

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral  
del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac  
aplicando análisis no lineal**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autores:**

Bach. Jhon Omar Guillermo Huamani

Bach. Stephen Yordy Asto Huachaca

**Asesor:**

Mg. Roberto Roland Yoctun Rios

**Lima, Julio del 2024**

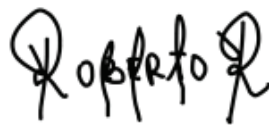
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Roberto Roland Yoctún Ríos, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: "**Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal**" del (los) autor (autores) Jhon Omar Guillermo Huamani y Stephen Yordy Asto Huachaca tiene un índice de similitud de 18% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 31 días del mes de julio del año 2024



---

Mg. Roberto Roland, Yoctún Ríos

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **02** día(s) del mes de **agosto** del año 2024 siendo las **10:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Reymundo Jaulis Palomino**, el secretario **Mg. Leonel Chahuares Paucar** y los demás miembros: **Ing. David Diaz Garamendi** y el asesor **Mg. Roberto Roland Yoctun Ríos** con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal",

.....de el(los)/la(las) bachiller/es: a) ..... **Guillermo Huamani, Jhon Omar** .....  
 .....B) ..... **Asto Huachaca, Stephen Yordy** .....  
 .....C) .....  
 .....conducente a la obtención del título profesional de:..... **INGENIERO CIVIL**.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): ..... **Guillermo Huamani, Jhon Omar** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>17</b>	<b>B+</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Sobresaliente</b>

Candidato (b): ..... **Asto Huachaca, Stephen Yordy** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>17</b>	<b>B+</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Sobresaliente</b>

Candidato (C): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
 Presidente  
 Mg. Reymundo Jaulis  
 Palomino

  
 \_\_\_\_\_  
 Secretario  
 Mg. Leonel  
 Chahuares Paucar

\_\_\_\_\_  
 Asesor  
 Mg. Roberto Roland  
 Yoctun Ríos

\_\_\_\_\_  
 Miembro  
 Ing. David Diaz  
 Garamendi

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (a)  
 Jhon Omar Guillermo  
 Huamani

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (b)  
 Stephen Yordy Asto  
 Huachaca

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (c)

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, por su guía, por su bendición constante y sobre todo por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi querida madre Magdalena Huachaca Vargas, por ser el pilar fundamental y por demostrarme siempre su cariño y ánimo incondicional. Así mismo, a mis hermanos Claudia, Edward, Ricardo, Steven y sobrinos zaid y Shely gracias por estar siempre ahí para mí en los buenos y malos momentos. A mis queridos abuelos Exaltación y María, primos, tíos, tías y a toda la familia. A todos ustedes, mi eterna gratitud.

**Stephen Y. Asto Huachaca**

En primer lugar, dedico este trabajo a DIOS, por ser un soporte en los momentos más difíciles, por guiarme en sabiduría y responsabilidad.

A mi padre Julian Guillermo Ccoñislla y mi madre Isabel Huamani Escalante, que fueron los pilares fundamentales en mi vida universitaria en lo económico y emocional.

A mi hermano Uber Guillermo Huamani y mi hermana María Belleza Guillermo Huamani, por motivarme y ayudarme en los momentos difíciles.

Por último, a mi tía Julia Bolívar Huamani y mi tío Pablo Fernández, que me brindaron su apoyo incondicional en mi vida universitaria.

**Jhon O. Guillermo Huamani**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a la Universidad Peruana Unión y a sus docentes, por toda la enseñanza brindada a lo largo de toda la vida universitaria.

A mis padres y hermanos por darme el apoyo incondicional en toda mi carrera universitaria.

A mis compañeros de la Universidad Peruana Unión, por su compañía, en los momentos difíciles y alegres durante toda mi vida universitaria.

Al asesor Mg. Roberto Yoctun Ríos, por su guía y aporte en todo el trayecto de la investigación.

### **Jhon O. Guillermo Huamani**

En primer lugar, deseo expresar mi profunda gratitud a Dios, cuya guía y amor incondicional han sido fundamentales en este camino. A mi madre Magdalena, por su incansable apoyo, sabiduría y amor, que han sido mi inspiración. A mis hermanos Claudia, Edward, Ricardo y Steven, por su aliento y comprensión. A mis abuelos, sobrinos, tías, tíos, primos y demás familia, por su incondicional apoyo. A mis amistades, por su ánimo y comprensión. A nuestro tutor Mg. Roberto Yoctun Rios, por su orientación y sabios consejos para realizar la presente investigación. También agradecer a la Universidad Peruana Unión y a todos los docentes que me brindaron los conocimientos que me permitieron convertirme hoy en un profesional. A los dictaminadores por sus observaciones y recomendaciones en la presente investigación, ¡gracias de todo corazón!

**Stephen Y. Asto Huachaca**

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	DESARROLLO .....	5
3.	METODOLOGÍA .....	6
3.1.	Datos recolectados del expediente técnico e in situ.....	6
3.2.	Modelamiento de la Infraestructura .....	9
3.2.1.	Asignación de materiales y elementos estructurales.....	9
3.2.2.	Metrado y asignación de cargas de gravedad.....	10
3.2.3.	Parámetros de coeficiente sísmico .....	10
3.3.	Análisis no lineal Pushover .....	12
4.	RESULTADOS.....	12
4.1.	Irregularidades de la Edificación .....	12
4.1.1.	Irregularidades en Altura.....	12
4.1.2.	Irregularidades en Planta.....	13
4.2.	Análisis Estructural.....	14
4.3.	Análisis con cuantía de acero según la estructura existente.....	17
4.4.	Análisis con diferentes cuantías de acero en columnas. ....	19
5.	CONCLUSIONES .....	26
6.	RECOMENDACIONES.....	27
7.	FINANCIAMIENTO .....	28
8.	AGRADECIMIENTOS.....	28
9.	CONFLICTOS DE INTERES DEL AUTOR.....	28
10.	COMPARATIVA CON LA TEORIA EXISTENTE.....	28
11.	REFERENCIAS.....	30

# RELACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO Y DUCTILIDAD AL DESPLAZAMIENTO LATERAL DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD CHALLHUAHUACHO, COTABAMBAS, APURÍMAC APLICANDO ANÁLISIS NO LINEAL

## RELATIONSHIP OF AMOUNTS OF STEEL AND DUCTILITY TO THE LATERAL DISPLACEMENT OF THE CHALLHUAHUACHO HEALTH FACILITY, COTABAMBAS, APURÍMAC APPLYING NON-LINEAR ANALYSIS

Guillermo Huamani, Jhon Omar<sup>1</sup>; Asto Huachaca, Stephen Yordy<sup>2</sup>; Roberto Roland, Yoctun Rios<sup>3</sup>

### RESUMEN

El siguiente artículo de investigación, presenta la determinación de la relación entre las cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud de Challhuahuacho, del distrito de Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac, Perú; mediante un análisis no lineal, cuya muestra es el bloque "A". Los instrumentos metodológicos constan de una verificación de las condiciones actuales estructurales, recopilación de información en in situ y del expediente técnico, aplicando el método pushover y software computacional ETABS V.20.3.0. Los resultados revelaron que, al incrementar la cuantía en dirección X-X de 1.5%, se logra una ductilidad de 7.56 al incrementar la cuantía en todas las columnas. Asimismo, se verifica el incremento en la capacidad estructural de 301.70 toneladas con una cuantía de 2.5%. En cuanto a la dirección Y-Y, se determina una irregularidad estructural en planta, debido a la torsión. La mayor ductilidad se encuentra cuando la cuantía es 1.5% logrando determinar una ductilidad de 10.91 y que al incrementar la cuantía al 2.5%, se logra un incremento de la capacidad estructural de 62.97 toneladas. Se concluye que, la relación de cuantías tiene una influencia significativa en la ductilidad y el desplazamiento lateral de la edificación. Al aumentar la cuantía de acero, se reduce la ductilidad al desplazamiento y se incrementa la capacidad estructural. Al disminuir la cuantía de acero, se reduce la ductilidad y la capacidad estructural. Además, se determina que la cuantía efectiva ideal para una adecuada ductilidad se encuentra en un rango de 1% a 2.5%.

**Palabras clave:** *cuantías de acero, ductilidad, capacidad estructural.*

---

<sup>1</sup> Jhon Omar Guillermo Huamani. Bachiller Ingeniería Civil. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú. Correo: [huamani.0810@gmail.com](mailto:huamani.0810@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5839-2690>

<sup>2</sup> Stephen Yordy Asto Huachaca. Bachiller Ingeniería Civil. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú. Correo: [ingyordy02@gmail.com](mailto:ingyordy02@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4064-8211>

<sup>3</sup> Roberto Roland Yoctun Rios. Asesor de Investigación. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú. Correo: [robertoyoctun@upeu.edu.pe](mailto:robertoyoctun@upeu.edu.pe). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0927-7829>