



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Evaluación del efecto de rigidez del suelo para evaluar la respuesta  
dinámica frente a sismo en el caso de infraestructura de 06 pisos,  
Jaén - Cajamarca - 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Hernandez Fernandez, Juan Carlos (orcid.org/0000-0002-4081-5592)

**ASESOR:**

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (orcid.org/0000-0001-8625-3989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**MOYOBAMBA – PERÚ**

2023

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, también a mis familiares y amigos que me apoyaron en mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme acompañado y permitido llegar a este punto de mi vida, por darme la fuerza para hacer este sueño realidad.

Así mismo, al asesor el Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo, quien me brindó un excelente asesoramiento, por su paciencia para resolver mis dudas e inquietudes, facilitándome los materiales necesarios para la correcta elaboración de mi tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Adstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2 Variables y operacionalización.....	11
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5 Procedimientos.....	13
3.6 Método de análisis de datos.....	14
3.7 Aspectos éticos.....	14
IV.RESULTADOS.....	15
V.DISCUSIÓN.....	26
VI.CONCLUSIONES.....	29
VII.RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS.....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Clasificación del suelo de estudio .....	16
Tabla 2. Características geotécnicas del suelo.....	16
Tabla 3. Ataque químico en suelo .....	17
Tabla 4. Derivas resultantes dirección X – Modelo base fija .....	18
Tabla 5. Derivas resultantes dirección Y – Modelo base fija .....	18
Tabla 6. Derivas resultantes Dirección “X”– Modelo con rigidez del suelo .....	20
Tabla 7. Derivas resultantes Dirección “Y”– Modelo con rigidez del suelo .....	20
Tabla 8. Periodos de vibración – Base fija vs Rigidez del suelo .....	21
Tabla 9. Desplazamientos laterales en “X” – Base fija vs Rigidez del suelo.....	22
Tabla 10. Desplazamientos laterales en “Y” – Base fija vs Rigidez del suelo .....	23
Tabla 11. Derivas de entrepiso en “X” – Base fija vs Rigidez del suelo .....	23
Tabla 12. Derivas de entrepiso en “Y” – Base fija vs Rigidez del suelo .....	23
Tabla 13. Fuerzas cortantes de entrepiso en “X”-Base fija vs Rigidez del suelo...24	
Tabla 14. Fuerzas cortantes de entrepiso en “Y”-Base fija vs Rigidez del suelo...25	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la edificación analizada.....	15
Figura 2. Modelo estructural con base fija.....	17
Figura 3. Modelo estructural con rigidez del suelo.....	19

## RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo general de analizar efectos que produce la rigidez del suelo en la respuesta dinámica por sismo en un edificio de 06 pisos en la ciudad de Jaén. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo y fue aplicada; asimismo, tuvo un diseño no experimental transversal descriptivo. La población de estudio fueron la edificación multifamiliar de 06 niveles que cuenta con un área de terreno de 266.90 m<sup>2</sup> de área construida, la muestra fueron las condiciones estructurales de la edificación de 06 niveles. Las técnicas fueron la técnica de observación, análisis documental y ensayos de laboratorio, siendo sus instrumentos respectivos la ficha de observación, guía de análisis documental y los equipos e insumos de laboratorio. Los resultados mostraron que las fuerzas actuantes, distorsiones, desplazamientos y periodos de vibración se vieron aumentados en un 24.58% al incluir la rigidez del suelo en el modelo estructural. Se concluyó que los efectos que produce la rigidez del suelo en la respuesta dinámica por sismo en un edificio de 06 pisos en la ciudad de Jaén y se obtuvo que en la tabla 6 las derivas resultantes en la dirección "X" luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 son menores que la deriva permisible (0.007), las derivas resultantes en la dirección "Y" luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 en el nivel 2, 3 y 4 no cumplen con la normativa debido a que son mayores que la deriva permisible (0.007).

**Palabras clave:** Rigidez del suelo, respuesta sísmica, Norma Rusa SNIP 2.02.05-87.

## ABSTRACT

The general objective of this project was to analyze the effects produced by the rigidity of the soil in the dynamic response due to an earthquake in a 06-story building in the city of Jaén. The research had a quantitative approach and was applied; likewise, it had a descriptive cross-sectional non-experimental design. The study population was the 06-story multifamily building that has a land area of 266.90 m<sup>2</sup> of built area, the sample was the structural conditions of the 06-story building. The techniques were the observation technique, documentary analysis and laboratory tests, their respective instruments being the observation sheet, documentary analysis guide and laboratory equipment and supplies. The results showed that the acting forces, distortions, displacements and vibration periods were increased by 24.58% when including the soil stiffness in the structural model. It was concluded that the effects produced by the rigidity of the ground in the dynamic response by earthquake in a 06-story building in the city of Jaén and it was obtained that in table 6 the resulting drifts in the "X" direction after applying the guidelines of the E.030 standard are less than the permissible drift (0.007), the resulting drifts in the "Y" direction after applying the guidelines of the E.030 standard at level 2, 3 and 4 do not comply with the standard due to that they are greater than the allowable drift (0.007).

**Keywords:** Soil stiffness, seismic response, Russian Standard SNIP 2.02.05-87.



## I. INTRODUCCIÓN

La experiencia de los sismos en las últimas décadas a nivel mundial dejó en evidencia la capacidad de las estructuras llevándolas hasta el punto de colapso. El terremoto ocurrido en Khyber Pakhtunkhwa (Pakistán) destruyó gran parte de la ciudad mostrando la inadecuada respuesta sísmica de los edificios y poniendo en duda los códigos de diseño con los cuales se proyectó las edificaciones (Shah et al., 2021). Los efectos sísmicos de un terremoto pueden verse amplificados si en el diseño de las edificaciones no se considera de forma rigurosa las características de los suelos flexibles (Ghandil y Behnamfar, 2017). Un claro ejemplo de los efectos nocivos de suelos flexibles ante la acción de los terremotos tenemos a, México que en 1475 fue azotado por terremoto que devastó las construcciones de la ciudad de Tenochtitlán; los especialistas determinaron años después que el terremoto amplificó sus efectos debido a que la ciudad estaba cimentada sobre suelo irregular y flexible (Isodoro Coyolt, 2016). Por otra parte, el Perú es uno de los lugares que se encuentra instalado en la zona con mayor concentración de energía sísmica en el mundo como es el “Cinturón de Fuego”, por tal motivo, la probabilidad de que haya un gran sismo en el país es muy alta. (Villarreal Castro, 2009). Debido a ello, las normativas que rigen el diseño sísmico resistente en el país están en constante modificación con la finalidad de analizar y diseñar estructuras con un mayor grado de confiabilidad ante diversas magnitudes sísmicas. Pese a ello, las edificaciones que han sido expuestas a sismos de gran magnitud llegaron al colapso, claro ejemplo es el sismo ocurrido en Pisco en el 2007 que llevó al colapso a las estructuras (Tavera, 2014).

Gran parte de la poca eficiencia estructural de las normativas peruanas es la poca profundización que se tiene respecto a los efectos que tiene el suelo sobre la estructura. No considerar efectos de la flexión del terreno del modelo estructural podría conllevar a no conocer el comportamiento real de las estructuras (Llanos et al., 2020). Asimismo, la ciudad de Jaén que pertenece al departamento de Cajamarca, no es ajena a la problemática antes descrita de la vulnerabilidad sísmica que presenta el país al estar ubicado en la zona del cinturón de fuego. De igual manera, la ciudad se ubica en una zona con un alto riesgo de sismos, volviendo aún más susceptible las condiciones de las estructuras ante suelos que

amplifican los periodos sísmicos. Asimismo, gran parte de las edificaciones presentan problemas graves de infraestructura y son sísmicamente vulnerables debido a que no son construidos de manera formal siguiendo los lineamientos de las normativas peruanas de análisis y diseño de estructuras (Quiróz Vázquez, 2014).

Por tal motivo, se plantea la siguiente **pregunta general**: ¿Como podemos evaluar los efectos de la rigidez del suelo para determinar la respuesta dinámica ante evento sísmico de un edificio de 06 pisos en Jaén? igualmente se plantea las siguientes preguntas **específicas**: 1) ¿Cuáles son las características geotécnicas del suelo de estudio?, 2) ¿Cómo será el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija?, 3) ¿Cuáles son los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87?

El estudio tiene **justificación técnica** puesto que se empleó una metodología que no es usada actualmente los proyectos de construcción y diseño de manera rigurosa como es la interacción suelo - estructura, y se analiza los efectos que tiene en procesos conocidos como el análisis estático y dinámico lineal (Llanos et al., 2020). Asimismo, tiene su **justificación metodológica** en que servirá como guía para la inclusión de futuros proyectos que quieran analizar la influencia que tendrá el terreno en la estructura de forma más realista (Marzban et al., 2011). De igual forma, la investigación tiene su **justificación social** puesto que los modelos de interacción suelo - estructura en conjunto con la estructura permitirá un control de la respuesta real de la estructura, lo que conllevará a diseñar estructuras con mayor grado de confiabilidad. De esa forma, se mejorará la respuesta de las estructuras ante diversas magnitudes sísmicas, dado que en los últimos años las estructuras en el país han presentado deficiencias estructurales al estar expuesta a movimientos sísmicos de gran magnitud (Khan et al)

Por tal motivo se plantea el **objetivo general** Analizar efectos que produce la rigidez del suelo en la respuesta dinámica por sismo en un edificio de 06 pisos en la ciudad de Jaén.

Por consiguiente, se planteó los siguientes **objetivos específicos**: 1) Determinar las características geotécnicas del suelo de estudio, 2) Realizar el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas

y base fija. 3) Analizar los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87.

**Hipótesis general** Analizando los efectos que produce la rigidez suelo se podrá evaluar correctamente la respuesta dinámica ante sismo en edificios de 06 pisos de altura en la ciudad de Jaén. **Hipótesis específicas:** 1) Determinando las características geotécnicas del suelo de estudio. 2) Realizando el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija. 3) Analizando los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87.

## II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional, en **Korea** Nguyen (2021) a través de la **revista** Journal of Building Engineering la investigación denominada “Effects of soil–structure interaction on seismic performance of a low-rise R/C moment frame considering material uncertainties” cuya **realidad problemática** fue el déficit del mal comportamiento estructural de las edificaciones en Ulsan en presencia de suelos flexibles y magnitudes sísmicas de gran nivel; asimismo, la metodología fue No experimental descriptiva, su objetivo es estudiar los efectos de la flexibilidad en la base, la muestra de estudio fue una edificación de 3 pisos sometido a 20 distintos tipos de suelos. Como **resultados** principales se encontró que las derivas aumentan al considerar un modelo de base flexible para suelos que se encuentran velocidades de onda de corte inferiores a 180 m/s, concluyendo que la interacción suelo – estructura se evidencia en presencia de suelos blandos. Se **recomendó** que ante presencia de terrenos con flexibilidad y con velocidades de onda de corte inferiores a 180 m/s se emplee de forma estricta interacción suelo-estructura. La **relevancia** del estudio en buscar una relación del comportamiento estructural y los tipos de suelos en la ciudad de Ulsan.

En **India** Rama Rao (2021) a través de la **revista** Indian Academy of Sciences la investigación denominada “Soil-structure interaction effects on seismic response of open ground storey buildings” cuya **realidad problemática** se centra en la vulnerabilidad de los edificios Open Ground Storey (Edificios con planta abierta) a los terremotos y la condiciones del suelo en Chennai; asimismo, su metodología fue No experimental descriptiva, el objetivo primordial fue analizar la influencia de la interacción suelo-estructura en edificios con planta abierta en conjunto con un análisis Pushover, siendo su **muestra** los cinco edificios de planta abierta en la ciudad de Chennai. Como **resultado** primordial se determinó que los desplazamientos laterales, las vibraciones y fuerzas cortantes de la estructura se vieron afectados ante la presencia de lo flexible de la cimentación. Se **concluyó** que considerar la flexibilidad en la base aumenta, desplazamientos laterales, los periodos de vibraciones y fuerzas cortantes dependiendo de las características de la edificación, tipo de cimentación y terreno. Se **recomendó** que cuando se empleen edificios de planta de abierta se considere la presencia de la flexibilidad de la cimentación para determinar correctamente el desempeño sísmico de las

edificaciones. La **relevancia** fue determinar un estudio que quede como antecedente de la no consideración de los efectos de la interacción suelo y la estructura en edificaciones con planta abierta en la ciudad de Chennai.

En **Irán** Ghandil (2017) a través de la **revista** Soil Dynamics and Earthquake Engineering la investigación denominada “Ductility demands of MRF structures on soft soils considering soil-structure interaction” cuya **realidad problemática** fue el déficit de los efectos reales del suelo hacia las estructuras ante sismos de la localidad de Isfahan; su metodología fue de tipo No experimental descriptiva, preciso su bobjeti analizar la respuesta no lineal de estructuras de concreto armado en suelos blando considerando flexibilidad en la base; siendo su **muestra** de estudio edificios a porticados de 5, 10, 15 y 30 pisos. Como **resultados** se determinó que la aplicación de un modelo de base flexible aumentó en un 120% en las edificaciones con 30 pisos a diferencia de las edificaciones de menos niveles, **concluyendo** que la interacción suelo estructura afecta en mayor medida a las edificaciones con mayor número de niveles; asimismo, concluyó que se debe realizar un estudio geotécnico estrictamente para que los coeficientes de rigidez del suelo sean más cercanos al comportamiento del terreno. Se **recomendó** que la flexibilidad en la base en edificaciones que superen los 10 niveles, dado que las características del suelo tendrán mayor influencia sobre este tipo de edificaciones. La **relevancia** del estudio es centrada en tomar un modelo de referencia para la consideración de los efectos de la flexibilidad en la base.

En el ámbito nivel nacional, en **Puno** Llanos (2020) a través de la **revista** Científica de la UCSA la investigación denominada “Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas aporticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca” cuya **realidad problemática** fue el contexto geográfico del Perú ante la probabilidad de sismos de gran magnitud y presencia de suelos flexible **la metodología fue la no experimental descriptiva, con su objetivo principal** en analizar la influencia de la flexibilidad del suelo según el código FEMA 356 en viviendas aporticadas, siendo su **muestra** de estudio las viviendas a porticadas de 2,3,4 y 5 niveles en Juliaca. Como **resultado** primordial fue que a medida que se analizaba la flexibilidad en el suelo en las viviendas se denotaba que sus efectos eran más significativos en las edificaciones con mayor número de niveles aumentando sus periodos de vibración y desplazamientos

laterales. Se **concluyó** que la influencia de la interacción suelo y la estructura es mayor a medida del edificio tiene mayor altura. Se **recomendó** considerar la influencia de la interacción suelo-estructura en edificaciones con gran número de niveles y suelos con antecedentes de baja capacidad portante. La **relevancia** del estudio fue centrada en demostrar que tan influyente es las características del suelo en la superestructura.

Según Saavedra (2020) en su investigación denominada “Desempeño sísmico considerando la interacción suelo-estructura de un edificio multifamiliar de tres niveles, baños del inca-Cajamarca, 2019” cuya **realidad problemática** se centra en la gran probabilidad de sismos de gran magnitud en el País y la poca rigurosidad de las normativas peruanas por considerar la influencia del suelo en las estructuras; asimismo, la metodología usada fue No experimental descriptiva, con su objetivo primordial es determinar el nivel de desempeño sísmico considerando un modelo de base flexible según el FEMA 356 en una vivienda de 3 niveles en Cajamarca, siendo su **muestra** la vivienda de 3 niveles. Como **resultado** se demostró que el nivel de desempeño sísmico de la edificación considero la base flexible fue Funcional obteniendo un desplazamiento de 28.30 cm, por otra parte, para la base rígida se obtuvo un nivel Funcional con un desplazamiento de 28.1 cm. Se **concluyó** que la presencia de una base flexible no tuvo un gran efecto debido a que las características del terreno eran buenas. Se **recomendó** efectuar procedimientos de interacción suelo-estructura como medida de precaución cuando se realice un diseño considerando la normativa peruana. La **relevancia** del estudio fue centrada en mostrar la importancia de la influencia del suelo en conjunto de un análisis no lineal Pushover.

Según Aquino (2015) en su investigación denominada “Comparación de la respuesta estructural de los módulos B y C de la I.E. Julio Ramón Ribeyro considerando y sin considerar la interacción suelo-estructura” cuya **realidad problemática** se centra en la sismicidad del Perú y los efectos nocivos que genera en el suelo respecto de la estructura; la metodología usada fue No experimental descriptiva, el objetivo principal comparar la respuesta estructural de los módulos B y C de la I. E. Julio Ramón Ribeyro considerando base rígida y flexible en la ciudad de Cajamarca; siendo su **muestra** de estudio fueron los módulos B y C de la I. E. Julio Ramón Ribeyro. Como **resultado** principal tenemos que las edificaciones

que consideraron base flexible sus derivas de entrepiso aumentaron en un 2.15% para el módulo B y 2.43 para el módulo C. Se **concluyó** que, la influencia de la interacción suelo-estructura permite amplificar los desplazamientos laterales, de igual forma, el aumento de las derivas conlleva a que la estructura no cumple con la deriva permisible de la E.030 de Diseño Sismorresistente; asimismo, se concluyó que la edificación analizada con base fija mostraba una falsa respuesta sísmica según lo que permite la E.030. Se **recomendó** considerar que los efectos de la interacción suelo y la estructura debe ser incorporado en las normas peruanas, puesto que su implementación permitiría determinar de forma adecuada la respuesta estructural de la edificación. La **relevancia** del estudio fue centrada en mostrar la importancia de la influencia del suelo como propuesta de incorporación a las normativas peruanas.

En el ámbito a nivel local, Abad y Guivar (2019) en su tesis “Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante el Análisis Estático Aplicando la Nueva Norma E-030- 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019” cuya **realidad problemática** se centra la sismicidad en el Perú, el comportamiento estructural de las edificaciones considerando E.030 y los efectos del suelo en la superestructura; la metodología propuesta fue No experimental descriptiva, con su objetivo principal evaluar el comportamiento estructural de la I. E. Sagrado Corazón y verificar si las estructuras ya construidas cumplen con el nuevo reglamento; asimismo, complementándolo con la metodología de Interacción suelo y la estructura, siendo su muestra de estudio la I. E. Sagrado Corazón. Como **resultado** principal referente al tema de la presente investigación se determinó que al incorporar los modelos de coeficientes de rigidez del terreno en la estructura para terrenos con flexibilidad aumentaron las distorsiones máximas de entrepiso, el periodo fundamental, las sollicitaciones mecánicas de carga axial, corte y momento incrementando una comparación con un análisis de base empotrada. De ello se **concluyó** que al realizar un diseño con la incorporación de interacción suelo- estructura aumentaron las dimensiones de los elementos estructurales y se disminuyeron las cuantías de acero referente a un modelo con base empotrada; asimismo, concluyendo que la respuesta sísmica de la edificación se verá disminuida cuando se incluya en el modelo estructural base rígida. El autor **recomienda** que se debe tener en cuenta los efectos de la interacción suelo-

estructura en presencia de suelos y los flexibles donde el comportamiento dinámico es primordial. La **relevancia** de la presente investigación es determinar cuánto puede llegar a influir los efectos del suelo en una estructura que está proyectada cimentarse en suelo flexible.

Como **bases teóricas** referente a la presente investigación tenemos que, Los edificios son obras de arte que las personas diseñan, planifican e implementan en una variedad de espacios, tamaños y formas, la mayoría de las veces para vivir en ellos o para diversos propósitos. (Kumar et al., 2019). La **estructuración es** distribución de los elementos estructurales en una edificación con la finalidad de formar una unidad resistente a cargas externas; asimismo, para determinar una adecuada estructuración se debe tener en cuenta conceptos de resistencia, ductilidad, rigidez lateral, uniformidad y continuidad (Blanco Blasco, 1994). Asimismo, las **vigas** son aquellos elementos estructurales de concreto armado que permite la unión de las columnas o muros estructurales, y que soporta cargas de flexión y cortante (Harmsen, 2002). Las **columnas** son elementos estructurales que transmiten las cargas verticales hacia la cimentación; además, trabajan a flexo compresión y por cortante (McCormac & Brown, 2011). Los **muros de corte** son aquellos elementos estructurales que su función principal es absorber fuerzas cortantes de la edificación (Flores Ocaña & German Rosas, 2020).

La **zapata corrida** es aquel tipo de cimentación en la cual se emplea usualmente para soportar las cargas de muros, también son consideradas como zapatas perimetrales (Oviedo Sarmiento, 2016). Las **zapatas aisladas** son cimentaciones que solo pueden soportar una sola columna, siendo los tipos de zapatas aisladas las centrales, perimetrales y esquinadas (Alva Hurtado, 2002). Las **zapatas combinadas** son aquellas cimentaciones que permiten soportar cargas de dos o más columnas, siendo esta la unión de dos o más zapatas aisladas (González Cuevas & Fernández Villegas, 2013). Las **zapatas conectadas** son el tipo de cimentación que permite la unión de dos zapatas aisladas mediante vigas de cimentación (Morales Morales, 2006). La **losa de cimentación** es aquella cimentación que sus dimensiones abarcan toda el área de construcción de la edificación, siendo empleadas cuando la capacidad portante del suelo es baja y se quiere cubrir los esfuerzos grandes provenientes de la cimentación (Alvarado Chorro et al., 2004).



Los **modos de vibración** son las combinaciones de la respuesta modal de la estructura en función a la rigidez y masa de la estructura (Chopra, 2014). Los **desplazamientos laterales** es la variación de una estructura al estar sometida a una fuerza externa (Villarreal Castro, 2015). Los **sistemas estructurales** más empleados tenemos a, el sistema de concreto armado por **pórticos** es aquel en el cual las columnas y vigas reciben la transmisión de cargas hasta la cimentación. El **sistema dual** es aquel en cual los muros de corte absorben entre 20% a 70% de las fuerzas cortantes en la base. El sistema de **muros estructurales** es aquel sistema en el cual los muros de corte absorben por lo menos el 70% de la fuerza de corte en la base (E.030, 2018). **Diseño estructural** es el proceso de determinación del acero estructural que, relacionada las características del material, sección y criterios consideradas en las normativas, en el Perú la norma que rige el diseño estructural es la Norma E.060 de Concreto armado (E.060, 2009).

Los sismos son medidos la escala de Richter que los clasifica según su intensidad, siendo un sismo de 8 o mayor en la escala de Richter considerado con un gran terremoto (Krawinkler & Seneviratna, 1998). La respuesta sísmica toma en cuenta los lineamientos de la norma E.030 para el desarrollo del análisis sísmico estático y dinámico lineales (Mena et al., 2020). En primer lugar, para determinar ambas metodologías de análisis se deberá tomar en cuenta los parámetros de zona, suelo, tipo de edificación, sistema estructural y coeficientes de reducción sísmica para determinar la fuerza cortante que será aplicada en el centro de masa de la edificación (E.030, 2018).

El **suelo** es un cuerpo que posee propiedades físicas, mecánicas y químicas que pueden ser destinadas para la construcción de edificaciones con la finalidad de soportar las cargas provenientes de la estructura para que ser disipadas y absorbidas por esta (Braja M, 2012). Además, el **módulo de elasticidad** es la capacidad de deformación elástica del suelo al estar expuesto a cargas externas (Khan et al., 2019). El **coeficiente de poisson** en suelos es la característica que permite determinar el elongamiento (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005). La **resistencia al corte** en suelos es las características de los estratos para soportar cargas externas de corte. Asimismo, el **ángulo de fricción** en suelos representa el esfuerzo de ruptura de los estratos medido mediante un ángulo entre los esfuerzos

normales y la tangente de Mohr. La **cohesión** es la condición del suelo para mantener sus partículas unidas siendo sometidas a fuerzas de corte externas (Zeevaert, 1980)

La **interacción suelo-estructura** es la relación de las características del terreno y la cimentación mediante un modelo dinámico (Villarreal Castro, 2017). El modelo de interacción suelo y la estructura más empleada en la actualidad es el de la **Norma Rusa SNIP 2.02.05-87**, que considera la flexibilidad elástica de la cimentación considerando los coeficientes de rigidez de desplazamiento y rotación. El modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 tenemos que, la **capacidad portante** del suelo es la capacidad de los estratos del suelo para resistir a cargas aplicadas sobre él (Terzaghi & Peck, 1973).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

La **investigación aplicada** es aquella en la cual el desarrollo de la investigación se puede realizar a partir de teorías y conocimientos previos (Popper, 2016). Debido al contexto de la investigación se puede deducir que el tipo de investigación es aplicado.

##### 3.1.2 Diseño investigación

Según Heinz Dieteric (1955) la **investigación no experimental descriptiva** es el estudio que describe el comportamiento de las variables. Por esta razón, la investigación fue **no experimental transversal descriptiva** debido a que enumeró y describió los efectos que causa emplear los coeficientes de rigidez en la respuesta sísmica de la estructura analizada.

#### 3.2. Variables y operacionalización

Según Popper (2016) **variable** es propiedad medible que puede tener diferentes indicadores y dimensiones. Como **variable independiente** tenemos a la rigidez del suelo que cuenta con la siguiente **definición conceptual**, mencionando que hace referencia al esquema estructural que considera la flexión del terreno en relación con la cimentación de una estructura. El modelo considera coeficientes de rigidez considerando las 3 direcciones de análisis, así como las rotaciones (Marzban et al., 2011). Como **definición operacional** de la variable se tiene que, para determinar la rigidez del suelo se tomará en cuenta el modelo esquema de flexibilidad del suelo de D.D. Barkan – O.A. Savinov considerando los coeficientes de rigidez de desplazamiento y rotacional. Obtenido los coeficientes se procederá a incorporarlos en el modelo estructural mediante el uso de la herramienta “springs” en el software computacional Etabs (Águila Gómez, 2018). Asimismo, como **variable**

**dependiente** tenemos a la **respuesta sísmica** la cual tiene la siguiente **definición conceptual**, es el comportamiento que presentará una estructura al estar expuesto a diversas fuerzas sísmicas (Gazzani et al., 2019); asimismo su **definición operacional** fue la siguiente, la respuesta sísmica será determinada a partir de un modelamiento estructural de la edificación a partir de los planos estructurales. Posteriormente, se considerará un análisis modal, estático y dinámico lineal para evaluar los modos de vibración, fuerzas cortantes y desplazamientos laterales (Djehaichia y Lassoued, 2019).

### 3.3. Población, muestra y muestreo

Según Guerrero Dávila (2014) **población** es el conjunto de elementos generalizados en el cual se plantea la evaluación de la problemática. Como **población** del presente estudio se tiene que la edificación cuenta con un área de terreno de 300 m<sup>2</sup>, 266.90 m<sup>2</sup> de área construida, cuenta con 06 niveles y su tipo de uso es multifamiliar. Según Pulido Polo (2015) **muestra** es una porción de una población que será analizada en un tiempo establecido. La **muestra** del presente estudio son las condiciones estructurales de un edificio de 06 niveles. Según Cortés Cortés y Iglesias León (2011) el método de **muestreo no probabilístico** es aquel donde el investigador selecciona su muestra de forma aleatoria. En la presente investigación se empleó el método de **muestreo no probabilístico** – teórico que toma los casos prácticos disponibles en un momento dado.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las **técnicas** son un conjunto de procedimientos o métodos de obtención de datos, cuya finalidad es asegurar la eficiencia del proceso investigativo. (Hernández Sampieri et al., 2014). El presente estudio empleó la técnica de **observación** con la cual se apreció las características del suelo, arquitectónicas y de estructuración de la edificación proyectada. Asimismo, empleó la técnica de

**análisis documental** con la cual se recopiló la información necesaria para la fundamentación de la presente investigación. Por último, se hizo uso de la técnica de **ensayos de laboratorio** con la cual se determinó las características geotécnicas del suelo necesarias para el posterior diseño estructural realizado. Los **instrumentos** son los recursos que el investigador utilizará para resolver problemas y fenómenos y extraer información de ellos (Popper, 2016). El presente estudio empleó los siguientes instrumentos: **Ficha de observación**, con la cual se recopiló todas las características del suelo, arquitectónicas y de estructuración de la edificación proyectada. Asimismo, se empleó la Guía **de análisis documental**, con la cual se realizó la recopilación de todas las fuentes que dan sustento al presente estudio. Por último, se usó los **equipos e insumos de laboratorio** con los que se realizó los ensayos necesarios para determinar las características geotécnicas del suelo en el lugar del recinto analizado.

La **validez** en la investigación se refiere a lo que es verdadero o cercano a la verdad. Los resultados del estudio se consideran confiables si el estudio no contiene errores. (Hernández Sampieri et al., 2014). La **validez** de los instrumentos del presente estudio estará dada por el juicio de expertos que certifiquen el contenido y resultados obtenidos.

### **3.5. Procedimientos**

A nivel **metodológico**, el estudio desarrolló un procedimiento consistente para la recolección y análisis de datos. Como **paso 1**, se extrajeron muestras de suelo mediante la prueba SPT. Como **paso 2** se procedió a analizar la muestra de suelo excavada en el laboratorio de mecánica de suelos para determinar las propiedades geotécnicas requeridas para el posterior diseño estructural. Cabe resaltar que toda la información recopilada fue anotada en las fichas de observación.

Como **paso 3** se realizó el modelamiento estructural de la edificación considerando las características de los materiales y rigidez para realizar un análisis sísmico según los planos estructurales y la norma E. 030 de Diseño Sismorresistente; asimismo, se determinó si la estructura cumple con los parámetros máximos de desempeño sísmico para las distintas solicitaciones sísmicas.

Como **paso 4** se aplicaron los coeficientes de rigidez según el modelo de D.D. Barkan – O.A. Savinov para determinar los efectos que produce considerar la interacción suelo-estructura en la edificación, evaluando la respuesta sísmica en función a los periodos de vibración, desplazamientos laterales, fuerzas cortantes y distorsiones de entrepiso.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El análisis de datos consiste en realizar las operaciones a las que el investigador someterá los datos para lograr los objetivos del estudio. (Guerrero Dávila & Guerrero Dávila, 2014). El análisis de datos de forma **descriptiva** se realizó mediante tablas, gráficas, figuras, cuadros, etc.

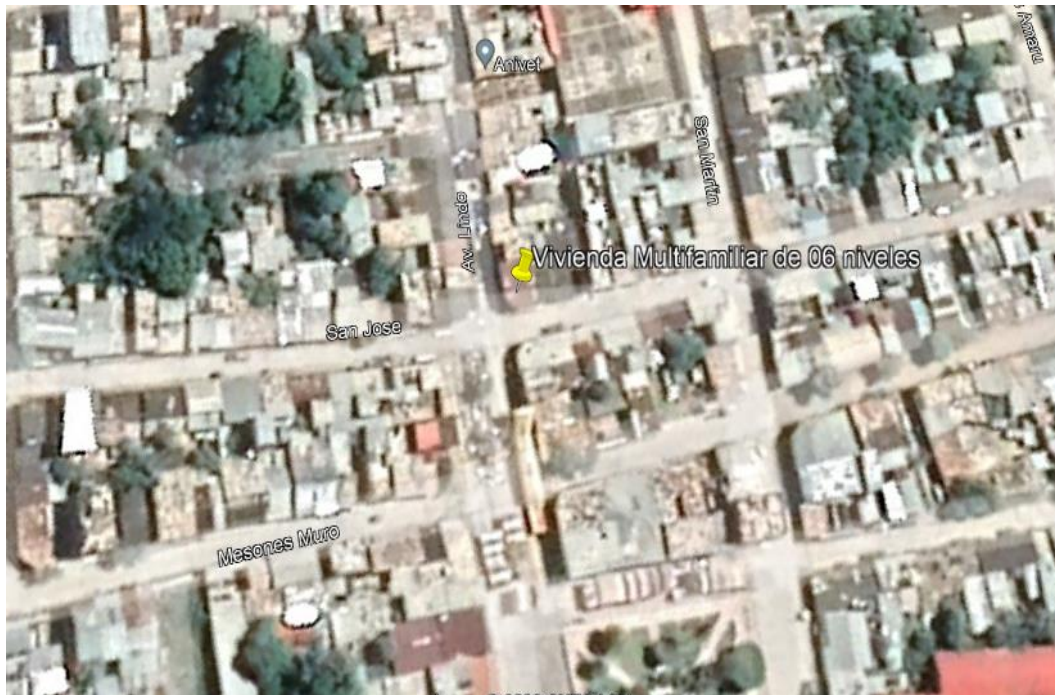
### **3.7. Aspectos éticos**

El autor del informe del proyecto es responsable de la autenticidad del resultado obtenido. Así como acatar con los lineamientos de las normas peruanas aplicadas en la presente investigación. De igual forma, cumplir con los códigos de ética de la UCV, SUNEDU y CIP.

#### IV. RESULTADOS

La presente investigación se realizó en la Avenida Lindo con la Calle San José. En el distrito de Pucará, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. El terreno presentó un área de 266.90 m<sup>2</sup>, en la Figura 1 se muestra la ubicación del predio analizado.

**Figura 1.** Ubicación de la edificación analizada



Fuente. Google Earth.

**objetivo general** Analizar efectos que produce la rigidez del suelo en la respuesta dinámica por sismo en un edificio de 06 pisos en la ciudad de Jaén.

Por consiguiente, se planteó los siguientes **objetivos específicos**: 1) Determinar las características geotécnicas del suelo de estudio, 2) Realizar el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija. 3) Analizar los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87.

Respecto al objetivo específico 1 sobre determinar las características geotécnicas del suelo de estudio en la Tabla 1 se evidencia la clasificación del suelo de estudio determinado a partir de un estudio de suelos basándose en la normativa E.050 (2018). Para determinar las características geotécnicas se empleó un ensayo SPT.

**Tabla 1** Clasificación del suelo de estudio

Descripción		
Clasificación SUCS	SPT 01	SP (Sub estrato de arena de grano medio a fino, de nula plasticidad, medianamente denso, de coloración pardo claro de regular resistencia al corte y penetración en estado natural, húmedo).
	SPT 02	CH (Estrato de arcilla limosa de alta plasticidad, de consistencia media a dura, de coloración gris oscura, humedad progresiva, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural).
	SPT 03	CL (Estrato de arcilla limosa de mediana plasticidad, de consistencia media a dura, de coloración gris oscura, humedad progresiva, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural).

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** La tabla muestra la clasificación del suelo según la metodología SUCS para cada muestra analizada.

De la Tabla 1 se determinó la clasificación de cada muestra de suelo luego de realizar el ensayo SPT, mostrando para el SPT-01 se encontró un estrato de arena de grano medio a fino de nula plasticidad, para el SPT-02 se encontró un estrato de arcilla limosa de alta plasticidad y para el SPT-03 se encontró un estrato de arcilla limosa de mediana plasticidad.

**Tabla 2** Características geotécnicas del suelo

Descripción	
<b>Coefficiente de Poisson (<math>\mu</math>)</b>	0.30
<b>Módulo de elasticidad (<math>E_s</math>)</b>	2000 Tn/m <sup>2</sup>
<b>Capacidad portante del suelo (<math>q_{ad}</math>)</b>	1.66 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de balasto (<math>K_s</math>)</b>	1099 Tn/m <sup>3</sup>

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** La tabla muestra las características del suelo determinadas a partir de un estudio geotécnico en el predio analizado.

De la Tabla 2 se determinó que según las características geotécnicas determinadas a partir de un ensayo SPT el tipo de suelo tomando en cuenta la normativa E.030 fue S2 o Suelo Intermedio. De igual forma, no se encontró nivel freático a la altura de la exploración ejecutada.



**Tabla 3** Ataque químico en suelo

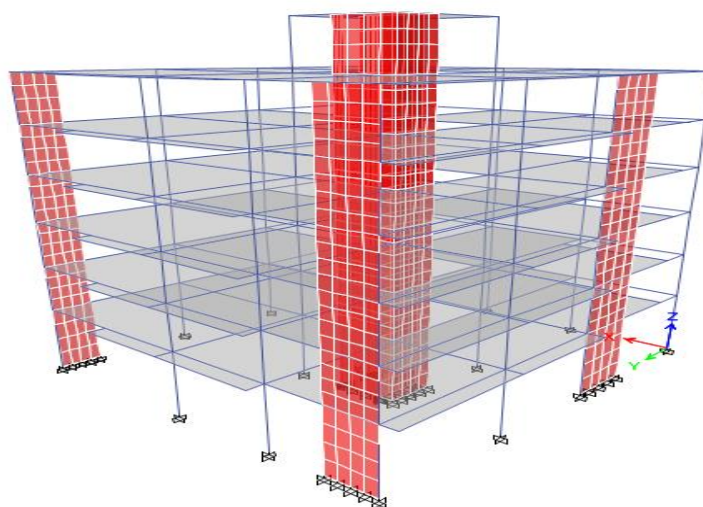
CALICATA N°	Sulfato soluble en agua (SO <sub>4</sub> )
PS-01	0.159
PS-02	0.175
PS-03	0.172

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Las muestras de suelo analizadas presentan presencia moderada de los sulfatos y sales totales al concreto y al fierro por lo cual no es considerada en el análisis posterior realizado.

Respecto al objetivo específico 2 sobre realizar el modelamiento estructural tomando en cuenta las condiciones sísmicas con base empotrada se encontró lo siguiente. En la Figura 5 se muestra el modelo computacional generado en Etabs 2018 considerando base fija de la edificación de 06 niveles considerando las características estructurales de los planos de la edificación.

**Figura 2.** Modelo estructural con base fija



Fuente. Software Etabs 2018.

Lo encontrado respecto al modelo estructural analizado con base fija se evidencia en la Tabla 4 considerando las derivadas a partir de un análisis sísmico según la norma E.030.

**Tabla 4.** Derivas resultantes dirección X – Modelo base fija

Niveles	Desp. Abs (m)	Desp. Abs (0.75R)	Deriv a	Deriva Permisible E.030	Condición
PISO 6	0.01549485	0.0697	0.0034	0.007	OK
PISO 5	0.01335005	0.0601	0.0041	0.007	OK
PISO 4	0.01078805	0.0485	0.0046	0.007	OK
PISO 3	0.00792645	0.0357	0.0048	0.007	OK
PISO 2	0.00496965	0.0224	0.0043	0.007	OK
PISO 1	0.00226765	0.0102	0.0027	0.007	OK

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** De la tabla se puede observar que la estructura analizada considerando base fija o empotrada las derivas en la dirección “X” luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 son menores que la deriva permisible (0.007) por lo cual la estructura cumple con las condiciones estructurales.

**Tabla 5.** Derivas resultantes dirección Y – Modelo base fija

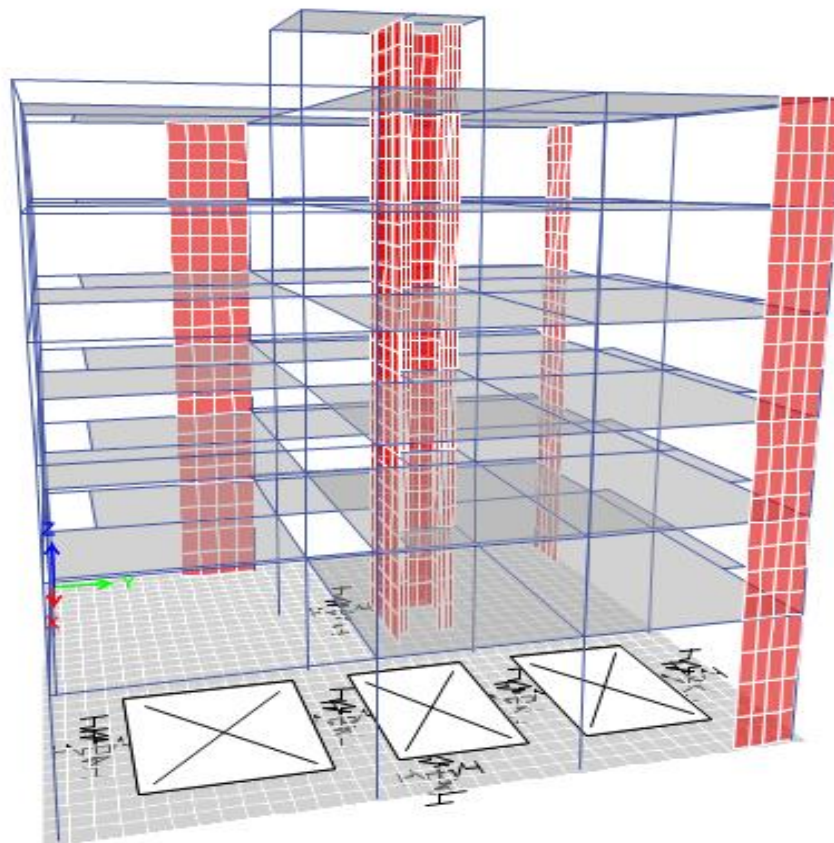
Niveles	Desp. Abs (m)	Desp. Abs (0.75R)	Deriv a	Deriva Permisible E.030	Condición
PISO 6	0.0186508	0.0979	0.0045	0.007	OK
PISO 5	0.0162372	0.0852	0.0056	0.007	OK
PISO 4	0.013272	0.0697	0.0065	0.007	OK
PISO 3	0.009828	0.0516	0.0069	0.007	OK
PISO 2	0.0061628	0.0324	0.0064	0.007	OK
PISO 1	0.0027412	0.0144	0.0037	0.007	OK

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** De la tabla se puede observar que la estructura analizada considerando base fija o empotrada las derivas en la dirección “Y” luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 son menores que la deriva permisible (0.007) por lo cual la estructura cumple con las condiciones estructurales según la normativa.

Respecto al objetivo específico 3 sobre realizar el modelamiento estructural de la edificación analizada considerando las condiciones sísmicas y rigidez del suelo se encontró lo siguiente. En la Figura 6 se muestra el modelo estructural considerando rigidez en el suelo de la edificación de 06 niveles considerando las características estructurales de los planos de la edificación.

**Figura 3.** Modelo estructural con rigidez del suelo



Fuente. Software Etabs 2018.

**Interpretación:** La figura muestra las condiciones estructurales de la edificación modelada considerando la rigidez del suelo y el modelamiento de la cimentación.

Lo encontrado respecto al modelo estructural analizado con rigidez del suelo se muestra en la Tabla 5 considerando las derivadas resultantes de un análisis sísmico según la norma E.030.

**Tabla 6.** Derivas resultantes Dirección “X”– Modelo con rigidez del suelo

Niveles	Desp. Abs (m)	Desp. Abs (0.75R)	Deriva	Deriva Permisible E.030	Condición
PISO 6	0.02054325	0.0924	0.0045	0.007	OK
PISO 5	0.01771245	0.0797	0.0053	0.007	OK
PISO 4	0.01443085	0.0649	0.0058	0.007	OK
PISO 3	0.01082725	0.0487	0.0060	0.007	OK
PISO 2	0.00710885	0.0320	0.0056	0.007	OK
PISO 1	0.00365365	0.0164	0.0043	0.007	OK

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se observó que la estructura analizada considerando rigidez del suelo las derivas resultantes en la dirección “X” luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 son menores que la deriva permisible (0.007) por lo cual la estructura cumple con las condiciones estructurales según la normativa.

**Tabla 7.** Derivas resultantes Dirección “Y”– Modelo con rigidez del suelo

Niveles	Desp. Abs (m)	Desp. Abs (0.75R)	Deriva	Deriva Permisible E.030	Condición
PISO 6	0.02260965	0.1187	0.0056	0.007	OK
PISO 5	0.01959965	0.1029	0.0067	0.007	OK
PISO 4	0.01601845	0.0841	0.0076	0.007	NO CUMPLE
PISO 3	0.01194165	0.0627	0.0081	0.007	NO CUMPLE
PISO 2	0.00763245	0.0401	0.0076	0.007	NO CUMPLE
PISO 1	0.00356125	0.0187	0.0049	0.007	OK

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se observó que la estructura analizada considerando rigidez del suelo las derivas resultantes en la dirección “Y” luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 en el nivel 2, 3 y 4 no cumplen con la normativa debido a que son mayores que la deriva permisible (0.007) por lo cual la estructura no cumple con las condiciones estructurales según la normativa para la dirección de análisis.

Respecto al objetivo específico 4 sobre analizar los efectos de la rigidez suelo empleando la Norma Rusa se encontró lo siguiente. Para realizar la comparación estadística se tomó en cuenta el modelo estructural que considera la base fija o empotrada y el modelo con rigidez del suelo.

En primer lugar, se determinó la influencia de los periodos de vibración para los modelos que consideran la rigidez en el suelo y base fija.

**Tabla 8.** Periodos de vibración – Base fija vs Rigidez del suelo

Periodo de vibración	Modelo Base Fija	Modelo con rigidez del suelo	Variación	Variación promedio
1	0.539	0.598	9.87%	
2	0.458	0.532	13.91%	
3	0.418	0.462	9.52%	
4	0.15	0.158	5.06%	
5	0.12	0.132	9.09%	
6	0.109	0.128	14.84%	
7	0.073	0.078	6.41%	
8	0.057	0.064	10.94%	
9	0.052	0.061	14.75%	
10	0.046	0.049	6.12%	7.58%
11	0.042	0.044	4.55%	
12	0.036	0.038	5.26%	
13	0.031	0.035	11.43%	
14	0.031	0.032	3.13%	
15	0.027	0.028	3.57%	
16	0.026	0.026	0.00%	
17	0.023	0.025	8.00%	
18	0.023	0.023	0.00%	

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se determinó que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un aumento de los periodos de vibración en un 7.58% respecto al modelo con base fija, por lo cual se denota un aumento una disminución de la rigidez en la estructura si se considera base fija.

En la Tabla 9 se muestra la variación promedio para los desplazamientos laterales considerando ambos modelos.

**Tabla 9.** Desplazamientos laterales en “X” – Base fija vs Rigidez del suelo

NIVEL	Con rigidez del suelo d (m)	Base Fija d (m)	Variación	Variación promedio
6	0.093	0.069	25.33%	
5	0.080	0.060	25.45%	
4	0.065	0.048	26.17%	
3	0.049	0.035	27.94%	29.58%
2	0.033	0.022	31.76%	
1	0.017	0.010	40.81%	

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se determinó que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un incremento en los desplazamientos del Nivel 1 del 40.81%, en el Nivel 2 un 31.76%, en el Nivel 3 un 27.94%, en el Nivel 4 un 26.17%, en el Nivel 5 en un 25.45% y en el Nivel 6 un 25.33%. De los desplazamientos laterales de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 29.58%.

En la Tabla 10 se muestra la variación promedio para los desplazamientos laterales considerando ambos modelos.

**Tabla 10.** Desplazamientos laterales en “Y” – Base fija vs Rigidez del suelo

NIVEL	Con rigidez del suelo d (m)	Base Fija d (m)	Variación	Variación promedio
6	0.122	0.097	19.96%	
5	0.106	0.085	19.93%	
4	0.087	0.069	20.46%	
3	0.066	0.051	22.02%	23.89%
2	0.043	0.032	25.70%	
1	0.022	0.014	35.27%	

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se determinó que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un incremento en los desplazamientos del Nivel 1 del 35.27%, en el Nivel 2 un 25.70%, en el Nivel 3 un 22.02%, en el Nivel 4 un 20.46%, en el Nivel 5 en un 19.93% y en el Nivel 6 un 19.96%. De los desplazamientos laterales de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 23.89%. De los resultados obtenidos a partir de variación al considerar rigidez del suelo respecto a los

desplazamientos laterales se obtuvo una variación general para ambas direcciones de 26.73%.

En la Tabla 11 se observa la variación promedio para las derivas de entrepiso considerando ambos modelos.

**Tabla 11.** Derivas de entrepiso en “X” – Base fija vs Rigidez del suelo

NIVEL	Con rigidez del suelo	Base Fija	Variación	Variación promedio
	m/m	m/m		
6	0.005	0.003	24.23%	
5	0.005	0.004	21.93%	
4	0.006	0.005	20.59%	24.49%
3	0.006	0.005	20.48%	
2	0.006	0.004	21.80%	
1	0.004	0.003	37.93%	

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se determinó que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un incremento de las derivas en la dirección “X” en el Nivel 1 del 37.93%, en el Nivel 2 un 21.80%, en el Nivel 3 un 20.48%, en el Nivel 4 un 20.59%, en el Nivel 5 en un 21.93% y en el Nivel 6 un 24.23%. De derivas de entrepiso de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 24.49%.

En la Tabla 12 se muestra la variación promedio para las derivas de entrepiso considerando ambos modelos.

**Tabla 12.** Derivas de entrepiso en “Y” – Base fija vs Rigidez del suelo

NIVEL	Con rigidez del suelo	Base Fija	Variación	Variación promedio
	m/m	m/m		
6	0.006	0.002	59.81%	
5	0.007	0.003	54.81%	
4	0.008	0.004	50.89%	50.49%
3	0.008	0.004	47.82%	
2	0.008	0.004	45.94%	
1	0.005	0.003	46.38%	

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se determinó que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un aumento de las derivas de entrepiso en el Nivel 1 del 46.38%, en el Nivel 2 un

45.94%, en el Nivel 3 un 47.82%, en el Nivel 4 un 50.89%, en el Nivel 5 en un 54.81% y en el Nivel 6 un 59.81%. De las derivas de entrepiso de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 50.49%. De los resultados obtenidos a partir 13 de variación al considerar rigidez del suelo respecto a las derivas de entrepiso se obtuvo una variación general para ambas direcciones de 37.72%.

En la Tabla 13 se muestra la diferencia promedio para las fuerzas cortantes considerando ambos modelos.

**Tabla 13.** Fuerzas cortantes de entrepiso en “X” – Base fija vs Rigidez del suelo

NIVEL	Con rigidez del suelo	Base Fija	Variación	Variación promedio
	Tn	Tn		
6	58.81	54.68	7.03%	
5	109.13	100.92	7.52%	
4	148.11	136.48	7.85%	
3	177.86	162.88	8.42%	8.49%
2	199.27	180.62	9.36%	
1	213.50	190.47	10.79%	

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** Se determinó que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un aumento de las fuerzas cortantes de entrepiso en la dirección “X” en el Nivel 1 del 10.79%, en el Nivel 2 un 9.36%, en el Nivel 3 un 8.42%, en el Nivel 4 un 7.85%, en el Nivel 5 en un 7.52% y en el Nivel 6 un 7.03%. De derivas de entrepiso de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 8.49%.

En la Tabla 14 se mostró la variación promedio para las fuerzas cortantes de entrepiso considerando ambos modelos.



**Tabla 14.** Fuerzas cortantes de entrepiso en “Y” – Base fija vs Rigidez del suelo

NIVEL	Con rigidez del suelo	Base Fija	Variación	Variación promedio
	Tn	Tn		
6	44.20	40.33	8.76%	
5	82.88	75.17	9.31%	
4	113.26	102.30	9.68%	
3	136.32	122.50	10.14%	10.10%
2	152.38	135.87	10.83%	
1	162.30	143.07	11.85%	

Fuente. Elaboración propia.

**Interpretación:** De la Tabla se determinó que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un aumento de las fuerzas cortantes de entrepiso en el Nivel 1 del 11.85%, en el Nivel 2 un 10.83%, en el Nivel 3 un 10.14%, en el Nivel 4 un 9.68%, en el Nivel 5 en un 9.31% y en el Nivel 6 un 8.76%. De las derivas de entrepiso de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 10.10%. De los resultados obtenidos a partir de variación al considerar rigidez del suelo respecto a las derivas de entrepiso se obtuvo una variación general para ambas direcciones de 9.29%.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación los efectos que produce la rigidez sobre suelo se podrá evaluar la respuesta dinámica en un edificio de 06 pisos de alturas en la ciudad de Jaén. Lo anteriormente mencionado se logró modelando la estructura y especificando al programa etabs la rigidez del suelo , tal y como se muestra en la figura 3, esto nos arrojó resultados lo siguientes resultados: Se observó que en la tabla 6 las derivas resultantes en la dirección “X” luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 son menores que la deriva permisible (0.007), las derivas resultantes en la dirección “Y” luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 en el nivel 2, 3 y 4 no cumplen con la normativa debido a que son mayores que la deriva permisible (0.007) por lo cual la estructura no cumple con las condiciones estructurales según la normativa para la dirección de análisis. Todos estos resultados fueron considerando la rigidez del suelo. De acuerdo con Rama Rao (2021) a través de la revista Indian Academy of Sciences la investigación denominada “Soil-structure interaction effects on seismic response of open ground storey buildings”. Nos indica que los desplazamientos laterales, las vibraciones y fuerzas cortantes de la estructura se vieron afectados ante la presencia de lo flexible de la cimentación. Se concluyó que considerar la flexibilidad en la base aumenta, desplazamientos laterales, los periodos de vibraciones y fuerzas cortantes dependiendo de las características de la edificación, tipo de cimentación y terreno. Con lo anteriormente mencionado se puede decir que nuestra hipótesis general es correcta.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación la determinación de las características geotécnicas del suelo podrá ayudar en la evaluación de la interacción suelo estructura. Lo anteriormente mencionado se logró llevando muestras del suelo a un laboratorio del cual el resultado fue el siguiente: Coeficiente de poisson = 0.30, Modulo de elasticidad = 2000 Tn/m<sup>2</sup>, Capacidad portante del suelo = 1.66 kg/cm<sup>2</sup>, Coeficiente de balasto = 1099 Tn/m<sup>3</sup>. Todos estos resultados determinaron que las características geotécnicas determinadas a partir de un ensayo SPT el tipo de suelo tomando en cuenta la normativa E.030 fue S2 o Suelo Intermedio. De igual forma, no se encontró nivel freático a la altura de la exploración ejecutada. De igual manera se determinó la clasificación de cada muestra de suelo luego de realizar el ensayo SPT, mostrando para el SPT-01 se encontró un estrato de arena de grano medio a fino de

nula plasticidad, para el SPT-02 se encontró un estrato de arcilla limosa de alta plasticidad y para el SPT-03 se encontró un estrato de arcilla limosa de mediana plasticidad. De acuerdo con Llanos (2020) a través de la revista Científica de la UCSA la investigación denominada “Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas a porticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca” nos dice que a medida que se analizaba la flexibilidad en el suelo en las viviendas se denotaba que sus efectos eran más significativos en las edificaciones con mayor número de niveles aumentando sus periodos de vibración y desplazamientos laterales. Se concluyó que la influencia de la interacción suelo y la estructura es mayor a medida del edificio tiene mayor altura. Con lo anteriormente mencionado se puede decir que nuestra hipótesis específica 1 es correcta.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija se podrá determinar mejor lo resultados de la siguiente manera: la tabla 4 se puede observar que la estructura analizada considerando base fija o empotrada las derivas en la dirección “X” cumplen con la norma E.030, las cuales son menores que la deriva permisible (0.007). en la tabla 5 se puede observar que la estructura analizada considerando base fija o empotrada las derivas en la dirección “Y” cumplen con lo establecido en la E.030. de acuerdo con Abad y Guivar (2019) en su tesis “Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante el Análisis Estático Aplicando la Nueva Norma E-030- 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019”. Nos indica que al incorporar los modelos de coeficientes de rigidez del terreno en la estructura para terrenos con flexibilidad aumentaron las distorsiones máximas de entrepiso, el periodo fundamental, las solicitaciones mecánicas de carga axial, corte y momento incrementando una comparación con un análisis de base empotrada. De ello se **concluyó** que al realizar un diseño con la incorporación de interacción suelo-estructura aumentaron las dimensiones de los elementos estructurales y se disminuyeron las cuantías de acero referente a un modelo con base empotrada; asimismo, concluyendo que la respuesta sísmica de la edificación se verá disminuida cuando se incluya en el modelo estructural base rígida. Con lo anteriormente mencionado se puede decir que nuestra hipótesis específica 2 es correcta.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los efectos de la rigidez de suelo-estructura considerando la norma rusa SNIP 2.02.05-87 nos indica que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un aumento de los periodos de vibración en un 7.58% respecto al modelo con base fija, por lo cual se denota un aumento una disminución de la rigidez en la estructura si se considera base fija. De igual manera las derivas en la dirección "X" en el Nivel 1 del 37.93%, en el Nivel 2 un 21.80%, en el Nivel 3 un 20.48%, en el Nivel 4 un 20.59%, en el Nivel 5 en un 21.93% y en el Nivel 6 un 24.23%. De derivas de entrepiso de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 24.49% y la derivas en "Y" en el Nivel 2 un 45.94%, en el Nivel 3 un 47.82%, en el Nivel 4 un 50.89%, en el Nivel 5 en un 54.81% y en el Nivel 6 un 59.81%. De las derivas de entrepiso de cada nivel de la estructura se obtuvo que la variación promedio fue de 50.49%. De los resultados obtenidos a partir 13 de variación al considerar rigidez del suelo respecto a las derivas de entrepiso se obtuvo una variación general para ambas direcciones de 37.72%. Esto coincide con Aquino (2015) en su investigación denominada "Comparación de la respuesta estructural de los módulos B y C de la I.E. Julio Ramón Ribeyro considerando y sin considerar la interacción suelo-estructura". La cual nos indica que las edificaciones que consideraron base flexible sus derivas de entrepiso aumentaron en un 2.15% para el módulo B y 2.43 para el módulo C. Se **concluyó** que, la influencia de la interacción suelo-estructura permite amplificar los desplazamientos laterales, de igual forma, el aumento de las derivas conllevó a que la estructura no cumple con la deriva permisible de la E.030 de Diseño Sismorresistente; asimismo, se concluyó que la edificación analizada con base fija mostraba una falsa respuesta sísmica según lo que permite la E.030. Con lo anteriormente mencionado se puede decir que nuestra hipótesis específica 3 es correcta

## VI. CONCLUSIONES

- Se analizó los efectos que produce la rigidez del suelo en la respuesta dinámica por sismo en un edificio de 06 pisos en la ciudad de Jaén y se obtuvo que en la tabla 6 las derivas resultantes en la dirección "X" luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 son menores que la deriva permisible (0.007), las derivas resultantes en la dirección "Y" luego de aplicar los lineamientos de la norma E.030 en el nivel 2, 3 y 4 no cumplen con la normativa debido a que son mayores que la deriva permisible (0.007).
- Se determinó las características geotécnicas del suelo de estudio y se obtuvo que el Coeficiente de poisson = 0.30, Modulo de elasticidad = 2000 Tn/m<sup>2</sup>, Capacidad portante del suelo = 1.66 kg/cm<sup>2</sup>, Coeficiente de balasto = 1099 Tn/m<sup>3</sup>. Todos estos resultados determinaron que las características geotécnicas determinadas a partir de un ensayo SPT el tipo de suelo tomando en cuenta la normativa E.030 fue S2.
- Se realizó el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija y se obtuvo que la dirección "X" cumplen con la norma E.030, las cuales son menores que la deriva permisible (0.007). en la tabla 5 se puede observar que la estructura analizada considerando base fija o empotrada las derivas en la dirección "Y" cumplen con lo establecido en la E.030.
- Se analizó los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de la norma rusa SNIP 2.02.5-87 y se obtuvo que el modelo que consideró la rigidez del suelo mostró un aumento de los periodos de vibración en un 7.58% respecto al modelo con base fija, por lo cual se denota un aumento una disminución de la rigidez en la estructura si se considera base fija.

## VII. RECOMENDACIONES

- El efecto de interacción suelo – estructura en el análisis de edificaciones debe ser implementado en la normativa peruana, ya que considerando este efecto se tiene una mejor respuesta estructural de las edificaciones.
- Para futuras investigaciones sobre interacción suelo – estructura, se debe realizar un análisis más profundo considerando los diferentes tipos de suelos, tipos de cimentación y sistemas estructurales. Así como también elaborar un análisis de costos al aplicar el efecto de interacción suelo – estructura en edificaciones.
- Para un estudio más detallado se recomienda realizar un modelamiento matemático con los materiales y características reales de la estructura para verificar el comportamiento de la estructura frente a un sismo.
- Se recomienda realizar ensayos dinámicos, considerando la carga dinámica, para obtener propiedades dinámicas del suelo más reales, mediante pruebas de campo o ensayos de laboratorio, según la importancia del proyecto.

## REFERENCIAS

- ABAD, D. y GUIVA, N., (2019). Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante el Análisis Estático Aplicando la Nueva Norma E-030-2018 en la IE Sagrado Corazón, Jaén - 2019. Cajamarca: Universidad Nacional de Jaén.
- ÁGUILA, C. (2018). Influencia de considerar el análisis dinámico por interacción suelo-estructura en la respuesta sísmica de edificios de hormigón armado.
- ALVA, J. (2002). Dinámica de suelos. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- ALVARADO, L.; PINEDA, S. & VENTURA, J. (2004). Diseño de elementos estructurales en edificios de concreto reforzado. Universidad de El Salvador.
- AQUINO, C. y RODRÍGUEZ, M. (2015). Comparación de la respuesta estructural de los módulos B y C de la I.E. Julio Ramón Ribeyro considerando y sin considerar la interacción suelo-estructura.
- BAENA, G. (2017). Metodología de la investigación (Tercera). ISBN: 9786077447481
- BLANCO, A. (1994). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto armado. Colegio de Ingenieros del Perú, Lima.
- BRAJA, D. (2012). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. Cengage Learning, México.
- CHOPRA, A. (2014). Dinámica de estructuras. Pearson, México.
- CORTÉS, M. y IGLESIAS, M. (2011). Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación.
- DJEHAICHIA, S. y LASSOUED, R. (2019). Non-linear behaviour of structural walls. 7(1), 14-21. <https://doi.org/10.2495/CMEM-V7-N1-14-21>
- ELMORSY, M.; GHALEB, A.; EL-ZOUGHIBY, M. y ASSISTANT, T. (2019). Performance-based seismic assessment of. 164, 1-14.
- FLORES, F. y GERMAN, E. (2020). Diseño estructural de la institución educativa N° 80445 - nivel secundaria del anexo de Patamarca, distrito de Huancaspata, provincia de Pataz, La Libertad. Universidad César Vallejo.
- GAZZANI, V.; POIANI, M.; CLEMENTI, F.; PACE, G. y LENCI, S. (2019). Influence of FE Modelling Approaches on Vulnerabilities of RC School

- Buildings and Proposal of a CFRP Retrofitting Intervention. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 13(1), 269-287. <https://doi.org/10.2174/1874836801913010269>
- GHANDIL, M. y BEHNAMFAR, F. (2017). Ductility demands of MRF structures on soft soils considering soil-structure interaction. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 92, 203-214. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2016.09.051>
- GONZÁLEZ, O. y FERNÁNDEZ, F. (2013). Aspectos fundamentales del concreto reforzado. LIMUSA, México.
- GUERRERO, G. y GUERRERO, M. (2014). Metodología de la investigación: bachillerato general. ISBN: 9702409896.
- HARMSSEN, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- HEINZ, D. (1955). Nueva guía para la investigación científica. En *Anais brasileiros de ginecologia* (Vol. 39, Número 4).
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. (2014). Metodología de la investigación. En McGraw - Hill (Sexta).
- ISODORO, C. (2016). Interacción Dinámica Suelo-Estructura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- JUÁREZ, E. y RICO, A. (2005). Fundamentos de la Mecánica de suelos Tomo 1. LIMUSA, México. ISBN: 9681800699
- KHAN, B.; FAROOQ, H.; USMAN, M.; BUTT, F.; KHAN, A. y HANIF, A. (2019). Effect of soil-structure interaction on a masonry structure under train-induced vibrations. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings*, 172(12), 922-934. <https://doi.org/10.1680/jstbu.18.00131>
- KRAWINKLER, H. y SENEVIRATNA, G. (1998). Pros and cons of a pushover analysis of seismic performance evaluation. *Engineering Structures*.
- KUMAR, V.; MAHALINGAM, C. y KRISHNA, M. (2019). A Nonlinear Static Research on A G + 5 Storey Existing RC Structure Under Seismic Loading. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 2, 1078-1082.
- LLANOS, A.; CATAFORA, G.; GALARZA, C. y MAMANI, M. (2020). Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas a porticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca. *Revista Científica de la UCSA*, 7, 70-81.



- MARZBAN, S.; BANAZADEH, M. y AZARBAKHT, A. (2011). Seismic performance of reinforced concrete shear wall frames considering soil–foundation–structure interaction. *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 24, 421-439. <https://doi.org/10.1002/tal>
- MCCORMAC, J. y BROWN, R. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. Alfaomega Grupo Editorial, México.
- MENA, M.; PALACIOS, V. y CÓRDOVA, D. (2020). Evaluation of the efficiency of static linear analysis against height and structural irregularity using commercial ETABS software. *Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development*, 1-7. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.540>
- MORALES, R. (2006). *Diseño en concreto armado*. Editorial instituto de la construcción y gerencia, Lima.
- NGUYEN, H., y SHIN, M. (2021). Effects of soil–structure interaction on seismic performance of a low-rise R/C moment frame considering material uncertainties. *Journal of Building Engineering*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102713>
- OVIDO, R. (2016). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto Armado*. Oviedo Ingeniería EIRL, Lima.
- POPPER, K. (2016). La lógica en la investigación científica. En Editorial Tecnos (Vol. 86, Número 2). <https://doi.org/10.1016/j.acmx.2016.01.006>
- PULIDO, M. (2015). *Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica*. <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion-cientifica/>
- QUIRÓZ, A. (2014). *Evaluación de los defectos en la construcción de viviendas informales de albañilería en el Sector Fila Alta, Provincia Jaén Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- RAMA, G.; SUNIL, J. y VIJAYA, R. (2021). Soil-structure interaction effects on seismic response of open ground storey buildings. *Indian Academy of Sciences*, 46(2). <https://doi.org/10.1007/s12046-021-01633-0>
- SAAVEDRA, M. (2020). *Desempeño sísmico considerando la interacción suelo-estructura de un edificio multifamiliar de tres niveles, baños del inca-Cajamarca, 2019*. Universidad Privada del Norte.
- SENCICO. (2009). *Norma Técnica E.060 Concreto Armado*. Lima, Perú. ISBN

978-9972-9433-4-8.

SENCICO. (2018). Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Resolución Ministerial N.º 355-2018 - Lima, Perú.

SHAH, M.; SHAH, M.; SCURTU, I. y DRAGAN, C. (2021). Performance Evaluation of Reinforced Concrete Frame Structure. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 635(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/635/1/012011>

TAVERA, H. (2014). Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú. IGP, Lima.

TERZAGHI, K. y PECK, R. (1973). Mecánica de suelo en la ingeniería práctica. El Ateneo, España.

VILLARREAL, G. (2009). Interacción suelo estructura en edificaciones con zapatas aisladas. Asamblea Nacional de Rectores, Lima.

VILLARREAL, G. (2015). Resistencia de Materiales. Asamblea Nacional de Rectores, Lima.

VILLARREAL, G. (2017). Interacción sísmica de suelo - estructura en edificaciones con plateas de cimentación. Gráfica Norte S.R.L. Calle, Trujillo.

ZEEVAERT, L. (1980). Interacción suelo - estructura de cimentación. LIMUSA, México.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Evaluación del efecto de rigidez del suelo para evaluar la respuesta dinámica frente a sismo en el caso de infraestructura de 06 pisos, Jaén - Cajamarca - 2022					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<b>INDEPENDIENTE:</b> Rigidez del suelo	Esquema estructural que considera la flexibilidad de suelo en relación con la cimentación de una estructura. El modelo considera coeficientes de rigidez considerando las 3 direcciones de análisis, así como las rotaciones (Marzban et al., 2011).	Para determinar la rigidez del suelo se tomará en cuenta el modelo Esquema de flexibilidad del suelo de D.D. Barkan – O.A. Savinov considerando los coeficientes de rigidez de desplazamiento y rotacional. Obtenido los coeficientes se procederá a incorporarlos en el modelo estructural mediante el uso de la herramienta “springs” en el software computacional Etabs (Águila Gómez, 2018).	Esquema de flexibilidad del suelo de D.D. Barkan – O.A. Savinov	Coeficientes de rigidez de desplazamiento	De razón
				Coeficientes de rigidez rotacional	De razón
<b>DEPENDIENTE:</b> Respuesta sísmica	Es el comportamiento que presentará una estructura al estar expuesto a diversas fuerzas sísmicas (Gazzani et al., 2019).	Será determinada a partir de un modelamiento estructural de la edificación a partir de los planos estructurales. Posteriormente, se considerará un análisis modal, estático y dinámico lineal para evaluar los modos de vibración, fuerzas cortantes y desplazamientos laterales (Djehaichia y Lassoued, 2019).	Comportamiento modal	Modos de vibración	De razón
			Comportamiento elástico lineal	Fuerzas cortantes	De intervalo
				Desplazamiento laterals	De intervalo

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipotesis	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTOS	Metodología	
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>INDEPENDIENTE:</b> Rigidez del suelo	Esquema de flexibilidad del suelo de D.D. Barkan – O.A. Savinov	Coeficientes de rigidez de desplazamiento	Guía de Observación	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada  <b>Diseño de la investigación:</b> No experimental transversal descriptivo  <b>Población:</b> La edificación cuenta con un área de terreno de 300 m2, 266.90 m2 de área construida, cuenta con 06 niveles y su tipo de uso es multifamiliar.  <b>Muestra:</b> Son las condiciones estructurales de la edificación de 06 niveles.  <b>Muestreo:</b> Se utilizará el método de muestreo no probabilístico – teórico.	
¿Como podemos evaluar los efectos de la rigidez del suelo para determinar la respuesta dinamica ante evento sismico de un edificio de 06 pisos en Jaén?	Analizar efectos que produce la rigidez del suelo en la respuesta dinámica por sismo en un edificio de 06 pisos en la ciudad de Jaén.	Analizando los efectos que produce la rigidez suelo se podra evaluar correctamente la respuesta dinamica ante sismo en edificios de 06 pisos de altura en la ciudad de Jaén.						Coeficientes de rigidez de desplazamiento
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipotesis Especificas</b>			Determinando las características geotécnicas del suelo de estudio.	Modos de vibración Fuerzas cortantes		Equipos e insumos de laboratorio Ficha de observación
¿Cuáles son las características geotécnicas del suelo de estudio?,	Determinar las características geotécnicas del suelo de estudio.	Realizando el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija.						
¿Cómo será el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija?	Realizar el modelamiento estructural de la edificación considerando condiciones sísmicas y base fija.	Analizando los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87.	<b>DEPENDIENTE:</b> Respuesta sísmica	Comportamiento modal	Modos de vibración	Guía de Observación		
¿Cuáles son los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87?	Analizar los efectos de la rigidez suelo-estructura considerando el modelo de Norma Rusa SNIP 2.02.05-87.	Comportamiento elástico lineal (capacidad portante)						

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

E.030

DESPLAZAMIENTO MAX vs FUERZA CORTANTE			
5			0.000
4			0.000
3			0.000
2			0.000
1			0.000

DRIFT DE ENTREPISO "X"		
FISO	d/h	0.75*R
5		0.000
4		0.000
3		0.000
2		0.000
1		0.000

DESPLAZAMIENTO MAX vs FUERZA CORTANTE			
5			0.000
4			0.000
3			0.000
2			0.000
1			0.000

DRIFT DE ENTREPISO "Y"		
5		0.000
4		0.000
3		0.000
2		0.000
1		0.000

E.030 CON ISE

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO vs FUERZA CORTANTE			
5			0.000
4			0.000
3			0.000
2			0.000
1			0.000

DRIFT DE ENTREPISO "X"		
FISO	d/h	0.75*R
5		0.000
4		0.000
3		0.000
2		0.000
1		0.000

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO vs FUERZA CORTANTE			
5			0.000
4			0.000
3			0.000
2			0.000
1			0.000

DRIFT DE ENTREPISO "Y"		
5		0.000
4		0.000
3		0.000
2		0.000
1		0.000

**VERIFICACION SISTEMA ESTRUCTURAL EN DIRECCION "X"**

<b>CORTANTE EN LAS PLACAS</b>				
PLACA	SENTIDO	CARGA	Station	V2 (Ton)
Piso 1	X	S Din "X"	Bottom	0

$V_{din} \geq 80\%V_{est}$  (REGULARES)     $F.E * V_{din} \geq 80\%V_{est}$  (REGULARES)

	V dinamica=	V estatica=	%Norma	F.E
DIR "X-X"				

**V din X\* F.E=**

**PORCENTAJE DE MUROS=**

<b>SISTEMA ESTRUCTURAL=</b>	<b>MUROS ESTRUCTURALES</b>	<p>Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.</p>
-----------------------------	----------------------------	--

**4.6.4 Fuerza Cortante Mínima**  
 Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.  
 Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

**VERIFICACION SISTEMA ESTRUCTURAL EN DIRECCION "Y"**

<b>CORTANTE EN LAS PLACAS</b>				
PISO	COLUMN	CARGA	Station	V3 (Ton)
Piso 1	P1	S Din "Y"	Bottom	0

$V_{din} \geq 80\%V_{est}$  (REGULARES)     $F.E * V_{din} \geq 80\%V_{est}$  (REGULARES)

	V dinamica=	V estatica=	%Norma	F.E
DIR "Y-Y"				

**Vdin Y\* F.E=**

**PORCENTAJE DE MUROS=**

<b>SISTEMA ESTRUCTURAL=</b>	<b>DUAL</b>	<p>Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.</p>
-----------------------------	-------------	---

**4.6.4 Fuerza Cortante Mínima**  
 Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.  
 Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL LINEAL - "X"**

**1. Pesos de la edificación por nivel**

	Masa (Tn*s <sup>2</sup> /m)	Peso (Tn)	Altura (m)
6° NIVEL			
5° NIVEL			
4° NIVEL			
3° NIVEL			
2° NIVEL			
1° NIVEL			
<b>TOTAL:</b>			

**2. Cálculo del periodo fundamental de vibración**

**Especificaciones de la estructura**  
 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

hn =	0.000
Ct =	60.000

T =

T (Etabs) =

**3. Factor de amplificación sísmica (C)**

<b>Tipo de Suelo:</b>	S2	<b>Suelos Intermedios</b>		
-----------------------	----	---------------------------	--	--

Perfil de Suelo				
Tipo de Suelo	S0	S1	S2	S3
Tp (s)	0.3	0.4	0.6	1
Tl (s)	3	2.5	2	1.6

Tp =		T < Tp	C = 2.5
Tl =		Tp < T < Tl	C = 2.5 * (Tp/T)
T =		T > Tl	C = 2.5 * (Tl/T <sup>2</sup> )

C = 1° Condición

**4. Categoría de la edificación y factor de uso**

<b>Tipo de edificación</b>	Tipo C	<b>Edificaciones Comunes</b>
----------------------------	--------	------------------------------

U =

**5. Factor de zona "Z"**

<b>Zona:</b>	ZONA 3
--------------	--------

Z =

**6. Factor de suelo "S"**

<b>Tipo de suelo</b>	
<b>Zona:</b>	

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
ZONA 4	0.8	1	1.05	1.1
ZONA 3	0.8	1	1.15	1.2
ZONA 2	0.8	1	1.2	1.4
ZONA 1	0.8	1	1.6	2

S =

**7. Cálculo de coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R)**

<b>Sistema Estructural</b>	
----------------------------	--

Ra =	
Ia =	
Ip =	

R =

**8. Comprobación de C/R**

C =	
R =	

C/R =  ≥ 0.110

**9. Cortante basal (cortante de piso)**

V =

**10. Distribución de la fuerza sísmica en altura**

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{i=1}^n P_i(h_i)^k}$$

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.  
 b) Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

V =  T =  k =

Nivel	Pi	hi x nivel	hi	(hi) <sup>k</sup>	Pi*(hi) <sup>k</sup>	α <sub>i</sub>	V	F <sub>i</sub>	Vi
6									
5									
4									
3									
2									
1									
<b>Σ</b>									
<b>TOTAL</b>									

## IRREGULARIDAD EN ALTURA

### 1. Irregularidad de piso blando:

**Irregularidad de Rigidez – Piso Blando**  
 Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.  
 Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

0,75

PISO BLANDO					
Story	Ki (Tn/m)	0.7 Ki+1	0.8 Promedio de entrepisos	Condicion 1	Condicion 2

la=1

### 3. Irregularidad de Extrema de Rigidez

**Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)**  
 Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.  
 Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

0,50

EXTREMA DE RIGIDEZ					
Story	Ki (Tn/m)	0.6 Ki+1	0.7 Promedio de entrepisos	Condicion 1	Condicion 2

la=1

### 5. Irregularidad de Masas

**Irregularidad de Masa o Peso**  
 Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

0,90

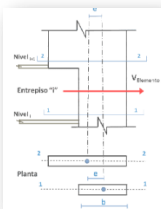
	Pi	1.5 Pi +1	Condicion
Piso 6			
Piso 5			
Piso 4			
Piso 3			
Piso 2			
Piso 1			

la=1

### 7. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

**Discontinuidad en los Sistemas Resistentes**  
 Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.

0,80



$$V_{elem} > 0.1 * V_{edifc}$$

$$V_{elem} = 0 \text{ Tn}$$

$$V_{edifc} = 0 \text{ Tn}$$

$$0 > 0 \text{ Tn}$$

la=1

Todos los elementos son continuos

### 2. Irregularidad de Piso Débil

**Irregularidades de Resistencia – Piso Débil**  
 Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

0,75

PISO DEBIL			
Story	Ki (Tn/m)	0.8 Ki+1	Condicion

la=1

### 4. Irregularidad de Extrema de Resistencia

**Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)**  
 Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

0,50

EXTREMA DE RESISTENCIA			
Story	Ki (Tn/m)	0.65 Ki+1	Condicion

la=1

### 6. Irregularidad Geométrica Vertical

**Irregularidad Geométrica Vertical**  
 La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

0,90

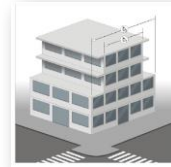
$$b_1 =$$

$$b_2 =$$

$$b_1 > 1.3 * b_2$$

$$0 < 0$$

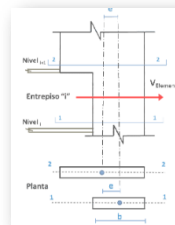
la=1



### 8. Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes

**Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)**  
 Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.

0,60



$$V_{elem} > 0.25 * V_{edifc}$$

$$V_{elem} = 0 \text{ Tn}$$

$$V_{edifc} = 0 \text{ Tn}$$

$$0 \text{ Tn} > 0 \text{ Tn}$$

la=1

Todos los elementos son continuos



## IRREGULARIDAD EN PLANTA

### 1. Irregularidad Torsional:

**Irregularidad Torsional**  
 Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ).  
 Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.

0,75

**CONDICIÓN 1:**  $\Delta_{m\acute{a}x} > 0.5 * 0.007$

**CONDICIÓN 2:**  $\Delta_{m\acute{a}x} > 1.3 * \Delta_{m\acute{a}x\ prom}$

Piso	Altura (m)	IRREGULARIDAD TORSIONAL				Condición 1	Condición 2
		$\Delta_{max\ Abs}$ (m)	$\Delta_{max\ prom\ Abs}$ (m)	$\Delta_{max\ Rel}$ (m)	$\Delta_{max\ rel\ Abs}$ (m)		
Piso 6	2.8	0.0154	0.0132	0.0021	0.0020	No cumple 1ª condición	REGULAR
Piso 5	2.8	0.0133	0.0113	0.0025	0.0023	No cumple 1ª condición	REGULAR
Piso 4	2.8	0.0107	0.0090	0.0028	0.0025	No cumple 1ª condición	REGULAR
Piso 3	2.8	0.0079	0.0065	0.0030	0.0025	No cumple 1ª condición	REGULAR
Piso 2	2.8	0.0049	0.0040	0.0027	0.0022	No cumple 1ª condición	REGULAR
Piso 1	3.85	0.0022	0.0018	0.0022	0.0018	No cumple 1ª condición	REGULAR

lp=1

### 2. Irregularidad Torsional Extrema

**Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)**  
 Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ).  
 Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.

0,60

**CONDICIÓN 1:**  $\Delta_{m\acute{a}x} > 0.5 * 0.007$

**CONDICIÓN 2:**  $\Delta_{m\acute{a}x} > 1.5 * \Delta_{m\acute{a}x\ prom}$

Piso	Altura (m)	IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA				Condición 1	Condición 2
		$\Delta_{max\ Abs}$ (m)	$\Delta_{max\ prom\ Abs}$ (m)	$\Delta_{max\ Rel}$ (m)	$\Delta_{max\ rel\ Abs}$ (m)		
Piso 6							
Piso 5							
Piso 4							
Piso 3							
Piso 2							
Piso 1							

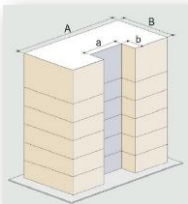
lp=1

Nota: No cumple con la 1ª Condición por lo cual no

### 3. Esquinas Entrantes

**Esquinas Entrantes**  
 La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.

0,90



$$a =$$

$$A =$$

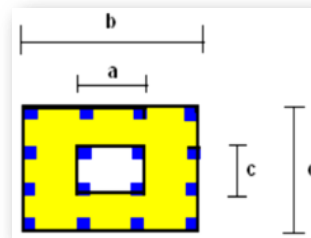
$$0 < a < 0.2 * A$$

la=0.9

### 4. Discontinuidad del Diafragma

**Discontinuidad del Diafragma**  
 La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.

0,85



$$a =$$

$$b =$$

$$c =$$

$$d =$$

$$a * c > 0.5 * b * d$$

$$0 > 0$$

la=1

## DERIVAS

### DERIVAS POR PISO (ANÁLISIS DINÁMICO)

**SISTEMA ESTRUCTURAL:** Muros Estructurales  
**CONDICIÓN:** REGULAR

#### DISTORSIONES EN "X"

Nivel	Carga	Sentido	Deriva	R	Deriva E.030	Límite	Verificación
Story6	SISMO "X"	X				0.007	OK
Story5	SISMO "X"	X				0.007	OK
Story4	SISMO "X"	X				0.007	OK
Story3	SISMO "X"	X				0.007	OK
Story2	SISMO "X"	X				0.007	OK
Story1	SISMO "X"	X				0.007	OK

**SISTEMA ESTRUCTURAL:** Dual  
**CONDICIÓN:** REGULAR

#### DISTORSIONES EN "Y"

Nivel	Carga	Sentido	Deriva	R	Deriva E.030	Límite	Verificación
Story6	SISMO "Y"	Y				0.007	OK
Story5	SISMO "Y"	Y				0.007	OK
Story4	SISMO "Y"	Y				0.007	OK
Story3	SISMO "Y"	Y				0.007	OK
Story2	SISMO "Y"	Y				0.007	OK
Story1	SISMO "Y"	Y				0.007	OK

### ESPECTRO DE DISEÑO - NTE E.030-2018

#### [Parámetros de cálculo del Espectro de Diseño]

**Categoría:** C  
**Zona:** Z4  
**Suelo:** S2  
**Sistema Estructural:** Concreto Armado, De Muros Estructurales  
**Verificación de:** En Planta de No Irregular  
**Irregularidad:** En Altura de No Irregular

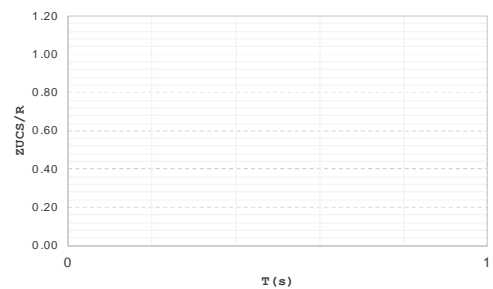
$$R = R_o \cdot I_p \cdot I_a \quad I_a = \frac{1}{1} \quad I_p = \frac{1}{1} \quad \frac{S_a}{g} = \frac{ZUCS}{R}$$

**Factor de Zona, Z = 0.45**  
**Factor de Uso, U = 1**  
**Factor de Suelo, S = 1.05**  
**Período de Sa (máx), T<sub>p</sub> = 0.6**  
**Período de Sd constante, T<sub>L</sub> = 2.0**  
**Coef. Básico Reducción, R<sub>o</sub> = 6**  
**Coef. Definitivo de Reducción, R = 6**

$T < T_p \quad C = 2.5$   
 $T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$   
 $T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

T	C	C/R	ZUCS/R(e)	ZUCS/R(i)
---	---	-----	-----------	-----------

### ESPECTRO INELÁSTICO



### ESPECTRO ELÁSTICO



## ESPECTRO DE DISEÑO - NTE E.030-2018

[Parámetros de cálculo del Espectro de Diseño]

$$R = R_o I_p I_a \quad I_a = \frac{1}{1} \quad I_p = \frac{1}{1} \quad \frac{S_a}{g} = \frac{ZUCS}{R}$$

Sistema Estructural : **Concreto Armado, De Muros Estructurales**

Verificación de : **En Planta de No Irregular**

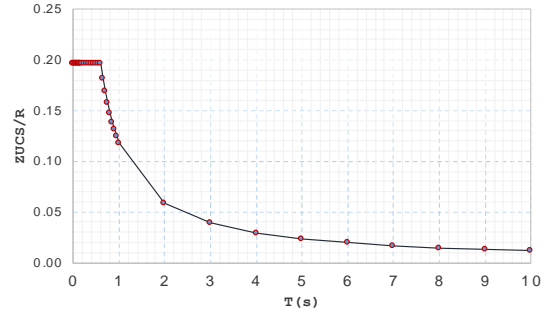
Irregularidad : **En Altura de No Irregular**

Factor de Zona,  $Z = 0.45$   
 Factor de Uso,  $U = 1$   
 Factor de Suelo,  $S = 1.05$   
 Período de  $S_a$  (máx),  $T_p = 0.6$   
 Período de  $S_d$  contante,  $T_L = 2.0$   
 Coef. Básico Reducción,  $R_o = 6$   
 Coef. Definitivo de Reducción,  $R = 6$

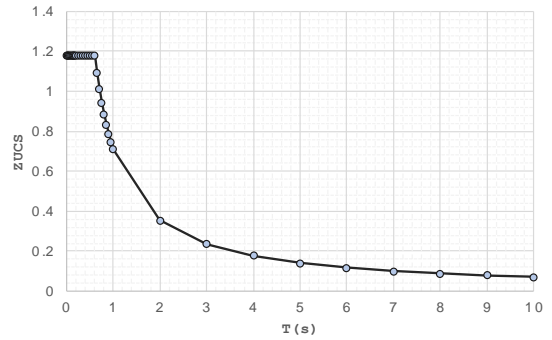
$T < T_p \quad C = 2.5$   
 $T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$   
 $T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

T	C	C/R	ZUCS/R(e)	ZUCS/R(i)
0	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.02	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.04	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.06	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.08	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.1	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.12	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.14	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.16	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.18	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.2	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.25	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.3	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.35	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.4	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.45	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.5	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.55	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.6	2.5	0.416666667	1.18125	0.19688
0.65	2.30769231	0.384615385	1.09038	0.18173
0.7	2.14285714	0.357142857	1.0125	0.16875
0.75	2	0.333333333	0.945	0.15750
0.8	1.875	0.3125	0.88594	0.14766
0.85	1.76470588	0.294117647	0.83382	0.13897
0.9	1.66666667	0.277777778	0.7875	0.13125
0.95	1.57894737	0.263157895	0.74605	0.12434
1	1.5	0.25	0.70875	0.11813
2	0.75	0.125	0.35438	0.05906
3	0.5	0.083333333	0.23625	0.03938
4	0.375	0.0625	0.17719	0.02953
5	0.3	0.05	0.14175	0.02363
6	0.25	0.041666667	0.11813	0.01969
7	0.21428571	0.035714286	0.10125	0.01688
8	0.1875	0.03125	0.08859	0.01477
9	0.16666667	0.027777778	0.07875	0.01313
10	0.15	0.025	0.07088	0.01181

### ESPECTRO INELÁSTICO

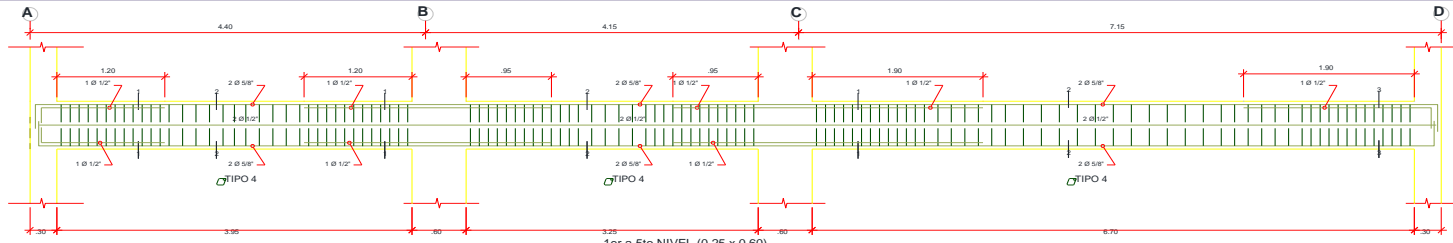


### ESPECTRO ELÁSTICO

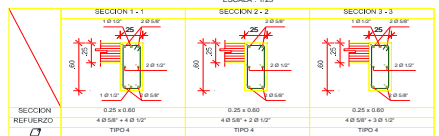






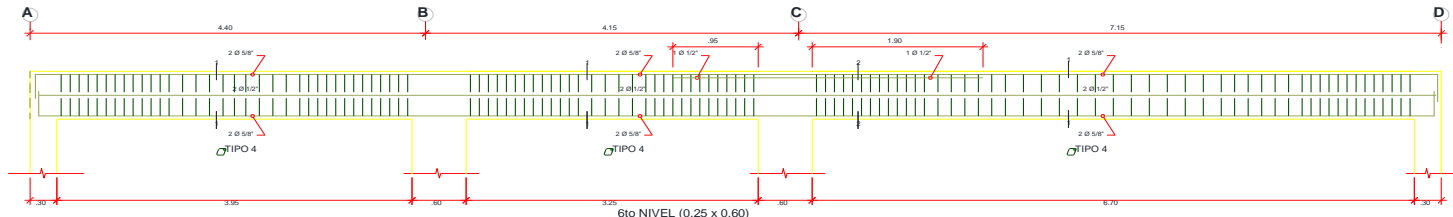


1er a 5to NIVEL (0.25 x 0.60)  
PORTICO IV  
EJE 1 - 1  
ESCALA: 1/200

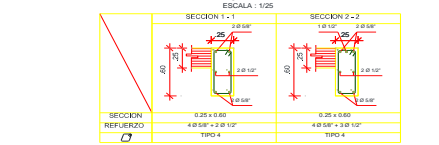


**CUADRO DE ESTRIBOS**

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1 @ .05, 6 @ .10, no @ .20 ale
2	3/8"	1 @ .05, 4 @ .10 no @ .25 ale
3	3/8"	1 @ .05, 6 @ .10, 12 @ .15, no @ .25 ale
4	3/8"	1 @ .05, 12 @ .10, 6 @ .15, no @ .20 ale
5	3/8"	1 @ .05, 11 @ .10, 6 @ .15, no @ .20 ale
6	1/4"	1 @ .05, 4 @ .10, no @ .20 ale



6to NIVEL (0.25 x 0.60)  
PORTICO IV  
EJE 1 - 1  
ESCALA: 1/200

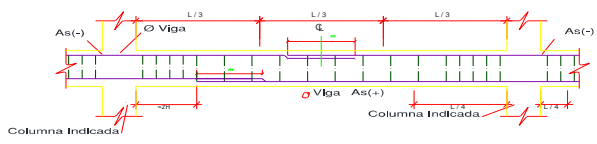


**TRASLAPES Y EEMPLAMES**

Ø	COLUM (cm.)	COLUMNAS
6 mm.	-	
3/8"	25	
1/2"	30	
5/8"	35	
3/4"	45	
1"	60	

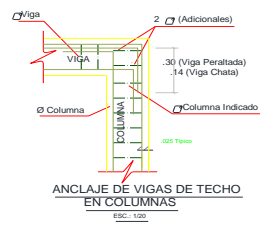
LOS EMPALMES L SE UBICAN EN EL TERCIO CENTRAL. NO SE EMPALMANA MAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION

Ø	L	EMPLAME
1/4"	10 cm.	1.5 cm.
3/8"	15 cm.	2.0 cm.



REMATO DE COLUMNAS  
ESCALA: 1/200

REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS  
ESCALA: 1/200



ANLAJE DE VIGAS DE TECHO EN COLUMNAS  
ESC.: 1/200

**LONGITUDES DE ANLAJE Y TRASLAPE**

Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	TRASLAPE
3/8"	.30	.30	.35
1/2"	.45	.45	.60
5/8"	.60	.60	.75
3/4"	.70	.70	.90
1"	1.15	1.15	1.45

**OBSERVACIONES:**

- NO TRASLAPAR EN ZONAS DE MAXIMO ESFUERZO. Si fuera estrictamente necesario, se empalmara menos de la mitad de las barras dentro de una longitud  $\geq 3L_d$ .
- NO MAS DE LA MITAD DE LAS BARRAS DENTRO DE UNA LONGITUD  $\leq L_d$ .
- NO TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO DE LA CAPA EN UNA RESMA DETERMINADA.
- LOS EMPALMES SE REALIZARAN EN DIFERENTES PARES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE COMPRESION.

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

PROYECTO: **ESTRUCTURAS**

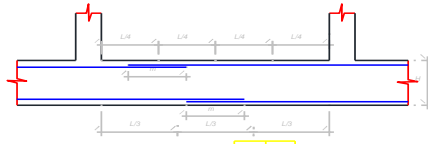
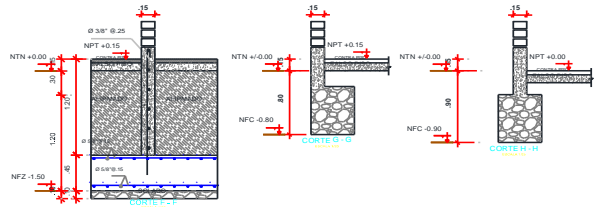
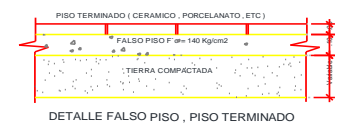
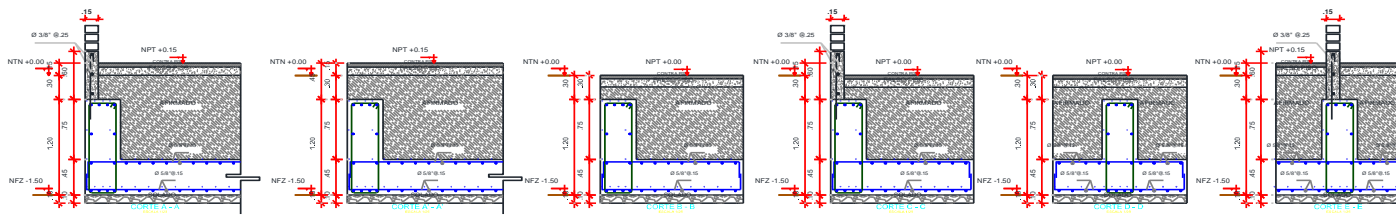
ESTUDIO: PUCARÁ | PROVINCIA: JAÉN | DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2018

LIBRO: E-03

PROFESOR: Bach. Hernández Fernández Juan Carlos  
ESTUDIANTE: DE ING. CIVIL

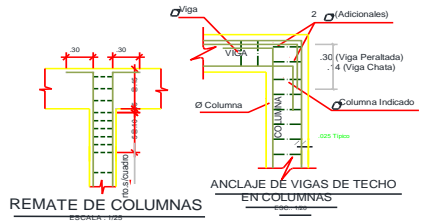
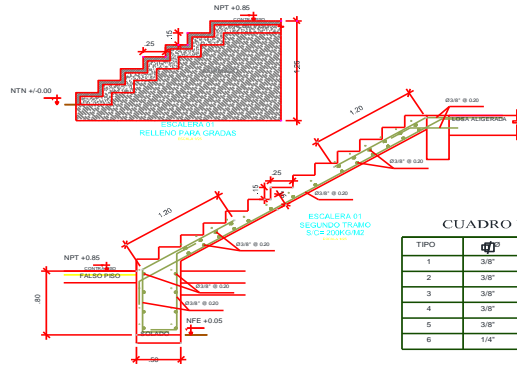
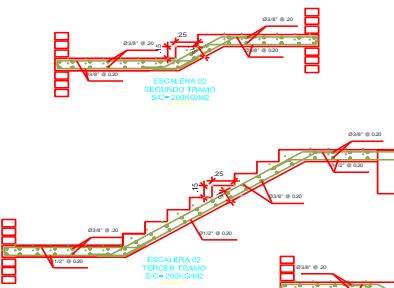
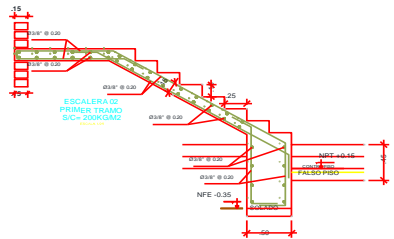


Ø	L
1/2"	20cm
3/8"	40cm
3/4"	60cm
1"	80cm

TRASLAPES Y EMPALMES	
Ø	COLUMNAS (cm)
6 mm	-
Ø 3/8"	25
1/2"	30
5/8"	35
3/4"	45
1"	60

LONGITUDES DE ALCLAJE Y TRASLAP				
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	TRASLAP	
3/8"	30	30	30	30
1/2"	40	40	40	40
5/8"	50	50	50	50
3/4"	70	70	70	70
1"	1,10	1,10	1,40	1,40

- OBSERVACIONES:
- 1.- NO TRASLAPAR EN ZONAS DE MÁXIMO ESFUERZO.
  - 2.- PARA EMPALMES Y TRASLAPES, SE EMPALMARA MÍNIMO A LA MITAD DE LAS BARRAS DENTRO DE UNA LONGITUD  $l = 3Ld$ .
  - 3.- SI EN MÁS DE LA MITAD DE LAS BARRAS DENTRO DE UNA LONGITUD  $l = 2Ld$ .
  - 4.- NO TRASLAPAR MÁS DEL 50% DEL REFUERZO DE LA CAPA EN UNA MISMA DIRECCIÓN.
  - 5.- LOS EMPALMES SE REALIZARÁN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE COMPARTIMENTO.



REMATO DE COLUMNAS

REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS

CUADRO DE ESTRIBOS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	Ø.05, 6.8.10, no. Ø.20 - a/e
2	3/8"	Ø.05, 4.8.10, no. Ø.25 - a/e
3	3/8"	Ø.05, 8.8.10, 12.8.15, no. Ø.25 a/e
4	3/8"	Ø.05, 12.8, 10, 6.8.15, no. Ø.20 a/e
5	3/8"	Ø.05, 11.8, 10, 6.8.15, no. Ø.20 a/e
6	1/4"	Ø.05, 4.8.10, no. Ø.20 a/e

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Bach. Hernández Fernández Juan Carlos  
ESTRUCTURAS

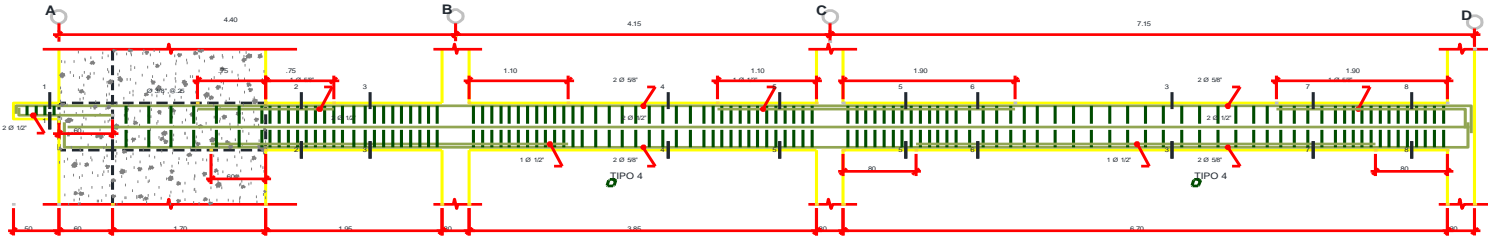
PLANO ESTRUCTURAS

PROYECTO: PUCARA, REGION JAEN, PERU

ESCALA: INDICADA

FECHA: 06/08/2016

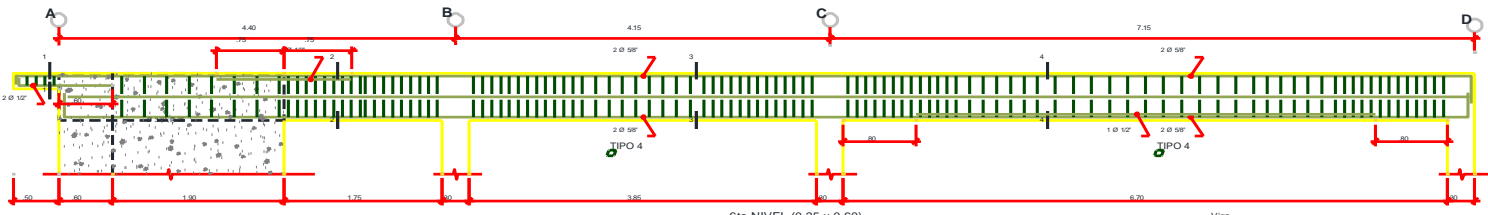
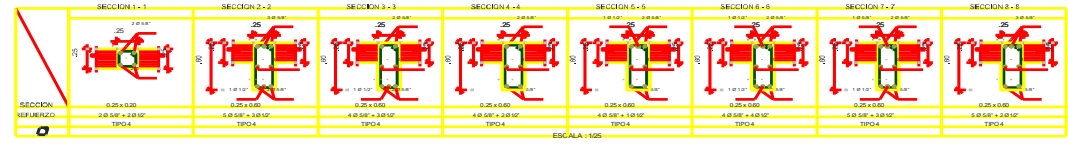
E-04



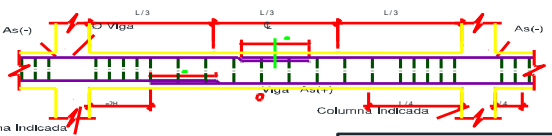
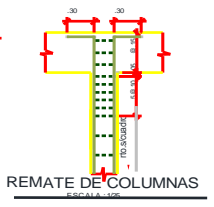
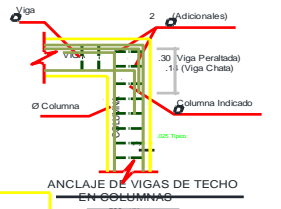
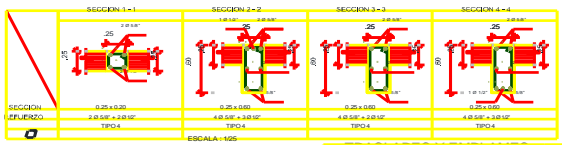
1er a 5to NIVEL (0.25 x 0.60)  
PORTICO I  
EJE 4 - 4  
ESCALA = 1/25

CUADRO DE ESTRIBOS

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	Ø 100, 6" @ 10, 8" @ 20, 3" @
2	3/8"	Ø 100, 4" @ 10, 6" @ 20, 3" @
3	3/8"	Ø 100, 6" @ 10, 12" @ 15, 8" @ 20, 3" @
4	3/8"	Ø 100, 12" @ 10, 6" @ 15, 8" @ 20, 3" @
5	3/8"	Ø 100, 11" @ 10, 6" @ 15, 8" @ 20, 3" @
6	1/2"	Ø 100, 4" @ 10, 6" @ 20, 3" @



6to NIVEL (0.25 x 0.60)  
PORTICO I  
EJE 4 - 4  
ESCALA = 1/25



TRASLAPES Y EMPALMES

Ø	COLUM (cm.)	COLUMNAS
6 mm.	-	
3/8"	25	
1/2"	30	
5/8"	35	
3/4"	45	
1"	60	

LOS EMPALMES L SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL NO SE EMPALMARA MAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION

- 1. NO TRASLAPAR EN ZONAS DE PUNTO DE VUELTA.
- 2. SIEMPRE UBICAR EN EL TERCIO CENTRAL.
- 3. SI SE UBICAN EN EL TERCIO CENTRAL, SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL DE LA MISMA SECCION.
- 4. SI SE UBICAN EN EL TERCIO CENTRAL, SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL DE LA MISMA SECCION.
- 5. SI SE UBICAN EN EL TERCIO CENTRAL, SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL DE LA MISMA SECCION.

Ø	ESPACIO	ESPACIO	ESPACIO	ESPACIO
3/8"	10	10	10	10
1/2"	15	15	15	15
5/8"	20	20	20	20
3/4"	30	30	30	30
1"	45	45	45	45

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

ESTRUCTURAS

PROFESOR: Hernández Fernández Juan Carlos

ALUMNO: UCARÁ

INDICADA

BLANCO

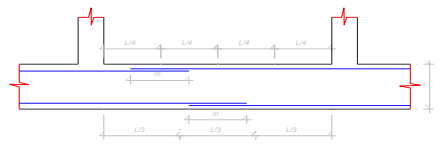
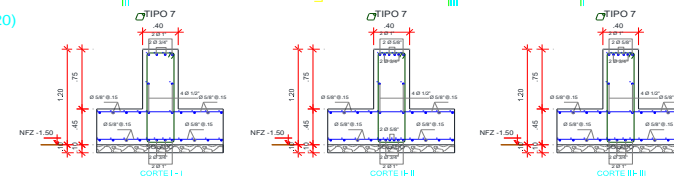
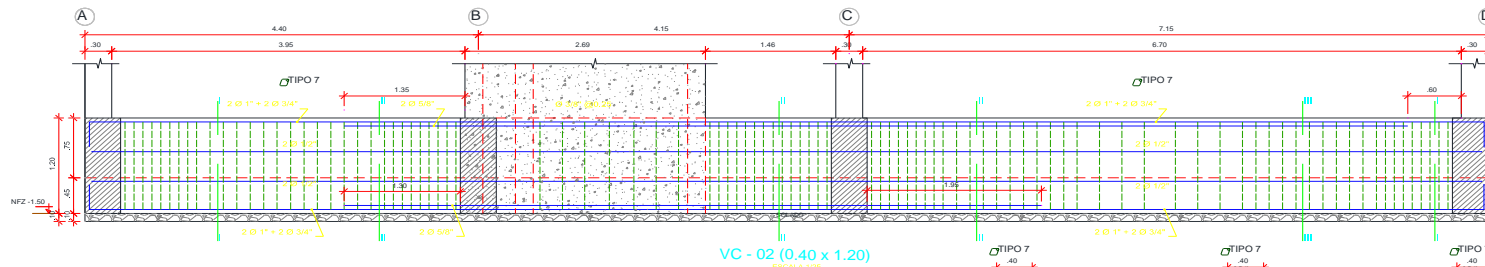
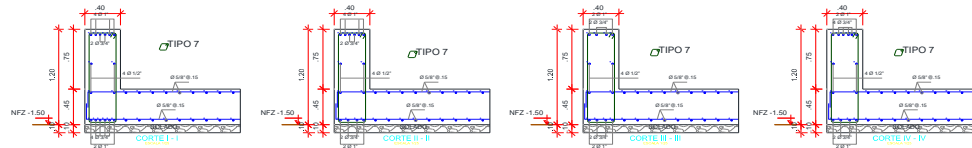
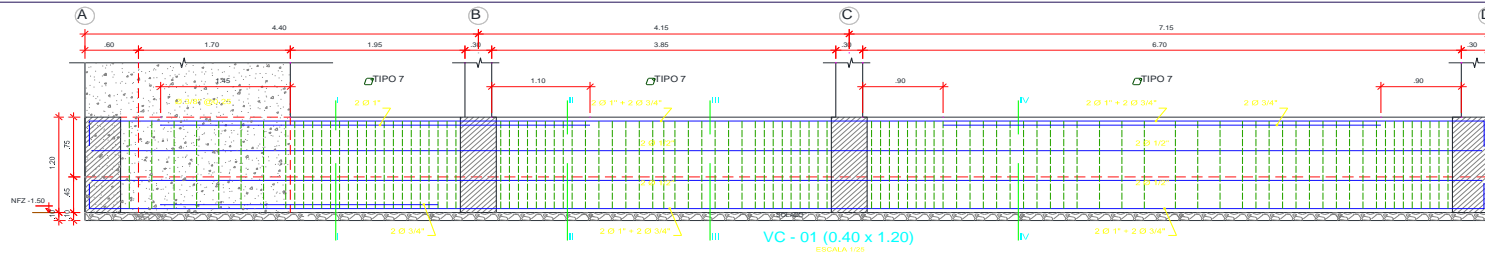
BLANCO

NOVIEMBRE 2014

E-05







Ø	l
1/2"	30cm
5/8"	40cm
3/4"	50cm
1"	60cm

(SALVO INDICADO)

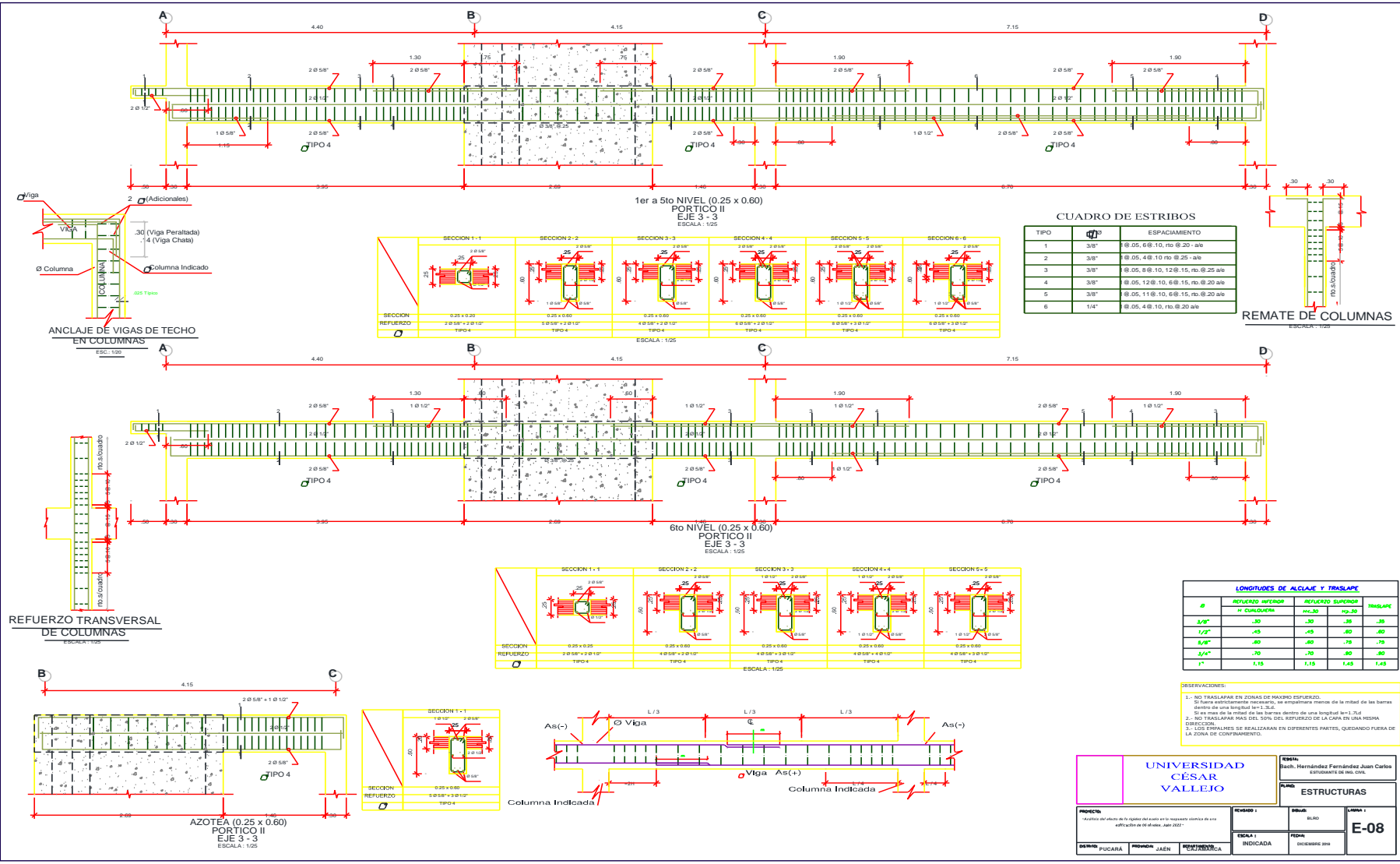
ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN

OBSERVACIONES:  
1.- NO TRASLAPAR EN ZONAS DE MÁXIMO ESFUERZO.  
Si hace imprescindible, se emplazará a menos de la mitad de las barras dentro de una longitud  $l = 1.2l_d$  de la zona de máxima fuerza dentro de una longitud  $l = 1.2l_d$  de la zona de máxima fuerza del otro lado del REFUERZO DE LA CAPA EN UNA MISMA DIRECCIÓN.  
2.- LOS EMPALMES SE REALIZARÁN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE CONFIRMAMENTO.

Ø	LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPE			
	REFUERZO INFERIOR "A" CUALQUIERA	REFUERZO SUPERIOR "B" 30	REFUERZO SUPERIOR "C" 30	TRASLAPE
3/8"	35	30	35	35
1/2"	45	45	60	60
5/8"	60	60	75	75
3/4"	70	70	90	90
1"	1.15	1.15	1.45	1.45

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1 @ .05, 6 @ .10, rd. @ .20 s/e
2	3/8"	1 @ .05, 4 @ .10 rd. @ .25 s/e
3	3/8"	1 @ .05, 6 @ .10, 12 @ .15, rd. @ .20 s/e
4	3/8"	1 @ .05, 12 @ .10, 6 @ .15, rd. @ .20 s/e
5	3/8"	1 @ .05, 11 @ .10, 6 @ .15, rd. @ .20 s/e
6	1/4"	1 @ .05, 4 @ .10, rd. @ .20 s/e

<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FECHA: Bach. Hernández Fernández Juan Carlos ESTUDIOS DE INGENIERÍA	
		<b>ESTRUCTURAS</b>	
PROYECTO: <small>Proyecto del edificio de la Facultad del Ing. en la respuesta sísmica de una edificación en el Alcazar, June 2022</small>	REVISADO: BLRD	DISEÑO: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2018
INSTITUTO: PUCARA	PROVINCIA: JAEN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	LÁMINA: <b>E-07</b>



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**PROYECTO:** Edificio del edificio de la república del Perú en la segunda avenida de la zona urbana de la ciudad de Lima, Perú 2022.

**REVISOR:** [Nombre]

**ELABORADO:** [Nombre]

**ESCALA:** INDICADA

**FECHA:** 02/08/2024

**PROYECTO:** PUCARÁ

**PROYECTO:** JAÉN

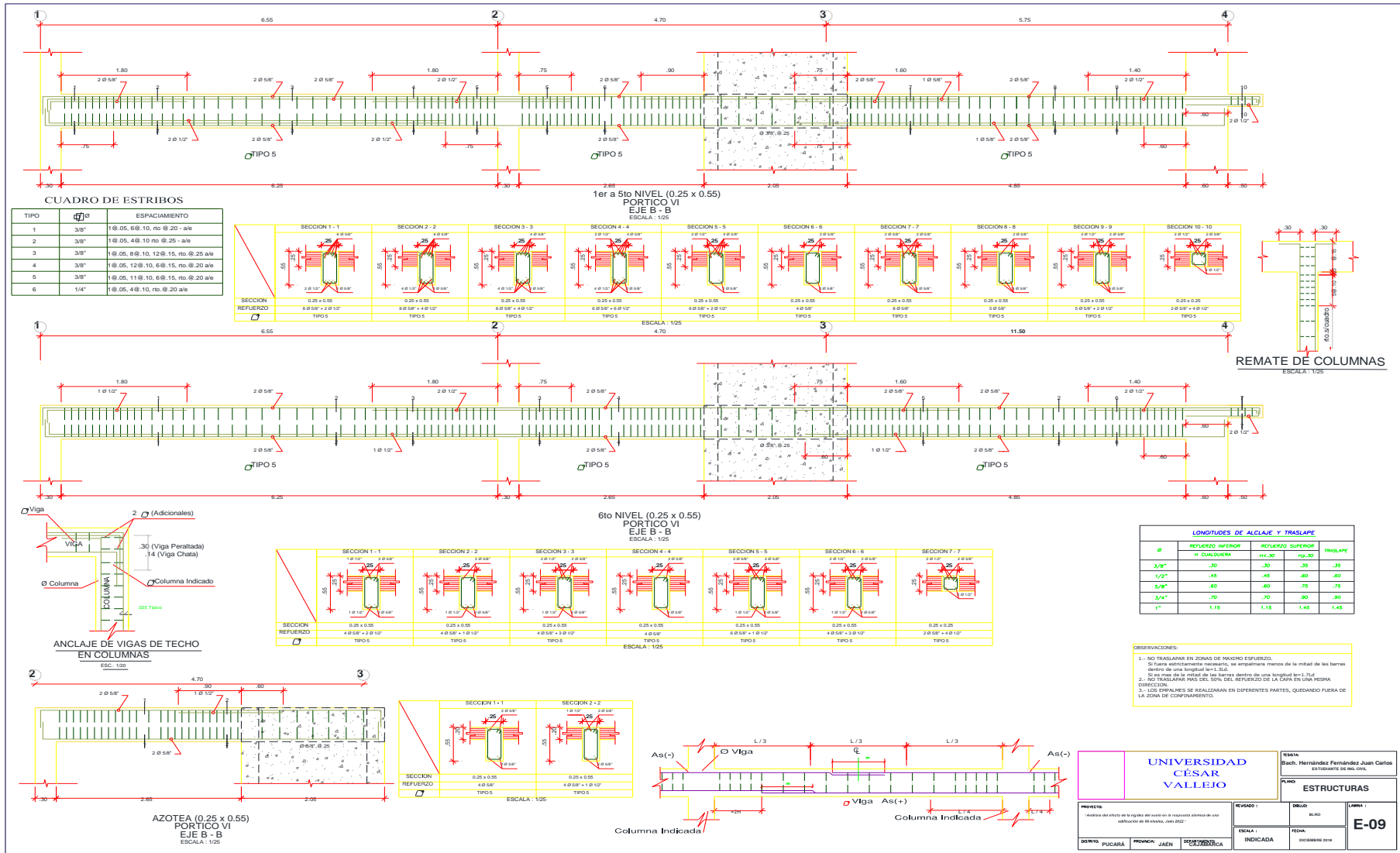
**PROYECTO:** PUNTA CANA

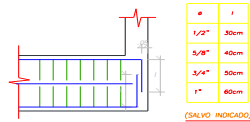
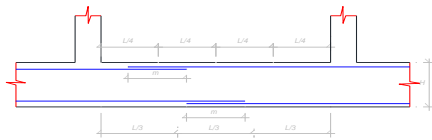
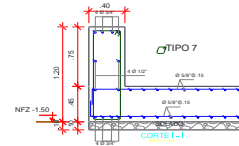
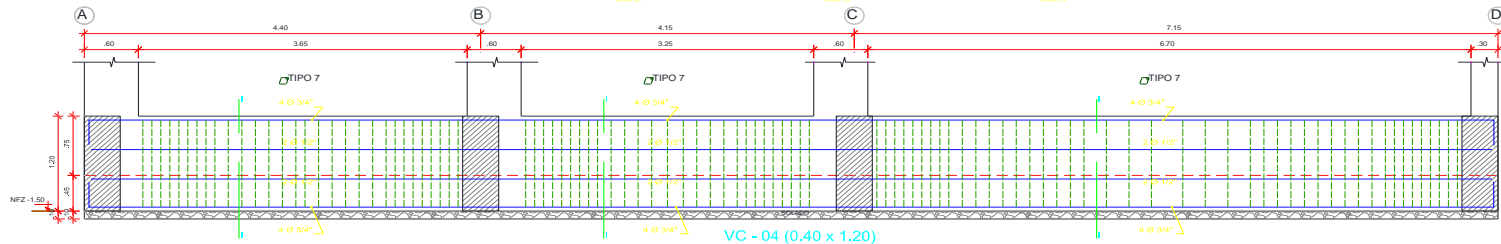
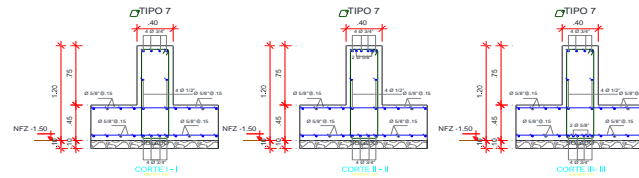
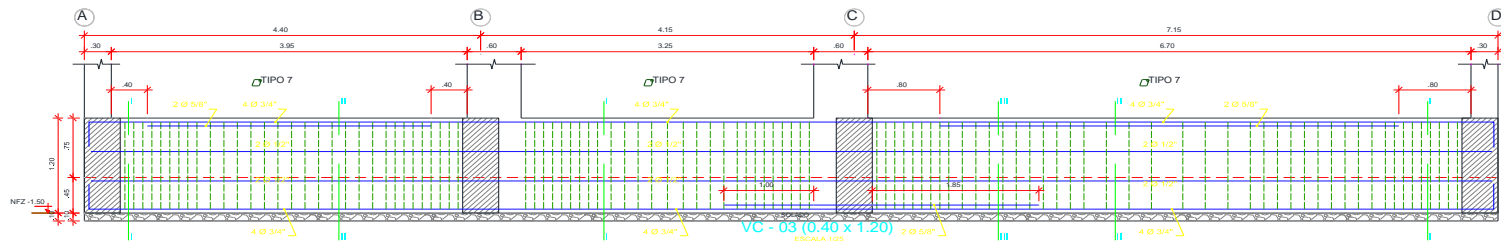
**PROYECTO:** ESTRUCTURAS

**PROYECTO:** E-08

**PROYECTO:** Buch. Hernández Fernández Juan Carlos

**PROYECTO:** ESTRUCTURAS





ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN

Ø	7
1/2"	30cm
3/8"	40cm
3/4"	50cm
1"	60cm

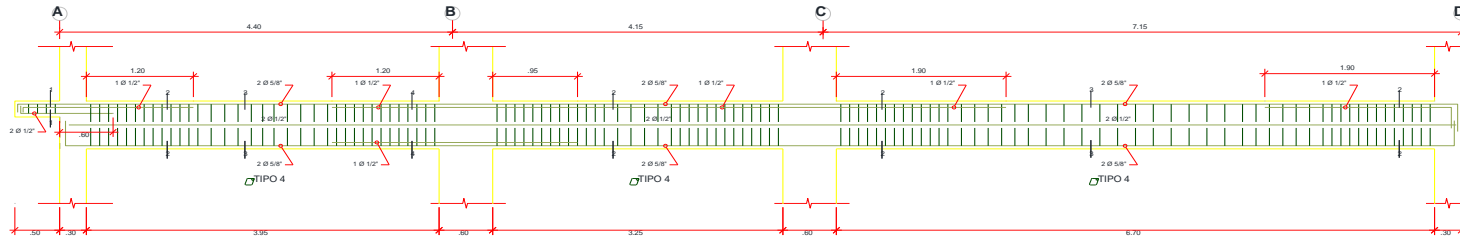
(SALVO INDICADO)

OBSERVACIONES:  
 1.- NO TRASLAPAR EN ZONAS DE MÁXIMO ESFUERZO.  
 2.- BARRAS TRANSVERSALMENTE ANCLADAS, SE EMPLEGARÁ MÍNIMO DE UN INICIAL DE LAS BARRAS DENTRO DE UNA LONGITUD  $l = 1.3L_d$ .  
 3.- EN CASO DE LA INICIAL DE LAS BARRAS DENTRO DE UNA LONGITUD  $l = 1.7L_d$ .  
 4.- NO TRASLAPAR MÁS DEL 50% DEL REFUERZO DE LA CAPA EN UNA MISMA DIRECCIÓN.  
 5.- LOS EMPALMES SE REALIZARÁN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE COMPORTAMIENTO.

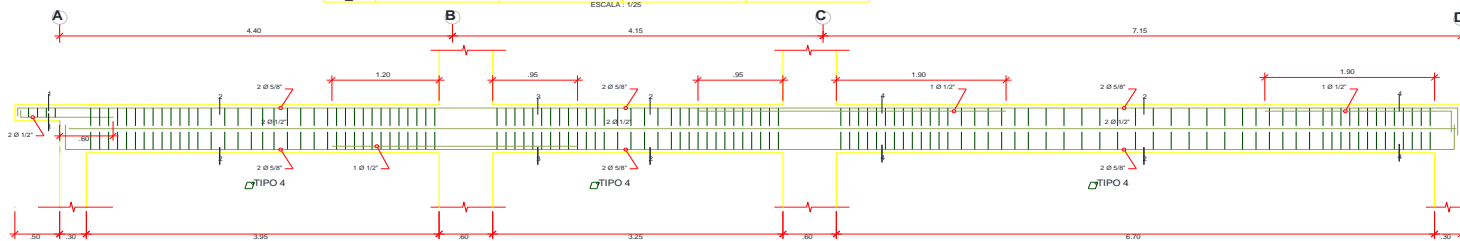
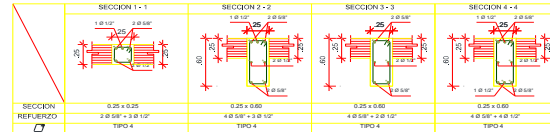
LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPES				
Ø	REFUERZO INFERIOR N CUALQUIERA	REFUERZO SUPERIOR PK-30	PK-30	TRASLAPES
3/8"	.30	.30	.35	.35
1/2"	.45	.45	.60	.60
3/8"	.60	.60	.75	.75
3/4"	.70	.70	.90	.90
1"	1.15	1.15	1.45	1.45

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1 @ 05, 6 @ 10, no @ 20, a/c
2	3/8"	1 @ 05, 4 @ 10 no @ 20, a/c
3	3/8"	1 @ 05, 6 @ 10, 13 @ 15, no @ 20, a/c
4	3/8"	1 @ 05, 13 @ 10, 6 @ 15, no @ 20, a/c
5	3/8"	1 @ 05, 11 @ 10, 6 @ 15, no @ 20, a/c
6	1/4"	1 @ 05, 4 @ 10, no @ 20, a/c

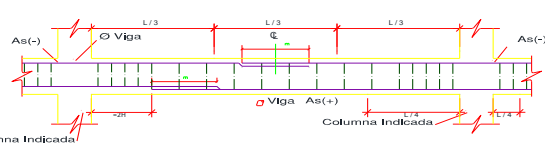
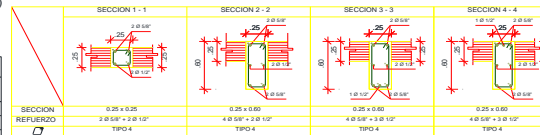
<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		RESA: Ruch, Hernández Fernández Juan Carlos ESTUDIANTE DE INGENIERÍA DE VÍAS RÁPIDAS
		PLANO: <b>ESTRUCTURAS</b>
PROYECTO: "Análisis del efecto de la rigidez del suelo en la respuesta sísmica en una edificación de 8 niveles, año 2017"	REVISOR: DIRAJA: BLRO	LAMA: <b>E-10</b>
DESTINO: PUCARÁ	PROVINCIA: JAÉN	DEPARTAMENTO: DE INGENIERÍA
ESCALA: INDICADA		FECHA: DICIEMBRE 2018



1er a 5to NIVEL (0.25 x 0.60)  
PORTICO III  
EJE 2 - 2  
ESCALA: 1/25



6to NIVEL (0.25 x 0.60)  
PORTICO III  
EJE 2 - 2  
ESCALA: 1/25

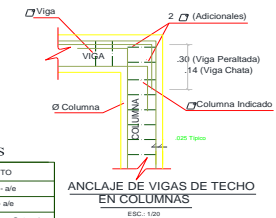
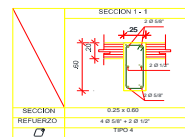


AZOTEA (0.25 x 0.60)  
PORTICO III  
EJE 2 - 2  
ESCALA: 1/25

LONGITUDES DE ALCALAJE Y TRASLAPES				
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	H.C. 30	H.C. 20
3/8"	.30	.30	.30	.30
1/2"	.45	.45	.60	.60
5/8"	.60	.60	.75	.75
3/4"	.70	.70	.90	.90
1"	1.15	1.15	1.45	1.45

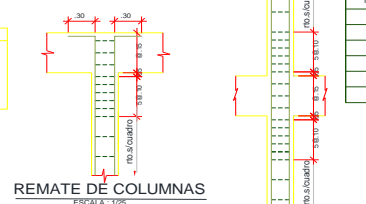
OBSERVACIONES:

- NO TRABAJAR EN ZONAS DE MAXIMO ESFUERZO. Si fuera estrictamente necesario, se emplearan menos de la mitad de las barras dentro de una longitud  $l = 3d$ .
- Si se pasa de la mitad de las barras dentro de una longitud  $l = 1.7d$ .
- NO TRABAJAR MAS DE UNO DE LOS REFUERZOS DE LA CAPA EN UNA MISMA DIRECCION.
- LOS EMPALMES SE REALIZARAN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO.



CUADRO DE ESTRIBOS

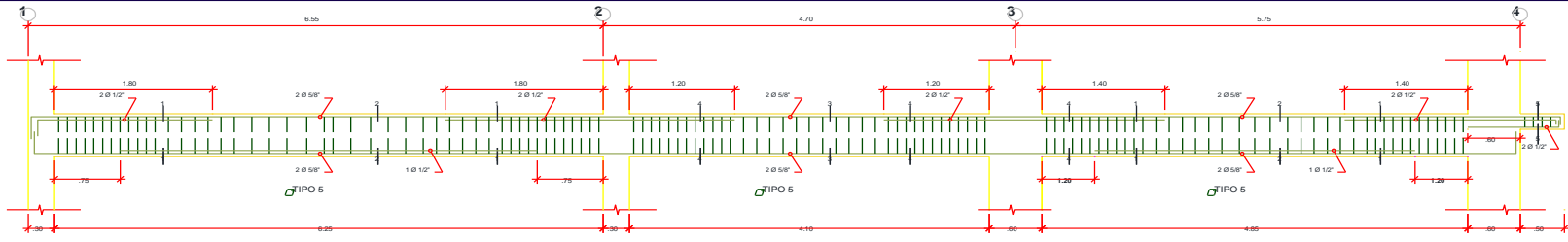
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1Ø-05, 6Ø-10, rto. Ø-20 - a/o
2	3/8"	1Ø-05, 4Ø-10 rto. Ø-25 - a/o
3	3/8"	1Ø-05, 8Ø-10, 12Ø-15, rto. Ø-25 a/o
4	3/8"	1Ø-05, 12Ø-10, 6Ø-15, rto. Ø-20 a/o
5	3/8"	1Ø-05, 11Ø-10, 6Ø-15, rto. Ø-20 a/o
6	1/4"	1Ø-05, 4Ø-10, rto. Ø-20 a/o



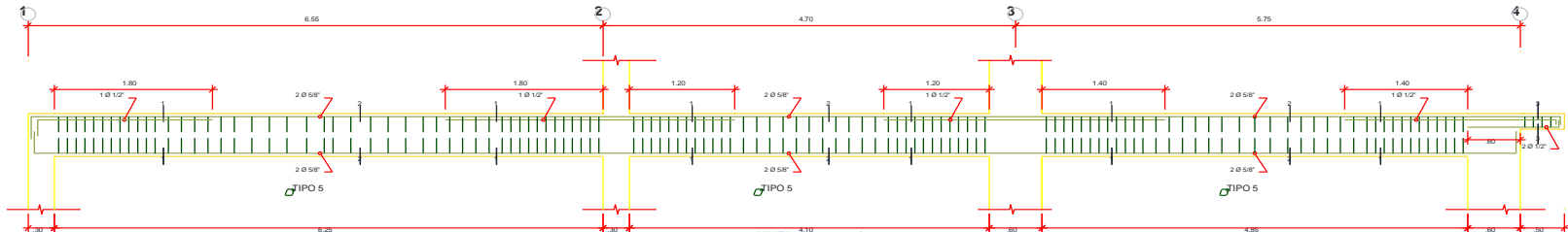
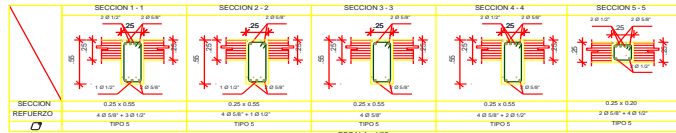
REMATE DE COLUMNAS  
ESCALA: 1/25

REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS  
ESCALA: 1/25

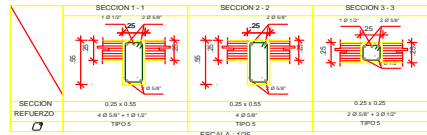
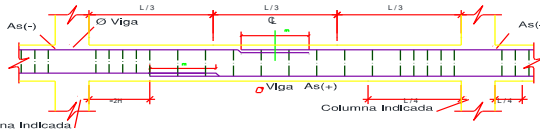
		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		RESPA: Bach. Hernández Fernández Juan Carlos Especialista de Ing. Civil
		<b>ESTRUCTURAS</b>		PLAN:
PROYECTO: Análisis del plano de la vigas en el momento plástico de un edificio de 04 niveles, JARA 2022	REVISADO: 	DISEÑO: BLRLO	LIBRO:	LÁMINA: 1
INSTITUTO: PUCARA	PROVINCIA: JAÉN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	ESCALA: 1 INDICADA	FECHA: Diciembre 2018
				<b>E-11</b>



1er a Sto NIVEL (0.25 x 0.55)  
PORTICO VII  
EJE C - C  
ESCALA: 1/25

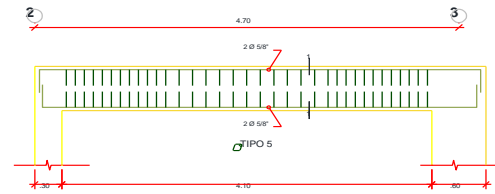
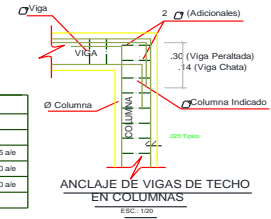


6to NIVEL (0.25 x 0.55)  
PORTICO VII  
EJE C - C  
ESCALA: 1/25

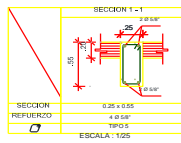


**CUADRO DE ESTRIBOS**

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1@.05, 6@.10, rto @.20 - a/e
2	3/8"	1@.05, 4@.10, rto @.25 - a/e
3	3/8"	1@.05, 8@.10, 12@.15, rto @.25 a/e
4	3/8"	1@.05, 12@.10, 6@.15, rto @.20 a/e
5	3/8"	1@.05, 11@.10, 6@.15, rto @.20 a/e
6	1/4"	1@.05, 4@.10, rto @.20 a/e



AZOTEA (0.25 x 0.55)  
PORTICO VII  
EJE C - C  
ESCALA: 1/25



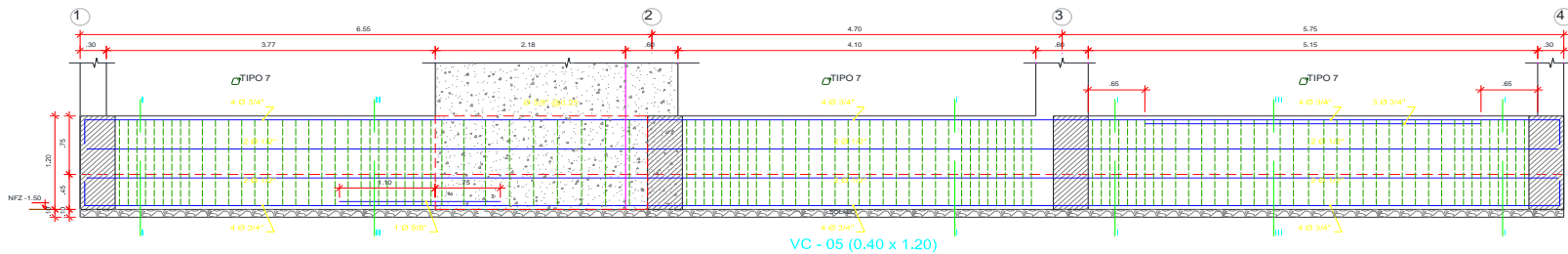
**LONGITUDES DE ALCAJE Y TRASLAPE**

Ø	REFUERZO INFERIOR		REFUERZO SUPERIOR		TRASLAPE
	H CALQUER	H<.30	H<.30	H<.30	
3/8"	.30	.30	.35	.35	
1/2"	.45	.45	.60	.60	
5/8"	.60	.60	.75	.75	
3/4"	.70	.70	.90	.90	
1"	1.15	1.15	1.45	1.45	

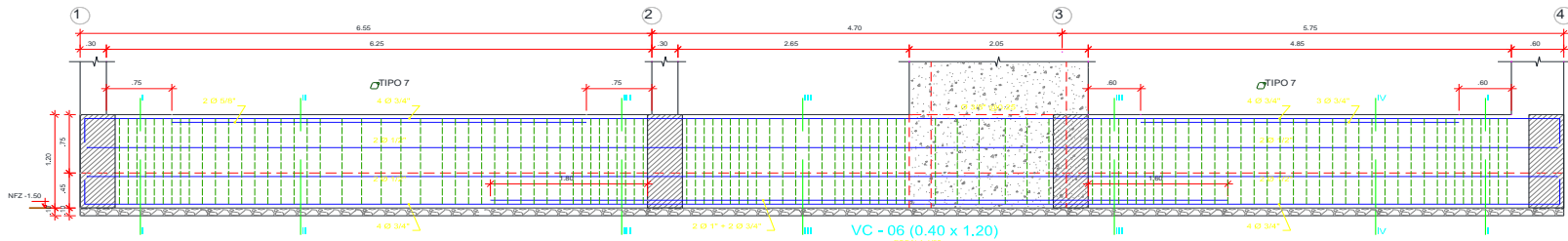
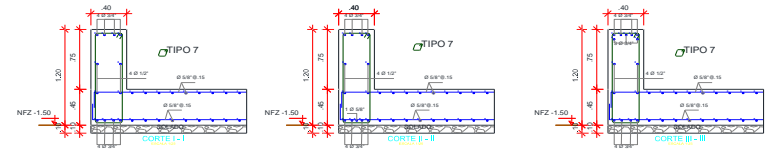
**RESERVACIONES:**

- NO TRASLAPAR EN ZONAS DE MAXIMO ESFUERZO.
- Si fuese estrictamente necesario, se empalmara menos de la mitad de las barras.
- Si se usa de la mitad de las barras dentro de una longitud de 75Ø.
- NO TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO DE LA CAPA EN UNA MISMA DIRECCION.
- LOS EMPALMES SE REALIZARAN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE CONTAMIENTO.

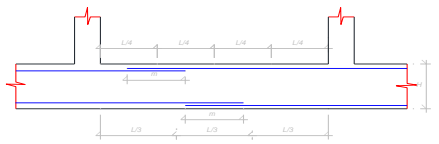
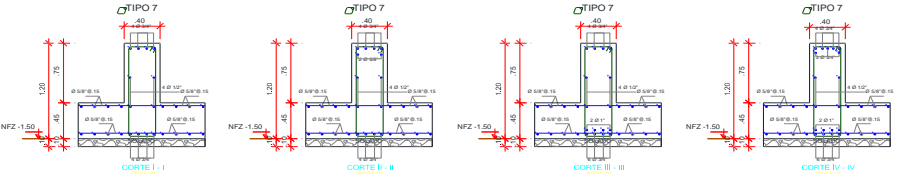
<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>TESTA</b> Pach. Hernández Fernández Juan Carlos ESTUDIANTE DE ING. CIVIL	
		<b>PLANO</b> <b>ESTRUCTURAS</b>	
<b>PROYECTO:</b> "Análisis del efecto del viento en la respuesta sísmica en una edificación en Edificios, año 2022"	<b>REVISADO 1</b> ESCALA 1 INDICADA	<b>ELABO</b> BLURO	<b>LÁMINA 1</b> <b>E-12</b>
<b>DISEÑO:</b> PUCARA	<b>PROYECTO:</b> JAÉN	<b>SECTOR:</b> INGENIERIA CIVIL	<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2019



VC - 05 (0.40 x 1.20)  
ESCALA 1/20



VC - 06 (0.40 x 1.20)  
ESCALA 1/20



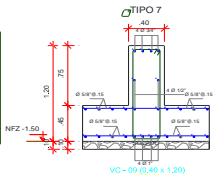
ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN

Ø	l
1/2"	30cm
5/8"	40cm
3/4"	50cm
1"	60cm

(SALVO INDICADO)

- OBSERVACIONES:
- 1.- NO TRASLAPAR EN ZONAS DE MÁXIMO ESFUERZO.
  2. Para empalmes necesarios, se empalmarán menos de la mitad de las barras dentro de una longitud de  $25l_d$ .
  - 3.- NO TRASLAPAR MÁS DEL 50% DEL REFUERZO DE LA CAPA EN UNA MISMA DIRECCIÓN.
  - 4.- LOS EMPALMES SE REALIZARÁN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE COMPRESIÓN.

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1 @ .05, 6 @ .10, no @ .20 - a/e
2	3/8"	1 @ .05, 4 @ .10 no @ .20 - a/e
3	3/8"	1 @ .05, 6 @ .10, 12 @ .15, no @ .20 a/e
4	3/8"	1 @ .05, 12 @ .10, 6 @ .15, no @ .20 a/e
5	3/8"	1 @ .05, 11 @ .10, 6 @ .15, no @ .20 a/e
6	1/4"	1 @ .05, 4 @ .10, no @ .20 a/e

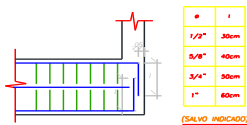
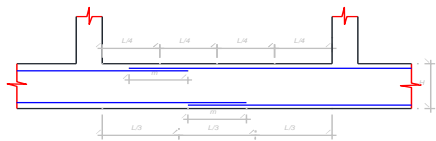
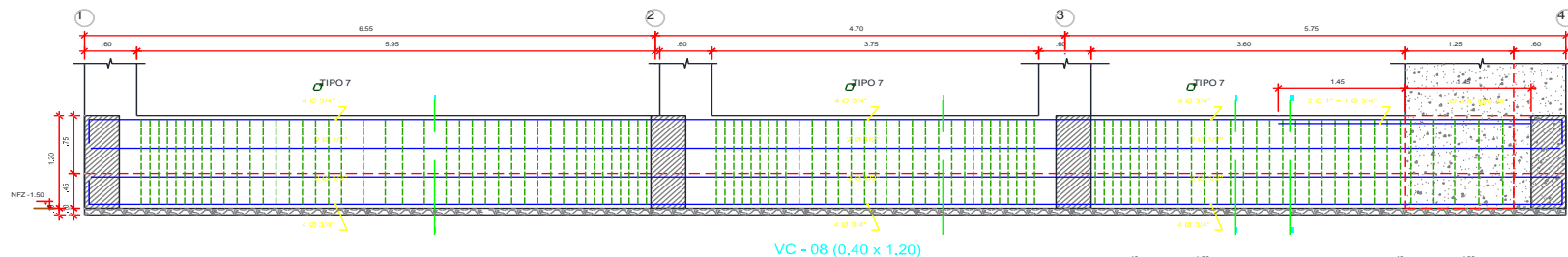
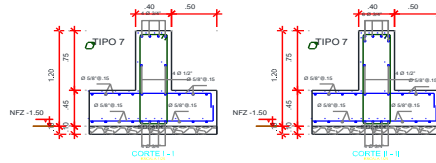
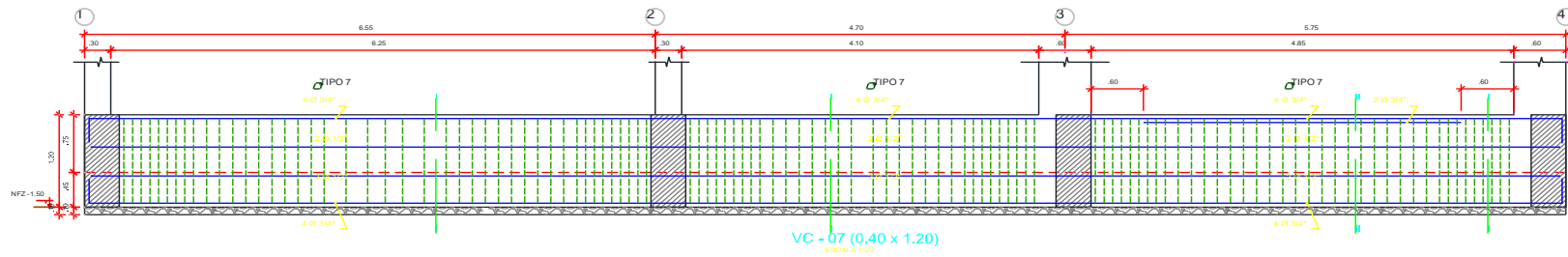


VC - 09 (0.40 x 1.20)

LONGITUDES DE ALCLAJE Y TRASLAP				
Ø	REFUERZO INFERIOR		REFUERZO SUPERIOR	
	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>
3/8"	.30	.30	.35	.35
1/2"	.45	.45	.60	.60
5/8"	.60	.60	.75	.75
3/4"	.70	.70	.90	.90
1"	1.15	1.15	1.45	1.45

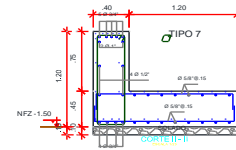
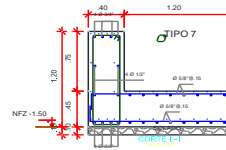
<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALEJO</b>		TÍTULO: Bach. Hernández Fernández Juan Carlos egresado de la carrera de INGENIERÍA CIVIL	
		PLAN: ESTRUCTURAS	
PROYECTO:	REGIONES:	DISEÑO:	LUNA: I
FECHA:	LOCAL:	ESCALA:	FOLIO:
INSTITUCIÓN: PUCARA	PROVINCIA: JAÉN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	INDICADA:
			DICIEMBRE 2018
			<b>E-13</b>





Ø	l
1/2"	30cm
3/8"	40cm
3/4"	50cm
1"	60cm

(SALVO INDICADO)



OBSERVACIONES:  
 1.- NO TRASLAPA EN ZONAS DE MÁXIMO ESFUERZO.  
 Si fuera estrictamente necesario, se anclará a través de la mitad de las barras dentro de una longitud  $l = 1.3Ld$ .  
 2.- EN LOS CASOS DE CRUZ DE LAS BARRAS DENTRO DE UNA LONGITUD  $l = 1.3Ld$ .  
 3.- NO TRASLAPA MÁS DEL 50% DEL ESPESOR DE LA CUBA EN UNA MISMA DIRECCIÓN.  
 4.- LOS ANCLAJES SE REALIZARÁN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO PURA DE LA ZONA DE COMPARTAMENTO.

CUADRO DE ESTRIBOS

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	18.05, 6.68, 10, reb. 18.20 a/b
2	3/8"	18.05, 4.68, 10 reb. 18.25 a/b
3	3/8"	18.05, 8.68, 10, 12.68, 15, reb. 18.25 a/b
4	3/8"	18.05, 12.68, 10, 6.68, 15, reb. 18.20 a/b
5	3/8"	18.05, 11.68, 10, 6.68, 15, reb. 18.20 a/b
6	1/4"	18.05, 4.68, 10, reb. 18.20 a/b

LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAP

Ø	REFUJO INFERIOR		REFUJO SUPERIOR		TRASLAP
	H. CUALQUIER	HC. 30	HO. 30	HO. 30	
3/8"	.50	.50	.50	.50	.38
1/2"	.75	.75	.75	.75	.60
3/4"	.90	.90	.90	.90	.75
1"	.70	.70	.90	.90	.90
1"	1.15	1.15	1.45	1.45	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Bach. Hernández Fernández Juan Carlos  
ESTUDIANTE DE ING. CIVIL

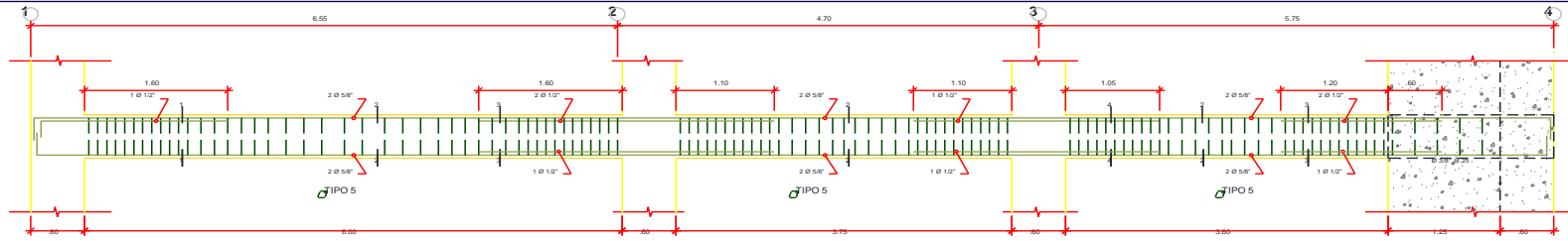
PROYECTO: **ESTRUCTURAS**

FECHA: 04.05.2018

ESCALA: 1: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2018

E-14



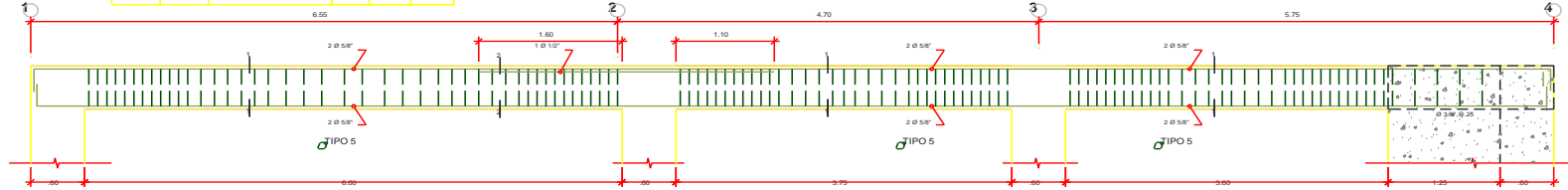
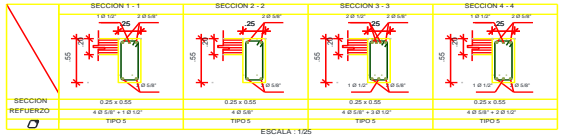
1er a 5to NIVEL (0.25 x 0.55)  
PORTICO VIII  
EJE D - D  
ESCALA: 1:25

**TRASLAPES Y EMPLAMES**

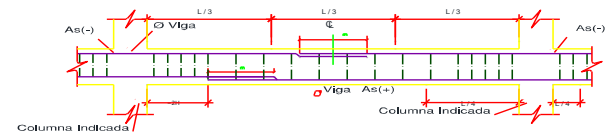
Ø	COLUM (cm.)	COLUMNAS
6 mm	-	
8 mm	25	
3/8"	30	
1/2"	30	
5/8"	35	
3/4"	45	
1"	60	

LOS EMPALMES SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL. NO SE EMPALMARAMAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION

Ø	L	Rmax.
1/4"	10 cm.	1.5 cm.
3/8"	15 cm.	2.0 cm.



6to NIVEL (0.25 x 0.55)  
PORTICO VIII  
EJE D - D  
ESCALA: 1:25

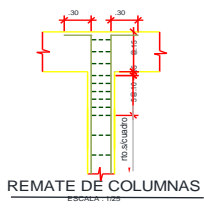


**LONGITUDES DE ALCLAJE Y TRASLAPES**

Ø	REFUERZO INFERIOR H COLUMNA	REFUERZO SUPERIOR HT 30	HT 30	TRASLAPES
3/8"	.30	.30	.30	.30
1/2"	.45	.45	.60	.60
5/8"	.60	.60	.75	.75
3/4"	.70	.70	.90	.90
1"	1.15	1.15	1.45	1.45

**OBSERVACIONES:**

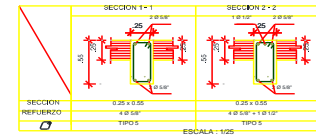
- NO TRASLAPAR EN ZONAS DE MAXIMO ESFUERZO. Si fuera imprescindible, se emplomara menos de la mitad de las barras dentro de una longitud de L.
- Si es mas de la mitad de las barras dentro de una longitud  $l = 1.2L$ .
- NO TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFORZO DE LA CABA EN UNA MISMA DIRECCION.
- LOS EMPALMES SE REALIZARAN EN DIFERENTES PARTES, QUEDANDO FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO.



REMATE DE COLUMNAS  
ESCALA: 1:25

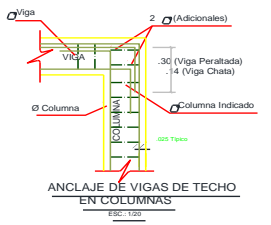


REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS  
ESCALA: 1:25



**CUADRO DE ESTRIBOS**

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	Ø.05, 6Ø.10, rb. Ø.20 a/te
2	3/8"	Ø.05, 4Ø.10 rb. Ø.25 a/te
3	3/8"	Ø.05, 6Ø.10, 12Ø.15, rb. Ø.25 a/te
4	3/8"	Ø.05, 12Ø.10, 6Ø.15, rb. Ø.20 a/te
5	3/8"	Ø.05, 11Ø.10, 6Ø.15, rb. Ø.20 a/te
6	1/4"	Ø.05, 4Ø.10, rb. Ø.20 a/te



ANCLAJE DE VIGAS DE TECHO EN COLUMNAS  
ESCALA: 1:25

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

PROYECTO: PUCARA JAÉN PUCARAYACA

PROFESOR: BACH. HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ JUAN CARLOS

PLANO: ESTRUCTURAS

ESCALA: 1 INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016

LÁMINA: E-15

## Anexo 5. Hojas de cálculo

ZAPATA COMBINADA (Eje A,C, 1 y 4)

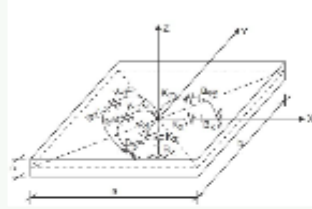
MASAS DE LA ZAPATA:

$$a := 9.25 \text{ m}$$

$$b := 17 \text{ m}$$

$$c := 0.45 \text{ m}$$

$$\gamma_c := 2.4 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$



+

$$M_x := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 17.318 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi x} := M_x \cdot \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_x \cdot b^2}{12} = 417.948 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_y := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 17.318 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi y} := M_x \cdot \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_x \cdot a^2}{12} = 124.357 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_z := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 17.318 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi z} := \frac{M_x \cdot (a^2 + b^2)}{12} = 540.551 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

Interacción Suelo Estructura- Norma Rusa SNIP

Datos de Zapata

$$A_{zap} := a \cdot b = 157.25 \text{ m}^2$$

Datos experimentales:

$$E := 2000 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$A_{10} := 10 \text{ m}^2$$

$$b_0 := 1 \text{ m}^{-1}$$

Coefficientes  $C_z$ ,  $C_x$ ,  $C_{\varphi}$

$$C_z := b_0 \cdot E \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A_{zap}}} \right] = [2504.35] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_x := 0.7 \cdot C_z = [1753.05] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi x} := 2 \cdot C_z = [5008.71] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi z} := C_z = [2504.35] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi y} := C_{\varphi x} = [5008.71] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

Coefficientes de rigidez  $K_z$ ,  $K_x$ ,  $K_y$

$$K_x := C_x \cdot A_{zap} = [275666.664] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_y := C_y \cdot A_{zap} = [275666.664] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_z := C_z \cdot A_{zap} = [393809.52] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_{\varphi x} := C_{\varphi x} \cdot \frac{a \cdot b^3}{12} = [18968491.891] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\varphi y} := C_{\varphi y} \cdot \frac{b \cdot a^3}{12} = [5615887.846] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\psi z} := C_{\psi z} \cdot \left( \frac{a \cdot b^3}{12} + \frac{a^3 \cdot b}{12} \right) = [12292189.9] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

ZAPATA CORRIDA Eje 3 y 2

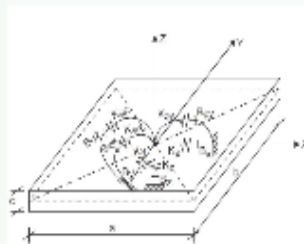
MASAS DE LA ZAPATA:

$$a := 4.85 \text{ m}$$

$$b := 1.50 \text{ m}$$

$$c := 0.45 \text{ m}$$

$$\gamma_c := 2.4 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$



+

$$M_x := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 0.801 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi x} := M_x \cdot \left( \frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_x \cdot b^2}{12} = 0.191 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_y := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 0.801 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi y} := M_x \cdot \left( \frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_x \cdot a^2}{12} = 1.611 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_z := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 0.801 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\psi z} := \frac{M_x \cdot (a^2 + b^2)}{12} = 1.721 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

Interacción Suelo Estructura- Norma Rusa SNIP

Datos de Zapata

$$A_{zap} := a \cdot b = 7.275 \text{ m}^2$$

Datos experimentales:

$$E := 2000 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$A_{10} := 10 \text{ m}^2$$

$$b_0 := 1 \text{ m}^{-1}$$

Coefficientes  $C_z$ ,  $C_x$ ,  $C_\varphi$

$$C_z := b_0 \cdot E \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A_{zap}}} \right] = [4344.84] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_x := 0.7 \cdot C_z = [3041.39] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi x} := 2 \cdot C_z = [8689.68] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\psi z} := C_z = [4344.84] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi y} := C_{\varphi x} = [8689.68] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

Coefficientes de rigidez  $K_z$ ,  $K_x$ ,  $K_\varphi$

$$K_x := C_x \cdot A_{zap} = [22126.105] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_y := C_x \cdot A_{zap} = [22126.105] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_z := C_z \cdot A_{zap} = [31608.722] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_{\varphi x} := C_{\varphi x} \cdot \frac{a \cdot b^3}{12} = [11853.271] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\varphi y} := C_{\varphi y} \cdot \frac{b \cdot a^3}{12} = [123919.361] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\psi z} := C_{\psi z} \cdot \left( \frac{a \cdot b^3}{12} + \frac{a^3 \cdot b}{12} \right) = [67886.3] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

## ZAPATA CORRIDA Eje 4 y 1

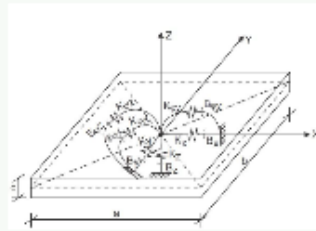
MASAS DE LA ZAPATA:

$$a := 4.85 \text{ m}$$

$$b := 1.60 \text{ m}$$

$$c := 0.45 \text{ m}$$

$$\gamma_c := 2.4 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$



$$M_x := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 0.855 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi x} := M_x \cdot \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_x \cdot b^2}{12} = 0.226 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_y := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 0.855 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi y} := M_x \cdot \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_x \cdot a^2}{12} = 1.718 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_z := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 0.855 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\psi z} := \frac{M_x \cdot (a^2 + b^2)}{12} = 1.858 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

Interacción Suelo Estructura- Norma Rusa SNIP

Datos de Zapata

$$A_{zap} := a \cdot b = 7.76 \text{ m}^2$$

Datos experimentales:

$$E := 2000 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$A_{10} := 10 \text{ m}^2$$

$$b_0 := 1 \text{ m}^{-1}$$

Coefficientes  $C_z$ ,  $C_x$ ,  $C_\varphi$

$$C_z := b_0 \cdot E \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A_{zap}}} \right] = [4270.38] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_x := 0.7 \cdot C_z = [2989.27] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi x} := 2 \cdot C_z = [8540.77] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\psi z} := C_z = [4270.38] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi y} := C_{\varphi x} = [8540.77] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

Coeficientes de rigidez  $K_z$ ,  $K_x$ ,  $K_\varphi$

$$K_x := C_x \cdot A_{zap} = [23196.721] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_y := C_y \cdot A_{zap} = [23196.721] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_z := C_z \cdot A_{zap} = [33138.172] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_{\varphi x} := C_{\varphi x} \cdot \frac{a \cdot b^3}{12} = [14138.954] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\varphi y} := C_{\varphi y} \cdot \frac{b \cdot a^3}{12} = [129915.444] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\psi z} := C_{\psi z} \cdot \left( \frac{a \cdot b^3}{12} + \frac{a^3 \cdot b}{12} \right) = [72027.2] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

ZAPATA CORRIDA Eje D

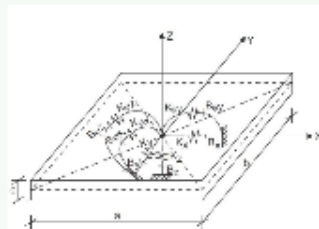
MASAS DE LA ZAPATA:

$$a := 1.60 \text{ m}$$

$$b := 17.00 \text{ m}$$

$$c := 0.45 \text{ m}$$

$$\gamma_c := 2.4 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$



$$M_x := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 2.996 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi x} := M_x \cdot \left( \frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_x \cdot b^2}{12} = 72.294 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_y := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 2.996 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\varphi y} := M_x \cdot \left( \frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_x \cdot a^2}{12} = 0.791 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_z := \frac{\gamma_c \cdot a \cdot b \cdot c}{g} = 2.996 \frac{\text{tonne} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

$$M_{\psi z} := \frac{M_x \cdot (a^2 + b^2)}{12} = 72.781 \text{ tonne} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}$$

Interacción Suelo Estructura- Norma Rusa SNIP

Datos de Zapata

$$A_{zap} := a \cdot b = 27.2 \text{ m}^2$$

Datos experimentales:

$$E := 2000 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$A_{10} := 10 \text{ m}^2$$

$$b_0 := 1 \text{ m}^{-1}$$

Coefficientes  $C_z, C_x, C_{\varphi}$

$$C_z := b_0 \cdot E \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A_{zap}}} \right] = [3212.68] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_x := 0.7 \cdot C_z = [2248.87] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi x} := 2 \cdot C_z = [6425.36] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\psi z} := C_z = [3212.68] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\varphi y} := C_{\varphi x} = [6425.36] \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

Coefficientes de rigidez  $K_z, K_x, K_{\varphi}$

$$K_x := C_x \cdot A_{zap} = [61169.392] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_y := C_x \cdot A_{zap} = [61169.392] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_z := C_z \cdot A_{zap} = [87384.845] \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

$$K_{\varphi x} := C_{\varphi x} \cdot \frac{a \cdot b^3}{12} = [4209036.701] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\varphi y} := C_{\varphi y} \cdot \frac{b \cdot a^3}{12} = [37284.201] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$K_{\psi z} := C_{\psi z} \cdot \left( \frac{a \cdot b^3}{12} + \frac{a^3 \cdot b}{12} \right) = [2123160.5] \text{ tonne} \cdot \text{m}$$





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - MOYOBAMBA, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del efecto de rigidez del suelo para evaluar la respuesta dinámica frente a sismo en el caso de infraestructura de 06 pisos, Jaén - Cajamarca - 2022", cuyo autor es HERNANDEZ FERNANDEZ JUAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

MOYOBAMBA, 31 de Marzo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA <b>DNI:</b> 08185308 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8625-3989	Firmado electrónicamente por: GAYBARA el 02-04- 2023 10:12:56

Código documento Trilce: TRI - 0540242