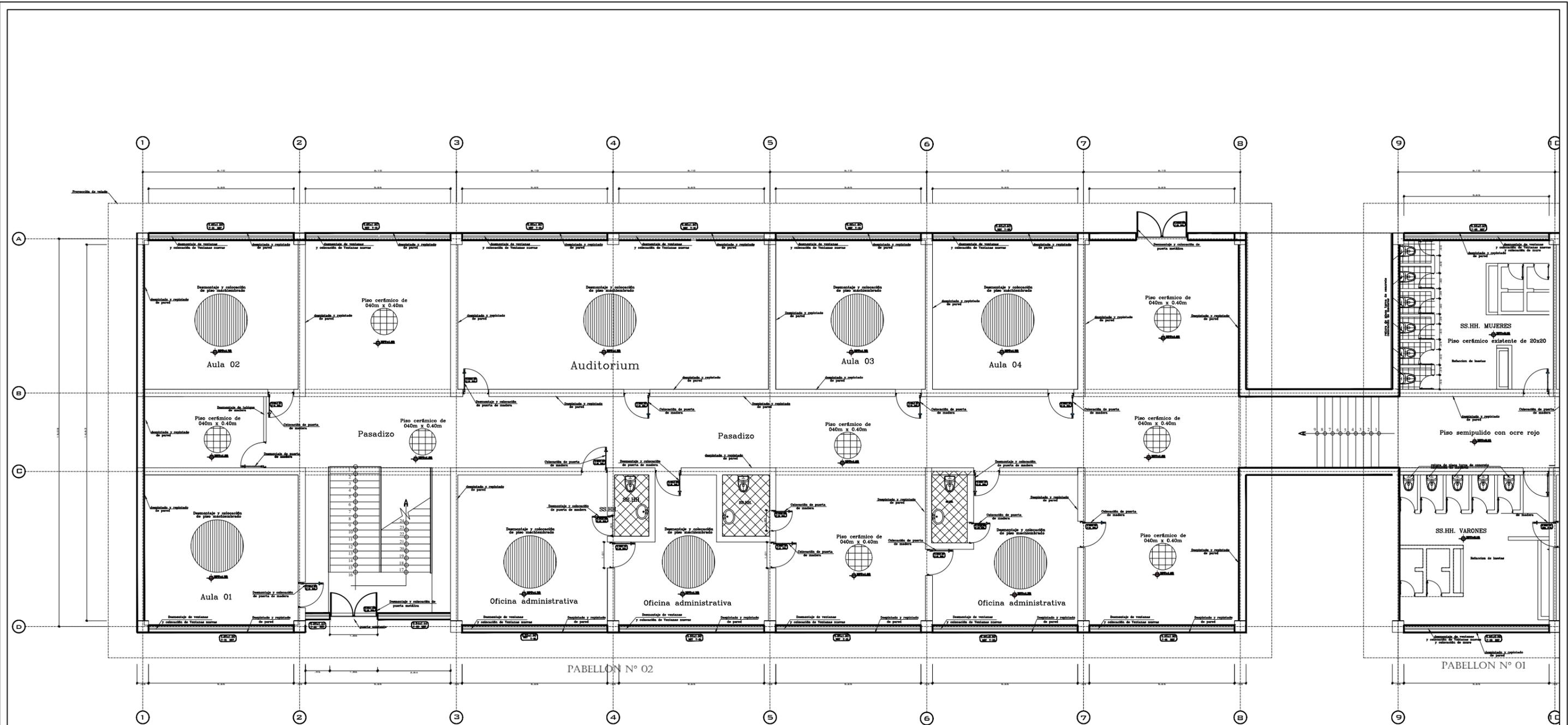
ESTABLO

PLATAFORMA



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - MEDICINA HUMANA UTILIZANDO UN MÉTODO DE INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO Y ESTRUCTURA, YANACANCHA - PASCO - 2018		
PROPIETARIO:	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION		UBICACION: DISTRITO: YANACANCHA PROVINCIA: PASCO DEPARTAMENTO: PASCO
Rector:	Dr. Felipe Yali Rupay	PLANO:	TOPOGRAFIA - LEVANTAMIENTO
Decano de la Facultad:	Dr. Alfredo PALACIOS CASTRO	TESISTA:	Bach. Antenor Carlos CERRON CHAMORRO
Director E.F.P. Ingeniería Civil:	Arq. Jose German RAMIREZ MEDRANO	ESCALA:	1/500
		FECHA:	JUNIO - 2018
		LAMINA:	03
		CODIGO:	PG-03

PRIMER NIVEL DEL PABELLÓN 01 Y 02
 ESCALA: 1/100



 <p>E.F.P. INGENIERÍA CIVIL</p>	PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, MEDICINA HUMANA UTILIZANDO UN MÉTODO DE INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO Y ESTRUCTURA, YANACANCHA - PASCO - 2018	UBICACION: DISTRITO: YANACANCHA PROVINCIA: PASCO DEPARTAMENTO: PASCO	LAMINA: 04	
	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION	PLANO: PLANO DE DISTRIBUCION	CODIGO: PG-04	
	Rector: Dr. Felipe Yali Rupay Decano de la Facultad: Dr. Alfredo, PALACIOS CASTRO Director E.F.P. Ingeniería Civil: Arq. Jose German RAMIREZ MEDRANO	TESISISTA: Bach. Antenor Carlos CERRON CHAMORRO	ESCALA: 1/150	FECHA: JUNIO - 2018