



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Implementación de Aisladores Sísmicos en Puentes de Vías de Alto
Tránsito, Puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Cornelio Chacón, Luz Magaly

ASESOR

Ing. Benites Zuñiga, José Luis

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2018



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Mr. Moquni Cornelio Chacón

cuyo título es:

" Implementación de distancias sísmicas en puentes de
vías de alto tránsito, Puente Nana, distrito de
Chudacayo en el 2017

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

14 (número) CATORCE (letras).

Lugar y fecha LIMA 10-DIC-2018

Raúl Pardo
PRESIDENTE

MG. RAUL PINTO BARRANTES
Grado y nombre

Emilio Medrano
SECRETARIO
Grado y nombre

José Benítez
VOCAL
Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA:

La presente tesis se la dedico en primer lugar a Dios por ser quien ilumina y conduce cada paso de mi vida. Al ser más maravilloso que existe en la tierra mi madre, por el inmenso amor y devoción que tiene para con sus hijos, por el apoyo incalculable e incondicional que siempre me brindas, por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla.

AGRADECIMIENTOS:

El más sincero agradecimiento para:

El Ing. Jorge Armando Iturrizaga Cuba, por su apoyo en brindarme toda la información técnica y orientación al desarrollo de este proyecto de investigación.

Al Ing. José Benites Zúñiga, por ser un asesor comprometido, con el fin de lograr un genuino aporte a la ingeniería y a la sociedad.

A ellos, Gracias.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Cornelio Chacón, Luz Magaly con DNI N ° 45517170, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de Diciembre del 2018



.....

Luz Magaly, Cornelio Chacón

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del reglamento de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, presento el proyecto de investigación titulado: “Implementación de aisladores sísmica en puentes de vía de alto tránsito, puente Ñaña – Chacacayo 2017” La razón que motivó el desarrollo de la presente tesis, es realizar un estudio de investigación acerca de la influencia de la implementación de aisladores sísmicos en puentes con la finalidad de ser de aporte para futuras investigaciones relacionadas al tema.

El presente proyecto de investigación se ha estructurado en ocho capítulos. En el Capítulo I se estableció la Realidad problemática, Trabajos previos, Teorías relacionadas al tema, Planteamiento del problema, Justificación, Hipótesis, Objetivo e Importancia; en el Capítulo II, se ubicó el Diseño de la Investigación, Operacionalización de variables, Población y muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Materias primas, Método de análisis de datos y Aspectos éticos; en el Capítulo III se ubicaron los Resultados; en el Capítulo IV se encuentra la Discusión de los resultados; en el Capítulo V se establecieron las Conclusiones; en el Capítulo VI se plasmaron las Recomendaciones; se colocaron las Referencias bibliográficas y finalmente se localizara los anexos.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La Autora.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos previos	17
1.2.1. Antecedentes nacionales	17
1.2.2. Antecedentes internacionales	19
1.3. Teorías relacionadas al tema	21
1.3.1. Aisladores sísmicos	21
1.3.1.1. Tipos de mecanismo de aislación - aislador propuesto: Aislador con núcleo de plomo (LRB)	22
1.3.1.2. Características mecánicas del aislador con núcleo de plomo	24
1.3.2. Vías de alto tránsito	28
1.3.2.1. Intensidad media diaria anual (IMDA)	28
1.3.2.2. Tipo de vehículo	29
1.3.2.3. Nivel de servicio – Calidad de flujo vehicular	29
1.3.3. Marco referencial	29
1.4. Formulación del problema	30
1.4.1. Problema general	30
1.4.2. Problemas específicos	30
1.5. Justificación del estudio	31
1.6. Hipótesis	31
1.6.1. Hipótesis general	31
1.6.2. Hipótesis específicas	32
1.7. Objetivos	32
1.7.1. Objetivo general	32
1.7.2. Objetivos específicos	32
II. METODOLOGÍA	34
2.1. Método, diseño, tipo y nivel de investigación	35

2.1.1.	Método de investigación.....	35
2.1.2.	Diseño de investigación.....	35
2.1.3.	Tipo de investigación.....	35
2.1.4.	Nivel de investigación.....	36
2.2.	Variables y operacionalización.....	36
2.2.1.	Variables.....	36
2.2.2.	Operacionalización de las variables.....	36
2.3.	Población, muestra y muestreo.....	38
2.3.1.	Población.....	38
2.3.2.	Muestra.....	38
2.3.3.	Muestreo.....	38
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	39
2.4.1.	Técnicas e instrumentos.....	39
2.4.2.	Instrumento de recolección de datos.....	39
2.4.3.	Validez.....	39
2.4.4.	Confiabilidad.....	40
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	41
2.6.	Aspectos éticos.....	41
III.	RESULTADOS.....	42
3.1.	Descripción de la zona de estudio.....	43
3.1.1.	Recopilación de información.....	43
3.2.	Ensayos.....	45
3.2.1.	Ensayos de penetración estándar.....	45
3.2.2.	Ensayo de corte directo.....	46
3.3.	SAP 2000.....	46
3.4.	Análisis.....	47
3.4.1.	Análisis de riesgo sísmico.....	47
3.4.2.	Sismicidad del área de influencia.....	47
3.5.	Análisis sísmico probabilístico.....	49
3.5.1.	Fundamentos del análisis del peligro sísmico.....	49
3.5.2.	La evaluación y caracterización de las fuentes sismogénicas.....	49
3.6.	Estudios geotécnico y geológico de cada estribo.....	55
3.6.1.	Estribo izquierdo (E.I).....	55
3.6.2.	Estribo derecho (E.D).....	55
3.7.	Capacidad portante.....	55

3.7.1.	Para el estribo izquierdo.....	57
3.7.2.	Para el estribo derecho	57
3.8.	Aislador sísmico con núcleo de plomo (LRB)	58
3.9.	Generación del modelamiento.....	59
3.9.1.	Cargas.....	59
3.9.2.	Características de los materiales.....	59
3.9.3.	Análisis y diseño del puente Ñaña.....	59
3.9.4.	Modelamiento con SAP 2000.....	71
3.9.5.	Resultados dinámicos.....	73
3.10.	Análisis de Esfuerzos, Deformaciones y Amortiguamiento.....	77
IV.	DISCUSIONES.....	82
V.	CONCLUSIONES.....	85
VI.	RECOMENDACIONES.....	87
	REFERENCIAS	89
	ANEXOS	93
	ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	94
	ANEXO 2: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	96
	ANEXO 3: ESTRATIGRAFÍAS.....	100
	ANEXO 4: ENSAYOS DE SUELOS.....	109
	ANEXO 5: DOCUMENTACIÓN	116
	ANEXO 6: PLANOS.....	118
	ANEXO 7: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puente vehicular de ciudad de San Miguel de Tucumán – Argentina.	15
Figura 2. Armadura de la Superestructura puente tipo arco. Puente Ñaña – Lima.	17
Figura 3. Esquema de aislación en una edificación	21
Figura 4. Esquema de aislación en un puente	22
Figura 5. Curva de histéresis (F vs D) para LRB	23
Figura 6. Amortiguamiento viscoso (β) vs deformación angular (Υ)	26
Figura 7. Vista de frontal del Puente Ñaña	44
Figura 8. Estribo izquierdo del Puente Ñaña.....	44
Figura 9. Muestras del ensayo de penetración estándar de ambos estribos	45
Figura 10. Tectónica de los Andes - zona de subducción	47
Figura 11. Zonas sísmicas	49
Figura 12. Fuentes sismogénicas superficiales F3, F7 y F11 del distrito de Chaclacayo	51
Figura 13. Fuentes sismogénicas intermedias y profundas F15 y F19 del distrito de Chaclacayo .	51
Figura 14. Medidas promedios de un aislador para puentes de vías de alto tránsito	58
Figura 15. Vista en elevación del Puente Ñaña.....	60
Figura 16. Vista en sección transversal del Puente Ñaña.....	61
Figura 17. Esquema del puente arco de acero estructural	63
Figura 18. Secciones transversales de elementos estructurales.....	67
Figura 19. Sección de viga transversal o diafragma.....	67
Figura 20. Sección transversal de vigas longitudinales.....	68
Figura 21. Secciones de péndolas	68
Figura 22. Vista tridimensional del modelo empleado para el puente	69
Figura 23. Deformaciones por desplazamiento sin aislador sísmico	70
Figura 24. Deformaciones por desplazamiento con aislador sísmico	70
Figura 25. Fuerzas Axiales sin aisladores sísmicos	71
Figura 26. Fuerzas Axiales con aisladores sísmicos	71
Figura 27. Momentos flectores sin aisladores sísmicos	72
Figura 28. Momentos flectores con aisladores sísmicos	72
Figura 29. Fuerzas cortantes sin aisladores sísmicos	73
Figura 30. Fuerzas cortantes con aisladores sísmicos	73
Figura 31. Análisis sísmico efectuado	74
Figura 32. Resistencia a la Compresión.....	75
Figura 33. Análisis de torsión	76
Figura 34. Efecto de torsión.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas del neopreno	27
Tabla 2. Características mecánicas del acero A36	27
Tabla 3. Sistemas de aislación del aislador sísmico con núcleo de plomo.....	27
Tabla 4. Rangos de relación de las variables de estudio	32
Tabla 5. Operacionalización de las variables	37
Tabla 6. Rangos y magnitud de validez	40
Tabla 7. Coeficiente de validez por juicio de expertos	40
Tabla 8. Rangos y confiabilidad para el instrumento	41
Tabla 9. Ubicación del distrito de Chaclacayo.....	43
Tabla 10. Factores de aceleración de la gravedad	48
Tabla 11. Parámetros del suelo.....	48
Tabla 12. Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción superficiales y de las fuentes continentales.....	52
Tabla 13. Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción intermedias y profundas	53
Tabla 14. Parámetros sísmicos calculados en base a magnitudes (Ms).....	53
Tabla 15. Aceleraciones máximas esperadas (% G) obtenidas con diferentes leyes de atenuación	54
Tabla 16. Coordenadas geográficas (°).....	54
Tabla 17. Aceleración g (según el período de retorno)	54
Tabla 18. Carga admisible del estribo izquierdo.....	57
Tabla 19. Carga admisible del estribo derecho	57
Tabla 20. Dimensionamiento del neopreno.....	58
Tabla 21. Comparación de los periodos obtenidos sin aislación y con Aislador LRB.....	77
Tabla 22. Desplazamientos vs. Modos de vibración.	78
Tabla 23. Disipación de energía.....	79
Tabla 24. Resultados sin aisladores sísmicos.....	80
Tabla 25. Resultados con aisladores sísmicos	81

RESUMEN

En la actualidad, los sistemas de protección sísmica representan una opción viable para la prevención de desastres naturales como lo es un evento telúrico. Nuestro país se encuentra en la zona del cinturón de fuego del pacífico, por lo tanto, no se debe hacer caso omiso al peligro que un sismo supone. En atención a ello, se presenta el siguiente estudio que intentará explicar, a grandes rasgos, una tecnología de protección sísmica: la implementación de aisladores en un puente de vía de alto tránsito.

Es recurrente que el público en general, e inclusive ingenieros civiles, tengan interrogantes sobre el comportamiento, tipos, eficiencia y conveniencia de los distintos tipos de aisladores sísmicos. Por tal motivo, este estudio fue estructurado para describir la tecnología desde los principios básicos y la filosofía del diseño, hasta los mecanismos de protección y propiedades dinámicas de uno de los dispositivos. La información técnica mostrada corresponde a estándares internacionales, normativa local y prácticas comunes de la ingeniería estructural y construcción.

Complementario a la información teórica, se plantea una comparación entre la propuesta ya construida y su similar con aisladores en puente de vía de alto tránsito. Se ha seleccionado para el ejercicio un puente del distrito de Chaclacayo, en la ciudad de Lima. La directriz general que se siguió, para realizar la propuesta con aisladores, fue la de reestructurar la edificación mediante modelamiento en el programa SAP200 con aisladores sísmicos con núcleo de plomo. Al mismo tiempo, se mantuvo la arquitectura original y la funcionalidad del puente. Finalmente, se resumen los resultados de los análisis de estructuras, de acuerdo a norma, junto con los beneficios del aislamiento sísmico, para comparar la conveniencia de su implementación en el ejercicio mostrado.

Palabras claves: comportamiento dinámico, aisladores, modelamiento, propuesta, comparación.

ABSTRACT

At present, the systems of seismic protection represent a viable option for the prevention of natural disasters like it is a telluric event. Our country is in the zone of the belt of fire of the pacific one, therefore, it is not necessary to ignore to the danger that an earthquake supposes. In consideration of it, one presents the following study that will try to explain, in outline, a technology of seismic protection: the implementation of insulators in a bridge of route of high traffic.

He is an appellant that the public in general, and inclusive civil engineers, have questioning on the behavior, types, efficiency and convenience of the different types of seismic insulators. For such a motive, this study was structured to describe the technology from the basic beginning and the philosophy of the design, up to the protection mechanisms and dynamic properties of one of the devices. The technical showed information corresponds to international standards, local regulation and common practices of the structural engineering and construction.

Complementary to the theoretical information, a comparison appears between the already constructed offer and his similar one with insulators in bridge of route of high traffic. There has been selected for the exercise a bridge of Chaclacayo's district, in the city of Lima. The general directive that followed, to realize the offer with insulators, was it of restructuring the building by means of modeling in the program SAP200 with seismic insulators with core of lead. At the same time, there was kept the original architecture and the functionality of the bridge. Finally, are summarized the results of the analyses of structures, of agreement to norm, together with the benefits of the seismic isolation, to compare the convenience of his implementation in the showed exercise.

Key words: dynamic behavior, insulators, modeling, offer, comparison

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los puentes son estructuras imprescindibles. Ellos actúan como un eslabón importante en la red de transporte y comunicaciones, un evento sísmico de gran magnitud dejaría estragos estructurales serios e impediría brindar la ayuda necesaria.

Los acontecimientos sísmicos consignados en los últimos años, tales como los de México 1985, Northridge 1994, Kobe 1995 y Taiwán 1999, entre otros, [...] han dejado de manifiesto la necesidad de mejorar las metodologías de diseño sísmico en estructuras, ya que una cantidad importante de estructuras diseñadas conforme a códigos sísmicos modernos no manifestaron un comportamiento adecuado durante dichos eventos. Por este motivo, la comunidad internacional de ingenieros estructurales está actualmente intentando mejorar el diseño sísmico, mediante la formulación de metodologías de diseño, cuyo objetivo es el control del daño estructural a través del control de los desplazamientos (Aguar, y otros, 2014, p 59)



Figura 1. Puente vehicular de ciudad de San Miguel de Tucumán – Argentina.

(Fuente: Matutino Perfil, 2018)

(García, 2017, párr. 3-4). La costa central del Perú, Lima, la ciudad más poblada y el motor económico del país, sería la más perjudicada. Entidades que miden riesgos financieros apuntan, además, que un terremoto en la capital produciría pérdidas económicas que retrasarían el desarrollo del país por años.” Lo importante no es cuándo, sino qué estamos haciendo para no ser dañados por ese terremoto que de todas maneras ocurrirá”. Dice un informe de Hernán Tavera de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del Instituto

Geofísico del Perú (IGP). [...] La distribución de la actividad sísmica de los últimos 50 años revela que en la costa de Lima no se ha liberado gran energía sísmica desde el terremoto de 1746. Por otro lado, la técnica del acoplamiento de placas señala que en esta zona no hay mucho movimiento entre las placas de Nazca y Sudamericana. En resumen, habría mucha energía acumulada que podría liberarse abruptamente.

Perú es un país que requiere implementar nuevas tecnologías en cuanto a la protección sísmica con el fin de brindar mayor seguridad a las construcciones, evitando consigo posibles desastres que generen primordialmente pérdida de vida. Es un gran reto y responsabilidad para los ingenieros y todas las personas involucradas en el desarrollo de la infraestructura del país colaborar para la búsqueda de soluciones acordes con nuestras condiciones locales que otorguen una protección adicional a la infraestructura y a la comunidad. Las técnicas de control de respuesta sísmica constituyen acciones preventivas, ya que se le está dando un mejor manejo y control al deterioro estructural causado por posibles terremotos futuros.

En la actualidad, las estructuras abarcan una serie de parámetros que rigen la construcción sísmo resistente, por medio de reglamentos que exigen según zonas de amenaza sísmica definidas, en las cuales se encuentran cada una de las ciudades del país. Al ser los sismos cíclicos, es de esperarse que, en el futuro, las mismas áreas urbanas como el distrito de Chaclacayo se vean afectadas por nuevos eventos sísmicos con la misma o mayor intensidad con las que se vienen suscitando. Entonces, partiendo de este suceso, se logra identificar el sismo como uno de los riesgos más tenebrosos que afectan las construcciones, pues este es un fenómeno natural cuyo momento de ocurrencia, magnitud y ubicación geográfica es aún difícil de identificarlo. Realizando una inspección ocular, respecto a la identificación de las causas originarias de esta problemática, se observó que al inicio del año 2018 se construyó el nuevo puente Ñaña, siendo este el primer puente de alto tránsito en el distrito de Chaclacayo. El costo de este Puente fue aproximadamente de 18 millones, sin tener consideración en el gasto de repararlo consecutivamente en el futuro con tantos sismos como se hayan presentado, “resulta más barato y mejor concebida una edificación que tenga elementos Antisísmicos. Los precios de este sistema pueden representar entre el 2% y 3% del costo de un proyecto convencional” (Manzur, 2012, párr.15). Esto pasa porque en una edificación con aislamiento sísmico se puede disminuir en forma importante la cantidad de concreto, de fierro y secciones.



Figura 2. Armadura de la Superestructura puente tipo arco. Puente Ñaña – Lima.
(Fuente: Imagen Propia, 2018)

En el distrito de Chaclacayo, así como a nivel nacional y mundial, se han presentado catástrofes debido a los daños generados y/o deterioro en los elementos estructurales a causa de eventos sísmicos, ya que estos absorben la energía de entrada del sismo, teniendo como primera instancia pérdidas de vida, ya que cuando estos movimientos actúan pueden generar grandes afectaciones, considerando que no todas las edificaciones construidas en el país cuentan con el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes E0-30, o en el peor de los casos con ninguna especificación del Manual de Puentes o normas AAHSTO.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes nacionales

(Duran, 2017), en su tesis de **Título:** “Diseño sísmico de puentes con aisladores y con disipadores de energía”. El **objetivo** del autor es obtener la serviciabilidad del puente después de un sismo severo, utilizando **metodología** aplicativa de evaluación sísmica de puentes basada en el comportamiento probabilístico como: El método de la fuerza lateral equivalente, el método del espectro de respuesta. El método tiempo-historia (generalmente no-lineal). Obteniendo resultados positivos de un análisis de un puente de 5 tramos con aisladores sísmicos en los apoyos; Así mismo manifestó el autor que cuando el suelo transmite esfuerzos de fundación, estos esfuerzos producen deformaciones que pueden ocurrir de tres

maneras durante un sismo, primero por deformación elástica de las partículas. Segundo por cambio de volumen en el suelo como consecuencia de la evacuación de los líquidos existentes en los huecos entre las partículas y tercero por deslizamiento de las partículas. Este ultima corresponde a fallas encontradas en dicho proyecto, que pueden conducir al deslizamiento de una gran masa de suelo, para evitarla se realizó un análisis de estabilidad, que requiere del conocimiento de la resistencia del suelo. Por tanto, el autor sugiere que el valor de la capacidad admisible de cualquier suelo se debe hallar a partir de la expresión de las especificaciones técnicas de AASHTO para diseño de puentes por el método LRFD, para así obtener un margen adecuado y considerando todo ello de acuerdo con la zonificación del tipo de suelo. **Concluyendo** que la resistencia del suelo es primordial teniendo en consideración si es admisible o no para poder realizar cualquier edificación. Que el uso de los aisladores sísmicos implica el incremento del periodo natural pero también causa el incremento del desplazamiento del tablero (p.58).

(Arrellano, 2015), en su tesis de **Título**: “Análisis de diseño y comparación estructural y económica de puentes en concreto presforzado [Sic.] Con Sistemas de aislamiento”. El **objetivo** del autor es buscar los diseños antisísmicos más adecuados y perfeccionar los modelos ya existentes para poder así optimizar el comportamiento de las mismas frente a diversas sollicitaciones tanto económica y estructuralmente, el **método** que utilizó el autor es Aplicativo, la **población** con la que se trabajó fue la del intercambio vial Av. Tomas Valle – Panamericana Norte. En nuestro país, el uso de sistemas de aislamiento es muy escaso o nulo, y se ha visto aplicado solamente en edificaciones de gran magnitud. Sin embargo, en países como Argentina y Chile, ya se pueden apreciar puentes construidos con sistemas de aislamiento sísmico. Es por ello que es necesario alentar la investigación de temas nuevos en este aspecto, de modo que nos permitan tener mejor conocimiento de estos accesorios para su futura utilización en los proyectos de puentes peruanos, Los **resultados** son satisfactorios en cuanto al comportamiento estructural, desplazamientos y esfuerzos que soportan los dos tipos de estructuras de puentes; además Eduardo Arellano demuestra que económicamente los puentes con sistemas de aislamiento sísmico, son más competentes que los puentes convencionales, esto se debe a las características mecánicas que lo conforman como son sus capas elastómeros, el neopreno vulcanizado y las placas de acero, los aisladores LRB durante un sismo disiparía 25% de energía, por lo que la subestructura registraría menor esfuerzo de flexión si se implementaran aisladores sísmicos en las estructuras. **Concluyendo** así; que el aislamiento sísmico presenta una alternativa estructural

más favorable debido a la distribución de esfuerzos que se mostró después de un análisis riguroso.

(Ortiz, 2013). En su tesis de **Título**: “Evaluación del comportamiento vibratorio de puentes peatonales bajo carga peatonal y sísmica”. El **objetivo** general de dicho estudio fue la de evaluar los comportamientos vibratorios de puentes peatonales. Se trata de rigidizar la estructura con fines de controlar los movimientos del puente peatonal (frecuencias y aceleraciones), en la etapa de diseño. Una forma efectiva para resolver los problemas de vibración es aumentar la amortiguación con la instalación de un sistema de amortiguación, cuando el puente peatonal ya se encuentra construido, el **método** que se empleó fue el analítico, la **población** más representativa que utilizó el autor fueron todos los puentes peatonales con las mismas características de falla a nivel mundial, obteniendo, **resultados** que indican que el riesgo es insignificante sobre la resonancia que transmiten, llegando a la **conclusión** que la rigidez de la estructura tiene como fin controlar los movimientos del puente peatonal (frecuencias y aceleraciones), en la etapa de diseño. Durante un terremoto se generan vibraciones en niveles bajos, medios e intensos, una manera efectiva para poder solventar estos problemas son las de implementar un sistema antisísmico como amortiguadores y/o aisladores sísmicos en cada estructura edificada que se realice; para así disipar energía mientras dure el movimiento telúrico.

1.2.2. Antecedentes internacionales

(Casón, y otros, 2012). En su tesis de **Título**: “Optimización del acondicionamiento sísmico en puentes mediante el aislamiento en la base del tablero”. El **objetivo** es conseguir minimizar los daños que los terremotos causan en los puentes, **método** que emplearon dichos autores fue el demostrativo, el cual consiste en el aislamiento sísmico en la base, utilizando apoyos deslizantes entre pilas y tablero que transmitan únicamente las cargas verticales, mientras que los esfuerzos horizontales son transmitidos por unos dispositivos especiales (aisladores sísmicos) que proporcionan flexibilidad horizontal, Se ha desarrollado un **método** simplificado para calcular las características que deben tener los dispositivos de aislamiento, para conseguir que toda la estructura vibre con un único grado de libertad, se controlen las fuerzas transversales transmitidas a las pilas, minimizando los desplazamientos producidos en el tablero. Obteniendo **resultados** donde se manifiesta que el LRB llega a un punto de recuperación de energía 100% y empieza a disminuir su periodo para estabilizar la estructura al mínimo valor con respecto a la estructura convencional presenta menor periodo inicial,

manteniendo casi el mismo nivel durante el evento sísmico, además de ello se comparó los desplazamientos tomados en un punto aleatorio entre el apoyo y el tablero, identificando consigo que en los primeros modos el aislador actúa recibiendo la principal parte de la energía proveniente del sismo, Con ello se **concluye** que una estimación sencilla de los desplazamientos del tablero y de las deformaciones de las pilas de un puente aislado con este método, al producirse un terremoto con una aceleración sísmica de cálculo establecido. (p.62).

(Rico, y otros, 2012). En su tesis de **Título**: “Uso de aisladores de base en puentes de concreto simple apoyados”. El **objetivo** del artículo es la de observar el comportamiento sísmico de puentes de concreto reforzado simplemente apoyados, usando aisladores sísmicos de base, el **método** a emplearse fue de la de un análisis dinámico no lineal de Tiempo - historia y el correspondiente modelamiento en SAP2000 del viaducto la Flora – Bucaramanga; Se compararon los **resultados** del modelo sin aislamiento sísmico versus los tres modelos con sistema de aislamiento sísmico, y se encontró que los aisladores sísmicos reducen el desplazamientos y fuerzas cortantes en las pilas del puente, la característica singular de los aisladores es la existencia de flexibilidad vertical, que se origina de una relación de rigidez vertical con la horizontal de los resortes helicoidales, lo que evita resonancias indeseables. Los amortiguadores están compuestos por una carcasa inferior que contiene una masa viscosa; La relación de amortiguamiento horizontal es del 30%, mientras que la vertical es del 15%, su capacidad es la reducir las aceleraciones en la estructura. Los desplazamientos de la estructura deben ser tenidos en cuenta en la arquitectura de la obra, para suministro y evacuación de fluidos en diferentes direcciones de excitación horizontal y vertical, los desplazamientos en la base; aceleraciones y daños en los elementos estructurales. Llegando a así a la **conclusión**; Se pretende destacar la capacidad de disipar energía de la estructura mediante el daño en los elementos que la forman, ya que al evitar el daño de los elementos de la estructura se consigue que permanezca en condiciones de funcionalidad después de ocurrido un siniestro.

(Jara, y otros, 2012), en su tesis de **Título**: “Criterios de diseño de puentes con aisladores y disipadores de energía”. El **objetivo** de dichos autores es la búsqueda de medios para proporcionar suficiente resistencia a una estructura y asegurar un comportamiento satisfactorio para diferentes niveles de intensidad sísmica, el **método** se basa mediante un sistema de control para la protección sísmica, Las normas indicadas son **resultados** de

medición, que se han orientado a mejorar la practica constructiva con el propósito de incrementar la capacidad de disipación de energía de los elementos en los que se concentran la demanda de ductilidad, **concluyendo** que los criterios plasmados son una guía que resume los principales condiciones de aplicabilidad ya que para elegir un método apropiado, se deberá considerarse; el conjunto de condiciones, realizada, así como el impacto que puede tener alguna de las características en el comportamiento general del puente.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Aisladores sísmicos

(Aguiar, y otros, 2014, p. 9) Exteriorizan; Los sistemas más utilizados para mitigar los efectos de un terremoto es el aislamiento sísmico, este consiste en un diseño basada en antecedentes de que es posible separar una estructura de los movimientos del suelo, tras introducir un elemento flexible entre la estructura y su base. El mecanismo de los aisladores sísmicos disminuye considerablemente la rigidez de un sistema estructural, formando un periodo elemental, para que una estructura aislada sea considerablemente mayor que el de la misma estructura con base fija.

Según (Duran, 2017, p. 36). Expone que, hay diferencias conceptuales entre aislamiento sísmico en puentes y edificaciones. En un edificio, los aisladores sísmicos son asentados para reducir las acciones de inercia actuantes en los sistemas de la estructura por encima de los aisladores; En puentes estos son asentados en los apoyos de la Súper estructura para reducir las fuerzas de inercia en los apoyos transmitidas desde la Súper estructura.

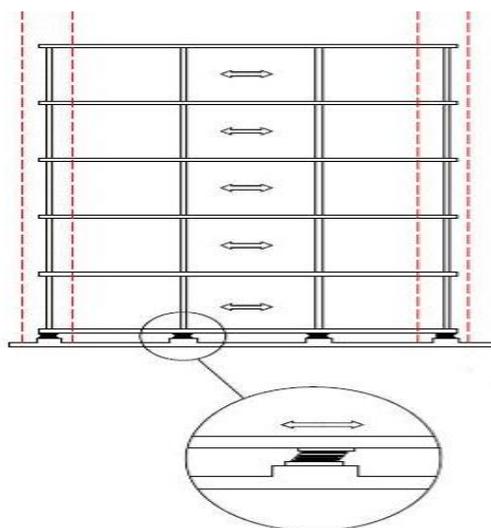


Figura 3. Esquema de aislación en una edificación. (Fuente: Elastechc HC, 2018)

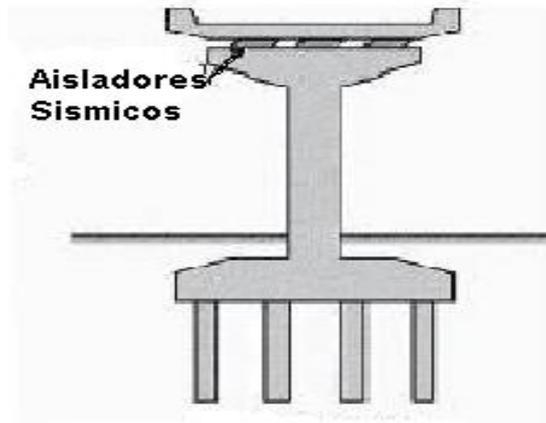


Figura 4. Esquema de aislación en un puente. (Fuente: Google, 2018)

1.3.1.1. Tipos de mecanismo de aislación - aislador propuesto: Aislador con núcleo de plomo (LRB)

El sistema de aislación por medio de núcleos de plomo, se basa de forma general en la actuación de dos complementos como son las capas de acero y el núcleo de plomo. Aunque las planchas de acero son partes del sistema no poseen incidencia en el desempeño, aunque si controlan los desplazamientos axiales en el sistema de aislación.

(Arrellano, 2015) Considera que una edificación debe ser capaz de resistir, además de las fuerzas sometidas en su uso, temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero posiblemente con algún daño a los elementos no estructurales y un temblor fuerte con daños de elementos estructurales y no estructurales, pero sin colapso, es decir evitando pérdidas de vida, por ello el autor se base en la evaluación de un puente con y sin aislador sísmico. La implementación de un aislador de tipo LRB con núcleo de plomo, tiene el fin de brindar mejores condiciones de seguridad al sistema estructural. El aislador LRB tiene capacidad de disipar entre 25-30%, una de las razones es el material por la cual está conformado, por plomo dicho material está relacionado con sus propiedades mecánicas, que permiten una buena combinación con las características de los cojinetes laminados: bajo límite elástico de cizalladura aproximadamente 10 MPa (1450 psi)], suficientemente alta rigidez de corte iniciales aproximadamente iguales a 130 MPa (18,8 ksi)], un comportamiento adecuado en cuanto a la respuesta a la fatiga para los ciclos en la zona plástica. Teniendo en cuenta las características de caucho, es fácil comprobar que para un tapón de plomo con un diámetro igual a un cuarto del diámetro de un circular elástico-plástico y teniendo, la rigidez horizontal inicial se incrementa alrededor de 10 veces, con ventajas evidentes en virtud de las cargas de viento y de frenado. El plomo responde

esencialmente con bucles de plástico elástico-perfectamente. Después de ceder, la rigidez es por lo tanto igual a la rigidez del cojinete de caucho solo. En este caso se plantea un coeficiente de amortiguamiento del 25 % en la estructura entre cada oscilación, es decir que una respuesta óptima indicaría que en cada periodo se disminuye este porcentaje aproximadamente del periodo inmediatamente anterior, lo cual se evaluará durante la etapa de análisis de diseño con apoyo básico de neopreno y al implementar este sistema.

(AASHTO, 1999, p. 15). Manifiestan que los aisladores con núcleo de plomo (LRB) se construyen generalmente de caucho de bajo amortiguamiento intercalado con láminas de acero y en el centro se deja un agujero en el que se introduce el núcleo de plomo, que es un poco más ancho que el agujero, bajo presión y se convierten en una unidad. El núcleo de plomo se coloca para producir numerosos ciclos histeréticos estables ya que este fluye (a una tensión de 10 MPa) y recristaliza a temperatura ambiente; esto hace que tenga una buena resistencia a la fatiga. En la Figura 4. Se muestran los componentes del LRB y en la figura 5. Se observa un ciclo fuerza-deformación del LRB y se distingue que la rigidez inicial es mucho mayor que la del LRD y en consecuencia, el bucle encierra un área mucho mayor. Entre las ventajas del LRB podemos encontrar que el amortiguamiento aumenta con respecto al LRD y varía entre el 15 y 35%. Además, produce de forma natural un nivel de rigidez inicial importante para las cargas de servicio o de viento.

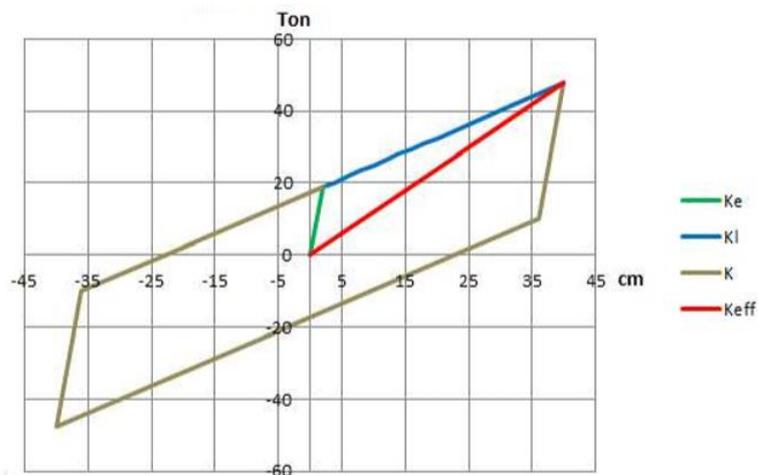


Figura 5. Curva de histéresis (F vs D) para LRB. (Fuente: Korswagen, y otros, 2012)

La aislación sísmica consiste en desacoplar horizontalmente a la estructura del suelo. El sistema de aislación usado y los dispositivos de aislación para lograr dicho objetivo pueden variar de acuerdo con las necesidades o preferencias del diseñador. Los dispositivos de

aislación, también llamados aisladores, son elementos estructurales muy flexibles en la dirección horizontal y sumamente rígidos en la vertical que permiten grandes deformaciones horizontales ante las sollicitaciones sísmicas. El sistema de aislación es el conjunto de elementos estructurales que incluye a todos los aisladores, sus conexiones y a los elementos estructurales que transmiten fuerza entre el sistema de aislación y la superestructura y subestructura. A la estructura que se encuentra encima del sistema de aislación se le denomina superestructura y a la que se encuentra debajo subestructura. La interface de aislación es el límite imaginario entre la superestructura y la subestructura. Duran (2017), menciona que algunos de los tipos de sistema de aislación en estructuras son los de núcleo de plomo (LRB), los elastómeros de descenso en amortiguamiento con caucho (LRD), los elastómeros con elevado amortiguamiento (HDR), el de doble curvatura y el sistema de péndulo con fricción invertida. (p. 48)

1.3.1.2. Características mecánicas del aislador con núcleo de plomo

1.3.1.2.1. Capacidad de cargas de gravedad de los LBR

La definición de capacidad de carga del plomo es utilizada para establecer el diámetro del núcleo. En los aisladores de núcleo de plomo, se debe tener una relación Q/W con intervalos que van desde el 3% al 10%, teniendo como esfuerzo cortante al desplazamiento (Q) y la carga axial actuante sometida (W). (Korswagen, y otros, 2012, p.44)

$$Q = G_p \cdot A_p \dots\dots\dots (1.1)$$

Dónde:

A_p = Área transversal del núcleo de plomo.

G_p = Módulo de corte del plomo.

1.3.1.2.2. Rigidez lateral y rigidez vertical del LRB

La relación de estos conceptos incide en función a la fuerza que debe de ser aplicada sobre el aislador y la distorsión que sufre por medio de la misma. Sin embargo, en los aisladores con núcleos de plomo esta relación es dependiente de su sección transversal, la altura del caucho y su módulo de corte, tanto del caucho como del plomo, en el nivel elástico. Si el plomo fluye en un 6.7% de la distorsión angular, su rigidez lateral es dependiente de las propiedades del caucho. Por ello la relación de la fuerza de desplazamiento que se da entre

el mismo desplazamiento condiciona la definición de rigidez efectiva. Las propiedades elásticas del plomo se recuperan por medio de su fácil recristalización volviendo a su deformación nula, por lo que se garantiza periodos de histéresis constantes.

Rigidez lateral elástica “Ke”:

$$K_e = \frac{G_p \cdot A_p + G_n \cdot A_n}{H_n} \dots\dots\dots (1.2)$$

Rigidez lateral post-fluencia “Kl”:

$$K_l = \frac{G_n \cdot A_n}{H_n} \dots\dots\dots (1.3)$$

Rigidez lateral efectiva “Keff”:

$$K_{eff} = K_e \cdot \left(\frac{\Delta y}{\Delta}\right) + K_l \cdot \left(1 - \frac{\Delta y}{\Delta}\right) \dots\dots\dots (1.4)$$

Dónde:

Gp: Módulo de Corte del Plomo

Gn: Módulo de Corte del Neopreno

Ap: Área de la sección transversal del Plomo

An: Área de la sección transversal del Neopreno

Δy : Desplazamiento de Fluencia

Δ : Desplazamiento aplicado

La rigidez vertical en los sistemas de aislación establece las deformaciones verticales por cargas actuantes sísmicas o de servicio. Controlar el proceso de cada aislador es un tema indiscutible en el diseño, además de identificar las deformaciones variables en la totalidad del sistema. Cabe destacar que la rigidez vertical es calculada por medio del coeficiente de forma, el área de traslape útil de una deformación dada y el patrón de comprensibilidad.

Coefficiente de Forma “Si”:

$$S_i = \frac{A_b - A_p}{\pi D t_i} \dots\dots\dots (1.5)$$

Patrón de Compresibilidad “Ec”:

$$E_c = E n (1 + 2k S_i^2) \dots\dots\dots (1.6)$$

Rigidez Vertical “K_v”:

$$K_v = \frac{E_c \cdot A_r}{t_i} \dots\dots\dots (1.7)$$

Dónde:

Ab: Área total de la sección transversal del Aislador

Ap: Área de la sección transversal del Núcleo de Plomo

D: Diámetro del Aislador

ti: Espesor de una capa de caucho

En: Módulo de Elasticidad del caucho

k: Constante del Material

Ar: Área de traslape útil para un desplazamiento dado

1.3.1.2.3. Amortiguamiento

La amortiguación viscosa se define como una proporción del crítico, se halla mediante un ratio o relación del trabajo ejecutado entre el desplazamiento, partiendo del esquema de histéresis mediante la fórmula presentada:

$$\beta_{eff} = \frac{2 \cdot Q \cdot (\Delta - \Delta_y)}{\pi \cdot K_{eff} \cdot \Delta^2} \dots\dots\dots (1.8)$$

Dónde:

Q: Fuerza a Desplazamiento

$\Delta = 0$ (Curva de Histéresis)

Δ : Desplazamiento Considerado

Δ_y : Desplazamiento de Fluencia

K_{eff}: Rigidez efectiva para un desplazamiento igual a “ Δ ”

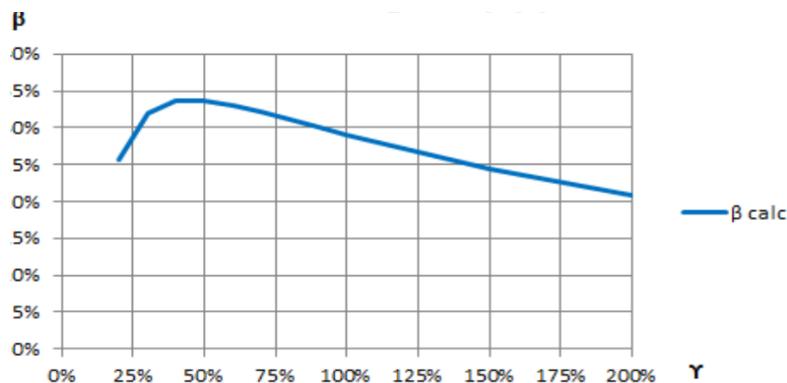


Figura 6. Amortiguamiento viscoso (β) vs deformación angular (Υ). (Fuente: Korswagen, y otros, 2012)

La figura 6, muestra las características de la amortiguación viscosa para el aislador de tipo núcleo de plomo, mencionado con anterioridad. Se muestra de manera gráfica como el factor cambia en función a la distorsión angular a la que se encuentra.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del neopreno

Prueba	Valor	Unidades	Método de ensayo
Espectroscopia IR	Neopreno	Espectro FT-IR	ASTM D3677-10
Dureza de indentación	65±5	Shore A	ASTM D 2240
Carga de rotura	>190	Kgs /cm ²	ASTM D 412
Alargamiento a rotura	45 a 65 ≥425	%	ASTM D 412
	56 a 65 ≥350		
	66 a 75 ≥300		
Adherencia caucho- acero	≥11.8	N/mm	ASTM D429 Metodo B
Resistencia al Desgarramiento	≥32	kNm	ASTM D624 (Molde C)
Resistencia a baja temperatura	-30	°C	ASTM D 1329
Resistencia al ozono	Sin grietas		ASTM D 1149 (D518 método A) 100 ppm O (100 horas a 38°C)
Deformación remanente	35	% de máxima	ASTM D 395 Metodo B (22 horas a 100° C)
Envejecimiento Térmico	15	± Shore A	ASTM D573 Por aire caliente (70 HORAS 100° C)
	-15	% inicial de carga	
	-40	% inicial alargamiento	

Fuente: Guía ASSTHO M251, 1999

Tabla 2. Características mecánicas del acero A36

Limite Elástico (MPA)	≥	250
Resistencia a la atracción (MPA)	≥	390
Alargamiento mínimo 200 mm (%)	≥	20
Alargamiento mínimo 50 mm (%)	≥	23

Fuente: ISO, 2015

Tabla 3. Sistemas de aislación del aislador sísmico con núcleo de plomo

	LRB lead core rubber bearing	HDRB high damping rubber bearing	MLRB multi layer low damping rubber bearings
Damping ratio	25-30%	10-16%	4%
Horizontal stiffness	High	Low-Medium	Low-Medium
Vertical load	High	High	High
Horizontal displacement	Medium-High	High	Medium
Recentering capacity	Medium	High	High

Fuente: AGOM Metal Rubber Engineering, 2016

Como se observa en la tabla el aislador LRB tiene capacidad de disipar entre 25-30% tal como se afirmó anteriormente. Las razones son por que el plomo es un material apropiado para aislar energía y están relacionados con las propiedades mecánicas de dicho aislador, que permiten una buena combinación con las características de los cojinetes laminados: bajo límite elástico de cizalladura aproximadamente 10 MPa (1450 psi), suficientemente alta rigidez de corte iniciales G aproximadamente iguales a 130 MPa (18,8 ksi)], un comportamiento adecuado en cuanto a la respuesta a la fatiga para los ciclos en la zona plástica. Teniendo en cuenta las características de caucho, es fácil comprobar que para un tapón de plomo con un diámetro igual a un cuarto del diámetro de un circular elástico-plástico y teniendo, la rigidez horizontal inicial se incrementa alrededor de 10 veces, con ventajas evidentes en virtud de las cargas de viento y de frenado. El plomo responde esencialmente con bucles de plástico elástico - perfectamente. Después de ceder, la rigidez es por lo tanto igual a la rigidez del cojinete de caucho solo.

1.3.2. Vías de alto tránsito

Según el Artículo (Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible, 2017, p. 72). El autor manifiesta, que las Vías de alto tránsito tienen variables como el volumen del tráfico, la velocidad y la densidad. La ingeniería de tránsito se ha enfocado, principalmente, en el estudio de los elementos del tránsito: conductor, peatón, vehículo, vía, señalización y dispositivos de control del tráfico, y la caracterización y estudio del comportamiento de las llamadas variables macroscópicas del tránsito: volumen vehicular, velocidad y densidad, así como la relación existente entre elementos y variables. Las soluciones empleadas para el problema del tráfico como la congestión, las demoras, los tiempos de viaje, el nivel de servicio y la accidentalidad.

1.3.2.1. Intensidad media diaria anual (IMDA)

Expresa, que los parámetros fundamentales del tráfico están correlacionados con la **Intensidad**; Es la que esta basa en la cantidad de vehículos que pasan a través de un sector fijo de un tramo de la carretera por unidad de tiempo. Las unidades más usadas son vehículos/hora (intensidad horaria) y vehículos/día (intensidad diaria). La **Fluctuación** o Variación; La intensidad de tráfico en cualquier carretera varía a lo largo del tiempo., se observa en la mayoría de las carreteras una tendencia creciente, a la que se superponen unas oscilaciones cíclicas (de año, semana, día). Y **densidad**; Se denomina así al número de

vehículos que hay en un tramo de carretera por unidad de longitud para un instante dado que influye de forma directa en la calidad de la circulación (Belda, E, 2011, p. 69)

1.3.2.2. Tipo de vehículo

Según él (Manual de Carreteras, 2000 págs. 27-31). Se exterioriza la composición del tipo de vehículos que conforman las Vías de Transito son:

Motocicletas. - Grupo que abarcan Motocicletas, ciclomotores y ciclos.

Vehículos livianos. - Comprende los turismos, así como furgonetas y camionetas

Vehículos Pesados. - Camiones y en menor medida autobuses

Además, el autor expresa, que el primero de los tres grupos es reducido y no plantea ningún problema, por lo que la composición del tráfico suele darse en porcentaje de vehículos pesados.

1.3.2.3. Nivel de servicio – Calidad de flujo vehicular

(García, 2014 pág. 12). Expone que; Para evaluar la eficacia del traslado o flujo vehicular se basa en el principio del nivel de servicio. Esta representa una medición cualitativa, es decir que detalla las circunstancias de las operaciones de flujo vehicular y de su evaluación de los pasajeros y/o choferes.

Del mismo modo el autor los clasifica de mejor a peor, por lo que a cada rango de servicio se le asigna una cantidad de servicio o cantidad de tráfico.

B.- flujo estable. Velocidad de operación ≥ 85 km/h

D.- flujo próximo a inestable. Velocidad de operación ≥ 80 km/h

F.- flujo forzado, intermitente, con características imprevisibles. Velocidad de operación < 50 km/h.

1.3.3. Marco referencial

Amortiguamiento. - Disminución progresivo, en el tiempo, de la intensidad de un fenómeno periódico. (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014)

Aislamiento sísmico. - Es un conjunto de elementos estructurales que tienen como función disipar energía. (Peña, 2011 pág. 6)

Elastoméricos.- El término, que proviene de polímero elástico, menciona un tipo de compuesto que contienen no metales como parte de su estructura y que manifiestan una conducta elástica. (Peña, 2011 pág. 15)

Estructura. - Conjunto de relaciones que mantienen entre sí las partes de un todo (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014).

Falla. - Deformaciones excesivas de una construcción (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014).

Fricción.- También llamada fuerza de rozamiento, es la fuerza que existe entre dos superficies en contacto, que se opone al movimiento relativo entre ambas superficies (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del deslizamiento (Peña, 2011 pág. 21).

Fluctuación. - Variación de intensidad, de medida o de cualidad (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014).

IMDA. - Siglas de Intensidad Media Diaria Anual del tráfico (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2011 pág. 4).

Núcleo de Plomo. - Los aisladores de la serie **LRB** son aisladores elastoméricos con un núcleo central de plomo en forma cilíndrica, con el fin de aumentar la capacidad de disipación y las deformaciones del mismo (Peña, 2011 pág. 28).

Rigidez. - Actitud de un cuerpo al resistirse a doblarse por la acción de una fuerza externa. (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

✓ ¿Cómo influye la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña, Distrito de Chaclacayo en el 2017?

1.4.2. Problemas específicos

✓ ¿Cómo actúa la implementación de aisladores sísmicos con núcleo de plomo en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña Distrito de Chaclacayo en el 2017?

- ✓ ¿Cuál es el comportamiento dinámico de las estructuras con implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña, Distrito de Chaclacayo en el 2017 con comparación con uno convencional?
- ✓ ¿En qué magnitud disipa la energía sísmica con la implementación de aisladores sísmicos en vías de alto tránsito, puente Ñaña, Distrito de Chaclacayo en el 2017?

1.5. Justificación del estudio

Justificación práctica:

En función a los objetivos planeados en el proyecto de investigación, el efecto que se obtenga consentirá hallar soluciones específicas al problema, colapso de puentes causadas por fenómenos naturales, asimismo estructuras mal edificadas; entre otros. Con tales efectos se obtendrá también la posibilidad de plantear mejoras y/o incrementar datos al manual de puentes Así mismo las bases teóricas pueden ser empleadas en otras zonas, bajo otras realidades.

Justificación social:

La implementación de aisladores sísmicos producirá un impacto en la población de Ñaña - Chaclacayo ya que proporcionaría confianza, seguridad y tranquilidad; Con esta alternativa de construcción se espera beneficiar a nivel local y nacional para evitar los daños estructurales en Puentes y sobre todo que este colapse.

Justificación técnica:

La justificación técnica del proyecto de investigación. Implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017, es la de contribuir, dando solución a una problemática que viene suscitándose de forma natural como son los Terremotos, que han traído como consecuencia daños estructurales, pérdidas económicas y vidas Humanas.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- ✓ La implementación de aisladores sísmicos influye significativamente en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.

1.6.2. Hipótesis específicas

- ✓ La implementación de aisladores sísmicos con núcleo de plomo influye significativamente en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña Distrito de Chaclacayo en el 2017.
- ✓ El comportamiento dinámico de las estructuras se reduce significativamente con la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017. Con comparación a uno convencional.
- ✓ La implementación de aisladores sísmicos afecta significativamente las características mecánicas de la estructura en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.

Para verificar la relación de las variables de investigación, donde se especifica una palabra clave para medir un rango aceptable o nulo de la relación. El fin es medir mediante los resultados Tabla 23) esta verificación de aceptabilidad de rango y de alguna manera constatar la hipótesis planteada.

Tabla 4. Rangos de relación de las variables de estudio

Rangos	
0 % – 25 %	Significativamente
25.10 % – 50 %	Buena
50.10 % – 75 %	Regular
75.10 % – 100 %	Mala

Fuente: Elaboración propia, 2018

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- ✓ Analizar la influencia de la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.

1.7.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar cómo actúa la implementación de aisladores sísmicos con núcleo de plomo en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña Distrito de Chaclacayo en el 2017.

- ✓ Calcular el comportamiento dinámico de las estructuras con implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017. Con comparación a uno convencional.
- ✓ Determinar los efectos que presentan las características mecánicas de la estructura sin la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.

II. METODOLOGÍA

2.1. Método, diseño, tipo y nivel de investigación

2.1.1. Método de investigación

(Egg, 1971, p. 103). Expresa; que el método científico es fáctico, es decir es parte de los hechos o fenómenos. Tiene una referencia empírica. Trasciende en los hechos, si bien se parte de los hechos o fenómenos. Sin embargo, por sus propósitos, va más allá de estos para trascenderlos, es decir no se queda en ellos.

Por lo expuesto eh considerado que el presente Proyecto de Investigación tiene como fin hallar y enseñar la verdad y obtener resultados científicos vale decir, para elaborar y adquirir nuevos conocimientos, siendo estos resultados positivos o negativos, pero con un objetivo académico. Es por ello que eh considerado que el *método científico* define exactamente el propósito de mi investigación.

2.1.2. Diseño de investigación

(Valderrama, 2013). Señala, que el diseño no experimental es la que ejecuta variables sin la necesidad de manipularlas. Es el tipo de diseño de investigación donde no se hace variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se realiza es observar el fenómeno tal cual se manifiestan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

Por lo expresado por el autor este plan de indagación se fundamenta en las observaciones de las anomalías naturales (Sismo), tal cual se den en su ámbito natural, es decir sin ninguna alteración, para después analizarlos con el fin de buscar y/o desarrollar una solución. Es por ello que eh considerado que el presente proyecto de investigación es *no experimental*. (p. 59)

2.1.3. Tipo de investigación

(Carlessi, 1998, p. 69). Manifiesta que; Tipo de estudio aplicada conocida también como utilitaria o pragmática, se clasifica por su beneficio en la utilización de los conocimientos hipotéticos y determina situaciones concretas y consecuencias prácticas que de ella se deriven.

En efecto este Proyecto de Investigación busca conocer para realizar, construir, para actuar, para cambiar, una realidad circunstancial de un distrito cuya vía de comunicación, transporte y desarrollo está ligada a un Puente; es por ello que lo eh catalogado en el *Tipo aplicada* por tener las mismas características que la definen.

2.1.4. Nivel de investigación

Según (Sampieri, y otros, 1994, p. 52). El nivel de investigación explicativa o de comprobación de hipótesis causales tiene como propósito la descripción de los fenómenos y el estudio de sus relaciones para comprender su estructura y los aspectos que participan en la dinámica de aquellos. Es aquella que posee una correspondencia de causa, por lo cual no solo busca describir una problemática, sino que pretende hallar las raíces del mismo.

Asumiendo la definición del autor se considera que este proyecto de investigación está orientado a contestar por qué sucede determinado fenómeno, de igual forma de saber cuáles son sus causas o factores de riesgo que están asociados a ese fenómeno natural (Terremoto). Por todo lo descrito anteriormente este proyecto estará considerado como una *investigación explicativa*.

2.2. Variables y operacionalización

2.2.1. Variables

Para el actual trabajo de indagación se maneja dos variables para el análisis, dependiente e independiente. Los cuales se mencionan a continuación:

Variable independiente: Implementación de aisladores sísmicos en puentes

(AGUIAR, y otros, 2014) El aislamiento sísmico, consiste en un diseño basada en antecedentes de que es posible separar una estructura de los movimientos del suelo, tras introducir un elemento flexible entre la estructura y su base

Variable dependiente: Vías de alto tránsito en puentes

Según el Artículo (Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible, 2017). El autor manifiesta, que las Vías de alto Tránsito tienen variables como el volumen del tráfico, la velocidad y la densidad.

V1: Implementación de aisladores sísmicos en puentes

V2: Vías de alto tránsito en puentes

2.2.2. Operacionalización de las variables

La tabla 4 muestra el análisis de las variables representada por su operacionalización, teniendo en cuenta las dimensiones e indicadores resaltantes.

Tabla 5. Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIONES	INDICADORES	Items	Escala de medición
Implementación de aisladores sísmicos en puentes	(AGUIAR, y otros, 2014) El aislamiento sísmico, consiste en un diseño basada en antecedentes de que es posible separar una estructura de los movimientos del suelo, tras introducir un elemento flexible entre la estructura y su base	Para su mejor entendimiento el Proyecto de Investigación se ha dividido en Dos Variables Significativos de acuerdo al Tema, cada uno consta de tres dimensiones relacionados entre sí, que a su vez fueron subdivididos en tres indicadores cada uno respectivamente.	Características mecánicas	I ₁ : Resistencia I ₂ : Rigidez I ₃ : Ductibilidad	No aplica	Ordinal
			Comportamiento dinámico	I ₁ : Resistencia I ₂ : Rigidez I ₃ : Ductibilidad	No aplica	Ordinal
			Tipo de aislador sísmico: Aislador con núcleo de plomo (LRE)	I ₁ : Amortiguamiento I ₂ : Capacidad de carga I ₃ : Rigidez lateral	No aplica	Ordinal
Vías de alto tránsito en puentes	Según el Artículo (Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible, 2017). El autor manifiesta, que las Vías de alto Tránsito tienen variables como el volumen del tráfico, la velocidad y la densidad.	Para su mejor entendimiento el Proyecto de Investigación se ha dividido en Dos Variables Significativos de acuerdo al Tema, cada uno consta de tres dimensiones relacionados entre sí, que a su vez fueron subdivididos en tres indicadores cada uno respectivamente.	IMDA(intensidad media diaria anual)	I ₁ : Intensidad I ₂ : Fluctuaciones de la Intensidad I ₃ : Densidad de Tráfico	No aplica	Ordinal
			Tipo de vehículo	I ₁ : Motocicleta I ₂ : Ligeros I ₃ : Pesados	No aplica	Ordinal
			Nivel de servicio – calidad de flujo vehicular	I ₁ : Nivel de servicio "B" I ₂ : Nivel de servicio "D" I ₃ : Nivel de servicio "F"	No aplica	Ordinal

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Según (Tamayo, 1997). Determina, que la población es un grupo de sujetos de la misma especie, clase, tipo entre otras, que se encuentran limitadas por un estudio. Considerando el concepto del autor, la población que se delimitara en este Proyecto de Investigación son los 5 puentes Existentes que corresponden al: **Puente ñaña**, es una estructura Warren en vías de construcción; **Puente los Girasoles**.- Estructura de una sola vía que comunica a los distritos de Chosica Lurigancho y Chaclacayo; **Puente Huanpani** Consta de una superestructura metálica que es de una sola vía ; **Puente Pérez de Cuellar**.- Es un puente Peatonal, que sufrió estragos en el último fenómeno climático que ocurrió en el Perú; **Puente los ángeles**; Es un Puente de transporte vital, que comunica a la ciudad de Lima con el centro del Perú. Todos ellos ubicados en distrito de Chaclacayo provincia de Lima departamento del mismo. (p.49)

2.3.2. Muestra

(Ñaupas, 2014, p. 49). Nos dice que; La Muestra es cualquier subconjunto amplísimo o limitadísimo de miembros de una población que se investiga. Su fin es extender a toda la población las conclusiones resultantes del análisis de las informaciones relativas al subconjunto. Teniendo en consideración lo señalado por el investigador, eh determinado que en la Presente Investigación la **muestra** de toda la población es el propio **Puente Ñaña** del Distrito de Chaclacayo Provincia y Departamento de Lima, por ser el más representativo de dicha población.

2.3.3. Muestreo

Según (Marradi, y otros, 2007, p. 92) Afirma que; El muestreo No Probabilístico consiste en seleccionar una muestra de la población accesible, en donde se usa el criterio del investigador; Es decir, uno decide si la muestra es o no representativa.

El presente Proyecto de Investigación utilizara como muestra el puente Ñaña, entonces por todo lo definido con anterioridad el proyecto estaria definido como **no probabilístico** del tipo de muestreo por **conveniencia**, por tener toda la información requerida para dicho estudio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos

(Rojas, 2007 pág. 197). Define, que las técnicas e instrumentos son la magnitud y el tipo de información que estas contienen, y no importa si sean cualitativas o cuantitativas, al momento que se recolecten los datos en el trabajo de campo deben ser absolutamente fidedignos o de lo contrario se tendría el riesgo de obtener datos de poca fidelidad que no ayudaría con el estudio de nuestra investigación. De acuerdo con el autor, el objetivo que tiene la recolección de información de datos me servirá para destacar y tener datos fidedignos sobre el tema de investigación, de acuerdo con el método y el tipo de investigación que vengo realizando. Así mismo la técnica que utilizare en el presente trabajo de investigación será la de la *observación directa*.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

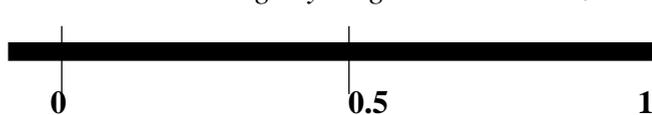
Según (Sampieri, y otros, 1994 pág. 192). Todo instrumento de medición debe tener datos de recopilación y estos deben ser confiables y válidos. Para obtener datos que ayuden con el presente trabajo de indagación se realizó una *ficha de recolección de información de datos*, que consta de siete ítems de recopilación de datos como; ubicación, características, tipos, factores entre otros. Los cuales están ligados a las seis dimensiones de mis dos variables, que de igual modo están entrelazadas con sus indicadores cada una de estas respectivamente.

2.4.3. Validez

Según (Oseda, 2011 pág. 28) señala que, los instrumentos reflejan un dominio específico de contenido de lo que se evalúa.

(Valderrama, 2013, p. 198). Exterioriza, que el juicio de expertos lo brindan los profesionales de experiencia, y que sean expertos en la materia, y den un conjunto de opiniones y sugerencias. Entonces la validez consiste en que el instrumento de medición tenga argumentos lógicos; es por ello que se realizó un formato de recaudación de información analizados por tres expertos para dar juicio respecto al tema y así poder brindar firmeza al trabajo de investigación, el formato de recaudación de datos que se realizó consta de 7 ítems, los cuales fueron divididos en dos partes las primeras 4 corresponden a la variable 1 y los tres restantes a la variable dos. Tanto la validación como la confiabilidad se midió de 0 = no válido y 1 = válido.

Tabla 6. Rangos y magnitud de validez



Rangos y magnitud de validez	
0.53 - menos	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Reproducido de (Oseda, 2011, p. 48)

Los tres expertos dieron juicio y se obtuvo en la primera variable una sumatoria de 11 y 7 en la segunda variable. Después obtenido estos resultados se pasó a promediarlos por separado, de este modo se alcanzó un índice de validez de 0.85.

Tabla 7. Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez				
Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable 1	4	4	3	0.92
Variable 2	2	2	3	0.78
Índice de validez				0.85

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Finalmente, el valor que se obtuvo está por encima de 0.72, siendo acreedor de una *excelente validez*, según la Tabla 6.

2.4.4. Confiabilidad

Según (Mejia, 2005, p. 27). Afirma que; el termino de confiabilidad se origina de la palabra fiable, es por ello que la confiabilidad tiene como proceso establecer parámetros los cuales indiquen cuan confiable es, coherente viene siendo la herramienta de medición que se ha hecho. Considerando la tabla presentada por Palella Stracuzzi, Santa; Martins Pestana, Feliberto. Donde precisan los rangos para alcanzar una confiabilidad desde muy alta hasta muy baja de un instrumento. El formato de recaudación de información que se formuló para

el presente trabajo de investigación se encuentra entre los rangos de 0.81 – 1 obteniendo así una confiabilidad *Muy alta*. Según (Palella Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 169)

Tabla 8. Rangos y confiabilidad para el instrumento

Rangos y Confiabilidad para el Instrumento	
Rango	Confiabilidad (Dimensión)
0.81 a 1	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Media*
0.21 a 0.40	Baja*
0 a 0.20	Muy Baja*

Fuente: Reproducido de (Palella Stracuzzi, y otros, 2012, p. 86)

2.5. Métodos de análisis de datos

El proceso de análisis se derivó bajo el método de estadística descriptiva para hallar parámetros de tendencia central, frecuencias y medidas en tendencia variacional. El procesamiento de datos se realizó mediante el empleo de formatos de recaudación de datos, en base a siete ítems de control, variables, dimensiones e indicadores, lo cual fue diseñada para registrar las ocurrencias o frecuencias del comportamiento del instrumento.

El proceso de la información se realizó con el programa de modelación SAP 2000 estos tipos programa el reconocimiento y análisis de diseño estructural que utiliza aisladores sísmicos.

2.6. Aspectos éticos

Según (Lipman, y otros, 1990, p. 40). Sostienen que, la investigación científica es considerada una actividad humana orientada hacia la obtención de nuevos conocimientos, para obtener soluciones a diferentes interrogantes de carácter científico, explican también que es una búsqueda, reflexiva sistemática y metódica, ya que, se desarrolla mediante un proceso. Así mismo se basa su desempeño en el modo científico y es este quien nos indica el camino correcto para las indagaciones, técnicas precisas, que nos darán la manera de recorrello. Para mantener un nivel de autenticidad aceptable el presente trabajo de investigación toma citas referenciadas con las normas actuales del ISO, además del programa Turnitin para verificar similitud de información.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el departamento de Lima, Provincia de Lima, comprende los distritos de Chaclacayo y Lurigancho-Chosica, sobre el Río Rímac a la altura del km. 19 de la Carretera Central, a 400 metros al norte de la carretera, de orientación norte-sur, como continuación de la Av. Atahualpa en el distrito de Chaclacayo, cruza el río Rímac, al Distrito de Lurigancho-Chosica, distancia 500 metro de la pista Caropongo.

Tabla 9. *Ubicación del distrito de Chaclacayo*

Distrito de Chaclacayo	
Coordenadas	11°59'00"S 76°46'00"O 11°59'00"S 76°46'00"O
Entidad	Distrito de Chaclacayo
• País	 Perú
• Departamento • Provincia	 Lima
Superficie	39,5 km ²
Altitud	647 m s. n. m.
Población	39 686 hab.

Fuente: (Google Earth, 2018)

3.1.1. Recopilación de información

El presente proyecto de indagación se efectuó con ayuda de un conjunto de reglas e información técnica, las cuales son:

- Manual de puentes, MTC 2003.
- AASHTO LRFD PUENTES, 2012.
- Norma Técnica de Edificación: E-20 Cargas
- Norma Técnica de Edificación: E-030 Diseño Sismo-Resistente
- Norma Técnica de Edificación: E – 0.60 Concreto Armado
- Reglamento Nacional de Construcciones

El trabajo efectuado en el Puente Ñaña ha consistido en dos etapas, trabajos de campo y Gabinete.

En trabajos preliminares de campo se observó e inspeccionó el estado actual del puente, la superestructura y sus estribos. El procesamiento de la información en gabinete ha consistido en la evaluación de los datos de campo, ensayos de laboratorio y confección del modelamiento en SAP 2000.



Figura 7. Vista de frontal del Puente Ñaña. (Fuente: Imagen propia, 2018)



Figura 8. Estribo izquierdo del Puente Ñaña. (Fuente: Imagen propia, 2018)

3.2. Ensayos

3.2.1. Ensayos de penetración estándar

Para las investigaciones geológicas y geotécnicas en la ubicación de los estribos del puente, se realizaron ensayos granulométricos y corte directo, han efectuado una perforación en cada estribo; al considerando que el puente no va a tener pilares intermedios, no ha sido necesario efectuar otras perforaciones.

En la investigación efectuada en el Estribo Izquierdo (P-01), se ha alcanzado una profundidad de perforación de 25 metros, correspondiendo 3 metros a una zona de relleno que se encuentra encima de la cota de fondo del río Rímac; en esta perforación no se han efectuado pruebas de SPT, con el cono de Peck.

En la investigación efectuada en el Estribo Izquierdo (P-01), se ha alcanzado una profundidad de perforación de 28 metros, correspondiendo 3 metros a una zona de relleno que se encuentra encima de la cota de fondo del río Rímac; en esta perforación se han efectuado pruebas de SPT, con el cono de Peck, a partir de los 10 metros, en vista que hasta los 10 metros de profundidad se ha encontrado la presencia de una bolonería persistente; habiendo dado rechazo en todas pruebas efectuadas.

En ambas perforaciones no se ha encontrado roca, siendo los materiales predominantes, del tipo granular correspondiendo en ambos casos a gravas, conglomerados y bolonería y como matriz una arena gruesa; en el caso de la perforación del estribo Izquierdo se encontró la Napa Freática a 4.7 metros y en el estribo Derecho a 4.5 metros.



Figura 9. Muestras del ensayo de penetración estándar de ambos estribos. (Fuente: Imagen propia, 2018)

3.2.2. Ensayo de corte directo

Este ensayo tiene el fin de obtener la resistencia que ofrece una muestra de suelo ante cargas inducidas de deformaciones y/o fatigas, las cuales representan los esfuerzos que pueda tener el terreno por medio de la aplicación de fuerzas o cargas consistentes.

El aparato de corte es usado para obtener las resistencias de la muestra en laboratorio, esta posee dimensiones de sección cuadrada horizontal dividida en dos partes, a la vez esta posee un tipo de piedra porosa a cada extremo de la muestra dividida. Se inicia con la aplicación de una carga vertical que confina (P_v), luego una carga horizontal creciente (P_h) dando así el desplazamiento de las dos mitades causando el corte del material ensayado.

Este proceso provoca la falla en el material, el cual se refleja de manera gráfica en los resultados del instrumento del laboratorio (ver anexo 01). En esa sección se muestra que existen dos esfuerzos: Normal y de corte.

3.3. SAP 2000

Es un software de múltiple uso estructural, su aplicación está orientada en el análisis de diversos tipos de estructuras siendo considerado un programa líder en la ingeniería estructural al diseñar incluso cada elemento por separados basados en las normas vigentes y más reconocidas (El RCDF en Mexico, ACI en EE.UU., EUROCODIGO en Europa).

Este programa es sucesor del programa SAP90, reconocida hace algunos años. Aunque el programa actual es una renovación del anterior esta muestra un sistema de interface mejorado, cálculos avanzados de manera tridimensional por el método de elementos finitos para el cálculo estructural, y sobre todo adaptable al Windows de forma sencilla.

Las diferentes opciones que posee este programa son la de generar diferentes tipos de carga, componer pesos propios, crear complicadas geometrías, asignar materiales y secciones, así como efectuar cálculos estructurales de concreto y acero derivadas de las normas vigentes (Eurocódigos).

A diferencia de otros programas complejos como ADINA y ABAQUS, las herramientas principales de elementos finitos del SAP2000 permite al usuario crear secciones basados en normas estandarizadas como por ejemplo los eurocódigos.

3.4. Análisis

3.4.1. Análisis de riesgo sísmico

(Giesecke, 1981). Indica, que el Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que hay en la tierra, formado parte del cinturón circumpacífico. Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica tales como la cordillera de los andes y la fosa oceánica Perú – Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de 2 placas convergentes, cuyo resultante más saltante es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de la placa o Tectónica global.

La idea básica de la teoría de la tectónica es que la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada litosfera (100 km) está dividido en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas mezo –oceánicas casi lineales, dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, llamada Astenósfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas.

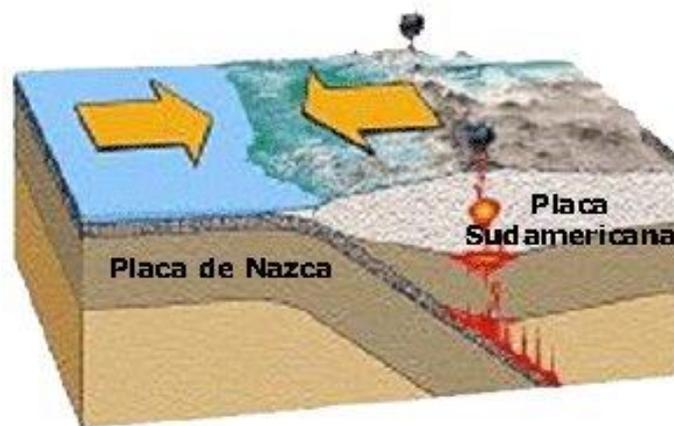


Figura 10. Tectónica de los Andes - zona de subducción. (Fuente: Google, 2018)

3.4.2. Sismicidad del área de influencia

Fuente básica para conocer la actividad sísmica del citado proyecto, es el trabajo de Silgado (1968,1973, 1978,1992) que describe los principales eventos sísmicos en el Perú. Así mismo, un mapa plano de zonificación de sísmica de 42 distritos de Lima y Callao.

En el mapa de zonificación sísmica el distrito de Chaclacayo, según la Norma sismo resistente de Estructuras (NTE – E 030 – 2003) y el mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, se ubica en el interior de la zona de sismicidad Alta -Zona 4.

Tabla 10. Factores de aceleración de la gravedad

Factores de Zona “Z”	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E-030, 2003

De acuerdo a las condiciones mecánicas-dinámicas de los suelos de la Norma E-30, la cual clasifica a los suelos en función de sus propiedades mecánicas, espesor del estrato, periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. El distrito de Chaclacayo presenta suelo del tipo S2 y S3.

Tabla 11. Parámetros del suelo

Tipo	Descripción	Tp (s)	s
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

Fuente: Norma E-030, 2003

Donde:

Tp.= Periodo.

S= Factor de amplificación.



Figura 11. Zonas sísmicas. (Fuente: Norma E-030, 2003)

3.5. Análisis sísmico probabilístico

3.5.1. Fundamentos del análisis del peligro sísmico

Se considera un peligro sísmico a la posibilidad que en una zona específica se manifieste un movimiento sísmico de mayor o igual intensidad ante un valor asumido. De forma general, se hace ilimitado el termino intensidad a cualquier peculiaridad de un sismo, tal como su aceleración máxima, su magnitud, el resultado del espectro de desplazamiento y velocidad del suelo, el resultado medio de la intensidad Mercalli Modificada (IMM) u otro factor.

En la actualidad los factores como la intensidad, tiempo y escenarios de acontecimientos no pueden ser acertados de manera segura, aunque la creación de sismos están enlazados por factores geotécnicos. Por consiguiente, la reproducción de sismos, tiempo y espacio recae en la condición general de proceso aleatorio.

3.5.2. La evaluación y caracterización de las fuentes sismogénicas

Según (Castillo, 1993). Manifiesta que la acción de sismicidad en el país es efecto de la interacción de las placas Sudamericana y la de Nazca y el procesamiento de reajustes

tectónicos del sistema andino. Por lo cual esto permite juntar a las fuentes de subducción y continentales.

Los efectos de subducción componen la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana. La sismicidad de la zona andina está relacionada con las fuentes continentales. La complejidad del tema involucra que se tome como áreas las fuentes por motivos de falta de datos para diseñar como fuentes lineales en este prototipo de investigación.

En las tablas 9 y 10 se observan las fuentes sismogénicas adaptables al trabajo de investigación, basado en los conceptos anteriores. Se tomo la referencia original en cuanto a nomenclatura de los lugares sismogénicas, usando de forma específica las que tengan influencia en el tamaño de la investigación.

La mayoría de los efectos sísmicos que ocurren en la zona considerada es resultado de la interrelación de la placa Sudamericana y la de Nazca. De esta manera la placa de Nazca muestra subducción ante la placa Sudamericana a inclinación distinta y se profundiza a medida que se dirige hacia el continente, a lo cual existe diferencia por parte de la subducción superficial y fuentes de subducción intermedia y profundas.

Las fuentes F3, F7 y F11, están relacionadas con la sismicidad por regiones andinas y muestran profundidades focales en la superficie, sin estar necesariamente asociadas a las deficiencias activas. Por lo cual las fuentes sismogénicas intermedias y profundas son identificadas con F15 y F19.

Los siguientes esquemas presentan las ubicaciones geográficas de las fuentes sísmicas de subducción continental y superficial, de igual manera que las ubicaciones para las fuentes de subducción profunda e intermedia las cuales representan el distrito de Chaclacayo. Para Castillo (1993), en este distrito las fuentes de subducción en la superficie poseen profundidades concéntricas intermedias de 50, 100 y 600 km consecutivamente.



Figura 12. Fuentes sismogénicas superficiales F3, F7 y F11 del distrito de Chaclacayo.
(Fuente: Castillo, 1993)



Figura 13. Fuentes sismogénicas intermedias y profundas F15 y F19 del distrito de Chaclacayo. (Fuente: Castillo, 1993)

3.5.2.1. Clasificación del sitio para el diseño sísmico

Los sismos en la región tienen efectos que dependen de los factores siguientes:

- Topografía que presenta el terreno (pendientes).
- Estructura de la roca existente (fallas, fracturación, etc.)
- Naturaleza de los suelos (coluviales, aluvionales, grado de compactación).
- Características climatológicas (pluviometría, temperatura, etc.).

El área de estudio está comprendida en una topografía plana, considerada en la zona 4 de riesgo alto, con la posibilidad que ocurran sismos hasta de grado VI en la escala de Mercalli Modificada.

3.5.2.2. Análisis estadístico de recurrencia

Para establecer las profundidades distintivas de los hipocentros en los lugares de sismicidad se realizó una labor estadística de análisis de frecuencias de sismos contra la profundidad. El cuadro que se muestra a continuación indica los factores de recurrencia usados para el caso de tener en cuenta las fuentes sismogénicas de la Figuras 12 y 13.

Tabla 12. *Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción superficiales y de las fuentes continentales*

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (°)			
FUENTE 1	-80.29	+02.00	-78.32	+02.00
	-81.39	-00.97	-79.65	-01.21
	-81.52	-02.39	-80.19	-02.50
FUENTE 2	-82.00	-03.39	-80.17	-03.45
	-82.00	-06.83	-80.67	-05.42
	-81.17	-09.00	-79.27	-07.90
FUENTE 3	-81.17	-09.00	-79.27	-07.90
	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE 4	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
FUENTE 5	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
	-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
	-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
FUENTE 6	-77.50	+01.58	-76.92	+01.19
	-79.83	-01.65	-78.90	-02.53
	-79.96	-02.46	-78.97	-03.43
FUENTE 7	-80.92	-02.96	-80.79	-03.44
	-78.28	-08.20	-77.86	-08.07
	-77.21	-10.47	-76.83	-10.23
FUENTE 8	-75.84	-13.87	-74.76	-13.13
	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
FUENTE 9	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
	-69.71	-18.67	-68.12	-16.13
FUENTE 10	-76.92	+01.19	-76.50	+01.00
	-78.90	-02.53	-77.35	-02.40
	-79.10	-05.20	-77.00	-04.77
FUENTE 11	-79.10	-05.20	-75.10	-04.33
	-76.34	-10.67	-74.17	-09.33
	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
FUENTE 12	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
	-68.12	-16.13	-67.76	-13.80

Fuente: Castillo, 1993

Tabla 13. *Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción intermedias y profundas*

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (°)			
FUENTE 13	-78.73	+02.00	-76.00	+01.82
	-81.00	-00.67	-79.59	-02.55
	-81.00	-03.07	-79.20	-03.07
FUENTE 14	-81.00	-03.07	-79.20	-03.07
	-81.93	-05.73	-78.60	-04.00
	-79.80	-08.13	-77.17	-06.53
FUENTE 15	-79.80	-08.13	-77.17	-06.53
	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
FUENTE 16	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
FUENTE 17	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
	-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
	-70.38	-22.00	-67.98	-22.00
FUENTE 18	-79.59	-02.55	-77.50	-00.73
	-78.60	-04.00	-75.51	-02.06
	-77.17	-06.53	-75.27	-05.33
FUENTE 19	-77.17	-06.53	-75.27	-05.33
	-73.86	-12.46	-72.03	-11.13
FUENTE 20	-72.31	-06.67	-71.00	-06.33
	-71.14	-11.30	-69.69	-10.93

Fuente: Castillo, 1993

Tabla 14. *Parámetros sísmicos calculados en base a magnitudes (Ms)*

FUENTE	Ms						PROF. (Km)
	a	b	Mmin	Mmax	BETA	TASA	
F1	2.8532	0.3468	3.0	8.1	0.80	1.62	40
F2	4.4932	0.5955	4.5	7.9	1.37	1.63	40
F3	4.1264	0.4836	3.5	8.0	1.11	6.79	40
F4	4.2187	0.5393	4.0	8.2	1.24	2.88	40
F5	4.1756	0.5254	4.0	8.2	1.21	2.97	40
F6	2.7701	0.3822	2.8	7.4	0.88	1.25	40
F7	2.2523	0.4252	3.5	7.4	0.98	0.15	45
F8	3.2145	0.5414	2.8	7.0	1.25	1.25	45
F9	3.1971	0.4536	3.5	7.5	1.04	1.02	40
F10	3.2445	0.4265	3.8	7.3	0.98	1.05	40
F11	3.7534	0.4362	3.0	7.1	1.00	6.96	40
F12	2.9039	0.4447	3.0	7.1	1.02	0.93	45
F13	3.0047	0.4711	3.0	6.9	1.08	0.98	125
F14	3.2452	0.4747	3.5	6.5	1.09	0.96	130
F15	3.4352	0.4352	3.8	7.2	1.00	1.51	130
F16	4.4482	0.6110	4.0	7.2	1.41	2.52	115
F17	5.5512	0.6915	4.8	7.5	1.59	4.26	130
F18	3.5942	0.4026	3.5	7.5	0.93	3.83	155
F19	4.3398	0.5671	4.3	7.0	1.31	1.99	160
F20	3.0434	0.3660	4.5	7.5	0.84	0.62	580

Fuente: Castillo, 1993

Tabla 15. Aceleraciones máximas esperadas (% G) obtenidas con diferentes leyes de atenuación

LEY DE ATENUACIÓN	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	100	200	500	1000	2000	3000	5000	10000
Idriss, I. M. (1993) I 93	0.05	0.07	0.10	0.13	0.15	0.16	0.19	0.21
Sadigh, K. et al. (1993) S 93	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.14	0.15
Boore, Joyner y Fumal (1993,4): JB 93	0.23	0.29	0.38	0.46	0.53	0.57	0.66	0.76
Dahle, A. et al (1995) DA 95	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.22	0.25	0.29
Schmidt, et al. (1997): S 97	0.13	0.14	0.18	0.20	0.23	0.25	0.28	0.32
Youngs, et al. (1997) y Campbell, K. (1981) YO97 + CA81	0.13	0.16	0.20	0.24	0.29	0.31	0.35	0.41
Casaverde y Vargas(1980) y R.McGuire (1974) CV80+M74	0.19	0.22	0.27	0.32	0.37	0.39	0.44	0.50
Youngs, et al. (1997) y Sadigh,et al. (1997) YO97 + SA 97	0.11	0.14	0.18	0.23	0.27	0.31	0.33	0.38

Fuente: Castillo, 1993

Las leyes de atenuación están íntimamente relacionadas con las posiciones relativas fuente-lugar, magnitud e intensidad sismológica, estas a su vez son necesarias para estimar las variaciones que origina cada fuente en el lugar de estudio, en conceptos de intensidad sísmica y se puede observar la gran propagación de respuestas. Se puede verificar que a simple vista que algunas de la leyes de atenuación usadas no son adaptables al tema análisis. Es decir el I93, S93 y JB93 fueron perfeccionados para la costa oeste de los EE.UU. y origina en nuestro caso regular variación de respuestas. Las otras leyes obedecen a sismos de subducción o también han sido usadas en composición con sismos continentales, consiguiendo verificar que el nivel de variabilidad de resultados es mínima.

Tabla 16. Coordenadas geográficas (°)

Lugar	Latitud	Longitud
Puente Ñaña	-76.82°	-11.98°

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 17. Aceleración g (según el período de retorno)

Puente Ñaña	50 años	100 años	200 años	400 años	475 años	1000 años
Intensidad	5.42	5.61	5.78	5.96	6.00	6.18
Antilogaritmo	226.44	272.11	324.71	387.49	404.52	481.72
Aceleración Max	0.231	0.277	0.331	0.395	0.413	0.491

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.6. Estudios geotécnico y geológico de cada estribo

3.6.1. Estribo izquierdo (E.I)

Profundidad perforada : 28.00 m.

En base a las muestras de suelos recuperados de las perforaciones diamantinas efectuadas en los estribos del puente, a continuación, se detalla la geología del subsuelo que se obtuvo del Sondeo que se realizó a 28.00 m de profundidad perforada en Estribo Izquierdo:

En el tramo inicial (00 al 4.50 m) de profundidad se encontró GP = Grava, depositado en el cauce de la quebrada, constituido por elementos sub angulosos a sub redondeados con una matriz; y del tramo (4.50 a 28 m) de profundidad se halló Conglomerado = Conglomerado, Boloneria y grava en una matriz arenosa, depositado en el cauce del rio, constituido por elementos sub angulosos a sub redondeados con una matriz arenosa.

3.6.2. Estribo derecho (E.D)

Ubicación: margen derecho puente existente.

Profundidad perforada : 28.00m.

En base a las muestras de suelos recuperadas de las perforaciones diamantinas efectuadas en los estribos del Puente, a continuación, se detalla la Geología del subsuelo:

En el tramo inicial (00 al 5.50 m) de profundidad se encontró GP = Conglomerado, depositado en el cauce de la quebrada, constituido por elementos sub redondeados con una matriz arenosa, con algunos bolones.; y del tramo (5.50 a 28 m) de profundidad se halló Conglomerado = Conglomerado, Boloneria y grava en una matriz arenosa, depositado en el cauce del rio, constituido por elementos sub angulosos a sub redondeados con una matriz arenosa.

3.7. Capacidad portante

En base a la información obtenida en los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras de los testigos de perforación diamantina.

El apoyo donde se encuentra el puente, se ha detectado superficialmente el nivel de suelo con Boloneria, compuesto por cantos rodados, y grava (Estrato - 1) con un espesor variable llegando hasta los 7 a 8 metros, y entre los 8 a 14 metros de profundidad la presencia de Boloneria intercalado con gravas y conglomerado es persistente.

Entre los 4.00m y 6.00m, se presenta la condición óptima, de la formación conglomerática aluvial en el que se recomienda apoyar los elementos de cimentación de la estructura.

La cimentación se encuentra apoyada a partir de los 5m de profundidad, el cual en base a los testigos de las perforaciones conjuntamente con los resultados de los ensayos de laboratorio presenta un comportamiento granular, por tanto, el valor de la capacidad admisible se obtiene a partir de la expresión tomados de las especificaciones técnicas de AASHTO para diseño de puentes por el método LRFD; cuya ecuación es la siguiente:

$$q_n = cN_{cm} + \gamma D_f N_{qm} C_{wq} + 0.5\gamma BN_{\gamma m} C_{w\gamma} \dots\dots\dots (1.9)$$

Donde:

$$N_{cm} = N_c \times S_c \times i_c;$$

$$N_{qm} = S_q \times S_q \times d_q \times i_q; N_r = N_r \times S_r \times i_r$$

N_c, S_q, N_r = Factor de capacidad de carga

S_c, S_q, S_r = Factor de corrección de forma de la cimentación.

i_c, i_q, i_r = Factor de inclinación de la corrección de la carga

d_q = Factor de corrección de la profundidad de cimentación

Considerando el anterior desarrollo para determinar el valor de la capacidad admisible (q_{adm}) en la profundidad que se indica (4 a 6 m), se debe minorar el valor de la carga de hundimiento (q_h) por un factor de seguridad (F) igual a 3, como indica la siguiente expresión.

$$q + \frac{q_h}{3} \dots\dots\dots (1.10)$$

Parámetros del suelo:

$$\text{Cohesión} = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Angulo de Fricción} = 32.4^\circ$$

$$\text{Peso específico } \gamma = 1.18 \text{ km/cm}^2$$

Los asientos inducidos por los valores obtenidos mediante la expresión anterior han sido comprobados a partir del método elástico de Whitman y Richard mediante la siguiente expresión, para verificar que excedan a los máximos admisibles.

$$S = \frac{\sigma_{adm} * (1 - V^2) * \sqrt{B * L}}{\beta * E} \dots\dots\dots (1.11)$$

Siendo:

S = Asiento (cm)

σ_{adm} = Tensión media admisible (kg/cm^2)

V = Coeficiente de Poisson 0.3, para arenas y gravas

B y L = Ancho y Largo de la zapata.

β = Factor tabulado función de L/B, para zapatas rectangulares.

E = Módulo elástico según Begermann (1974), para arenas y gravas con $N_{spt} > 15$;
 $E = 40 + 12(N_{spt} - 6)$ (kg/cm^2). $E = 1108$ (kg/cm^2)

Reemplazando en las formulas dan los siguientes resultados:

3.7.1. Para el estribo izquierdo

La carga admisible total sin controlar el asiento para este estribo es como se detalla a continuación:

Tabla 18. Carga admisible del estribo izquierdo

Ancho(m)	Longitud(m)	Profundidad de cimentación(m)	Carga de hundimiento (kg/cm^2)	Carga admisible (kg/cm^2)	Asentamiento (cm)
21	6.35	4.85	14.2	4.0	1.34

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.7.2. Para el estribo derecho

La carga admisible total sin controlar el asiento para este estribo es como se detalla a continuación:

Tabla 19. Carga admisible del estribo derecho

Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad de Cimentación (m)	Carga de Hundimiento (kg/cm^2)	Carga Admisible (kg/cm^2)	Asentamiento (cm)
21	6.35	4.85	14.2	4.0	1.34

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los asientos inducidos por los valores obtenidos mediante la expresión anterior han sido comprobados a partir del método elástico de Whitman y Richard.

3.8. Aislador sísmico con núcleo de plomo (LRB)

Considerando que simularemos las fuerzas laterales que serán amortiguadas por un aislador LRB de núcleo de plomo.

Tabla 20. Dimensionamiento del neopreno

DIMENSIONES EXTERIORES	TOLERANCIA
Esesor promedio 30 mm o menos	± 2.0 mms
Esesor promedio mayor de 30 mms	+ 4.0 mms
Esesor de capas en apoyo compuesto	± 2.0 mms
Largo ancho del apoyo:	
Menor de 60 cm	4.0 mms
Mayor de 60 cm	8.0 mms

Fuente: ASTM, 2018

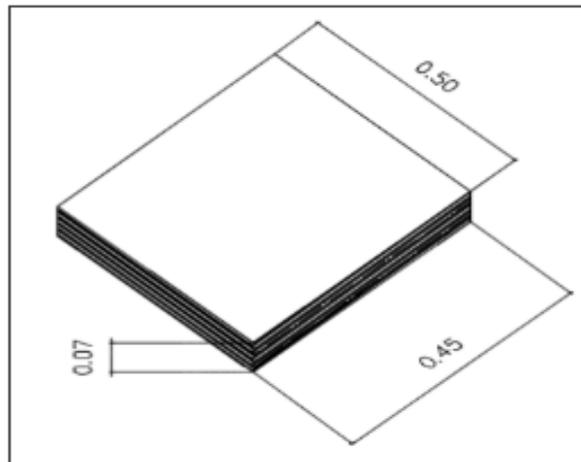


Figura 14. Medidas promedio de un aislador para puentes de vías de alto tránsito.

(Fuente: León, Laura T., 2016)

Su altura debe ser mayor a dos veces las deformaciones del puente, así que corresponde a 7 cm de espesor.

3.9. Generación del modelamiento

3.9.1. Cargas

Además de las cargas muertas y de acuerdo a la Norma de Cargas (E-020) y de los detalles del Manual de puentes, se consideró las cargas vivas:

1. Vehiculares denominadas : HL-93 Acorde con AASSHTO LRFD 2012
2. Peatonales acorde con la Noma de Puentes: 500 Kg/m²

Se plantea acorde con el Manual de Puentes del MTC que la carga Sísmica se analizará considerando:

1. Método análisis dinámico, multimodal espectral.
2. Periodo de retorno: 475 años.

Esta consideración se ha efectuado dado que el Manual de Puentes MTC 2003, es la norma vigente de aplicación en el país, el cual contempla un mapa de isoaceleraciones, propio para el Perú, y un periodo de retorno de 475 años, relacionada con el periodo de vida útil de las obras, la importancia de ellas y la experiencia sísmica nacional.

3.9.2. Características de los materiales

Se ha considerado usar un concreto de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ de resistencia del losa del tablero del puente y $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en las cimentaciones. El acero de refuerzo es corrugado de grado 60 con $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Los aceros estructurales, para la conformación del arco metálico, están indicados y especificados en los planos de detalles de la superestructura. Siendo los principales el Acero estructural ASTM A709 Grado 36 $f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$ y ASTM A709 Grado 345 $f_y = 3500 \text{ kg/cm}^2$.

3.9.3. Análisis y diseño del puente Ñaña

Las características para el puente son:

Tipo:

Estructura Metálica tipo Arco Atirantado de 70 m de luz entre apoyos.

Superestructura:

Está compuesta por una estructura metálica de tablero inferior. Tablero está conformado por una losa de concreto armado reforzado perpendicularmente al tráfico.

La losa de concreto, presenta un peralte de 0.20 m aproximadamente a lo largo del puente con $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Subestructura:

Estribos de concreto armado sobre zapatas tipo Caisson.

Longitud: 70 m de luz entre apoyos.

No de vías: 02 cada una de dos carriles, total 4 carriles.

Ancho de calzada: Cada una de 6.60 m de ancho.

Superficie de rodadura: Mezcla asfáltica en caliente

Ancho de vereda: 1.50 m a cada lado. S/C de diseño: HL-93 De acuerdo a Manual de Diseño de Puentes (MTC-2003) y las normas AASHTO LRFD 2012

Las características y dimensiones transversales del puente han sido consideradas respecto a los planos.

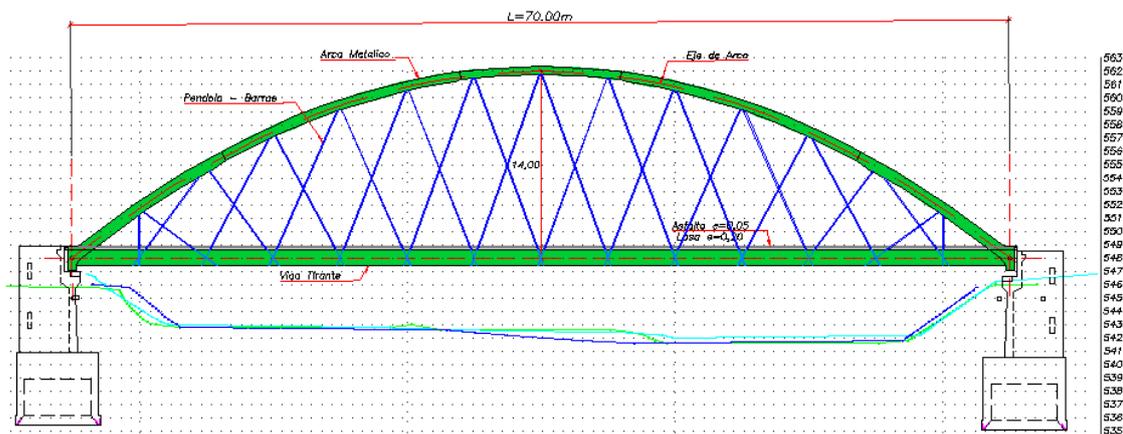


Figura 15. Vista en elevación del Puente Ñaña. (Fuente: AutoCAD, 2018)

El cálculo de la masa para el análisis está basado en el peso de los de los elementos estructurales, así como el pertinente porcentaje de la carga viva como permanente durante el evento de sismo, en concordancia con las normas vigentes. La adecuada competencia sísmica de esta estructura se obtiene mediante el empleo de un sistema de vertical conformado por el arco metálico, la viga tirante y los cables en disposición de red.

En el sentido horizontal ambos arcos cuentan rigidizadores en la parte superior y el tablero de concreto como diafragma rígido, con el sistema de tablero, completa la característica estructural.

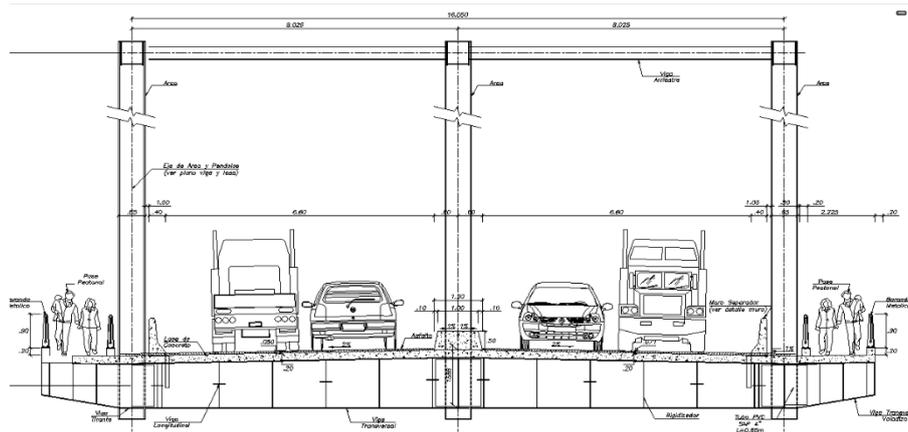


Figura 16. Vista en sección transversal del Puente Ñaña. (Fuente: AutoCAD, 2018)

Estos elementos dan la resistencia y rigidez suficiente para soportar las cargas impuestas por diseño y controlar los desplazamientos acorde con lo establecido en las normas. Las cimentaciones son del tipo profundo, conformadas por Caissons de cimentación, de concreto armado, que se llenaran de concreto especificado al alcanzar la profundidad de cimentación.

Sobre estos Caisson se desarrolla la elevación de los estribos de concreto armado. En los estudios de hidrología, se han determinado los valores de socavación, dotándole a la estructura de la suficiencia para la estabilidad ante estas condiciones de diseño.

Se ha preparado una memoria sugerida de procedimiento constructivo, en la que se contempla el avance progresivo de la estructura metálica en base a torres y cables de izaje, construcción del arco metálico y colocación de péndolas, hasta la colocación de arriostres superiores, luego los del tablero de piso para realizar el colocado del concreto conformante de la losa del tablero.

Cargas aplicadas:

Del Estudio de Mecánica de Suelos

Factor de seguridad = **3**

Esfuerzo permisible del terreno = **4.00 kg/cm2**

Empuje de Tierras

Material de relleno

El terreno de la zona, características mecánicas

Angulo de fricción interna ϕ = **35** grados

Peso unitario = **1800** kg/m³

μ = **0.3**

E =

1500 kg/cm²

10 Empuje de Tierras

Se considera que el empuje de tierras, en forma general, es linealmente proporcional a la profundidad del suelo, calculandose para una profundidad z con la siguiente expresion

$$p = k \text{ peso unitario } z$$

Para muros con respaldo interno vertical y con relleno horizontal

$$k_a = \tan^2(45 - \phi/2) = 0.271$$

Empuje Sísmico de tierras

Se usa el metodo pseudo estatico de Mononobe-Okabe para calcular el empuje de tierra inducido por sismo.

Para muros con respaldo interno vertical y con relleno horizontal

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos \theta \cos(d + \theta) [1 + \text{raiz} \{ \text{seno}(\phi + d) \text{seno}(\phi - \theta) / \cos(d + \theta) \}]^2}$$

$$\phi = 0.611 \text{ rad}$$

$$k_v = 0.050 \quad \text{valores entre 0.00 y 0.05}$$

$$k_h = 0.50 A = 0.150$$

$$\theta = \text{atan} [k_h / (1 - k_v)] = 0.157 \text{ rad}$$

$$d = 0.305 \text{ rad} \quad \text{valores entre 0.50 } \phi \text{ y } 0.75\phi$$

$$K_{ae} = 0.346$$

Metrado de cargas general:

ELEMENTO	b m	h m	e m	p.e. kg/m ³	volumen m ³	Peso kg	Xi m	Pi x Xi kg-m
parapeto central	19.80	1.86	0.30	2400	11.05	26516	2.75	72919
parapeto extremos	1.50	2.14	0.30	2400	0.96	2311	2.75	6356
viga cabezal superior	20.50	0.80	1.45	2400	23.78	57072	2.18	124132
viga cabezal inferior	20.50	0.40	0.98	2400	8.00	19188	2.18	41734
pantalla delantera	20.50	4.98	0.50	2400	51.05	122508	2.00	245016
Pantalla zona triangular	20.50	4.98	0.15	2400	7.66	18376	1.70	31240
dos paredes laterales	3.25	8.32	0.70	2400	18.93	45427	4.53	205558
cerca pared frontal	0.65	5.18	0.70	2400	2.36	5657	2.58	14566
Cimentacion	6.35	5.42	21.00	2400	722.76	1734617	3.18	5507408
Relleno posterior	3.45	8.08	5.04	1800	140.43	252766	4.63	1169041
cerca pared frontal	0.65	5.18	5.04	1800	16.96	30530	2.58	78615

$$F_v = 2314968 \text{ kg} \quad M_r = 7496584.832 \text{ kg-m}$$

Cargas de la Superestructura

Reacciones en apoyo:

$$\begin{aligned} R_{dc} &= 217.83 \text{ tn} \\ R_{dw} &= 14.21 \text{ tn} \\ R_l &= 176.12 \text{ tn} \end{aligned}$$

Por tanto:

$$PD = 696.12 \text{ Tn total por puente}$$

$$PL = 528.36 \text{ Tn total por puente}$$

$$A = 0.43 \text{ Estudio geotecnia}$$

$$\begin{aligned} A \text{ horiz} &= 0.5 \quad A = 0.215 \\ u \text{ fricción} &= 0.55 \end{aligned}$$

$$\text{Esfuerzo permisible terreno } \sigma_a = 4.00 \text{ kg/cm}^2$$

Modelo del arco de acero estructural:

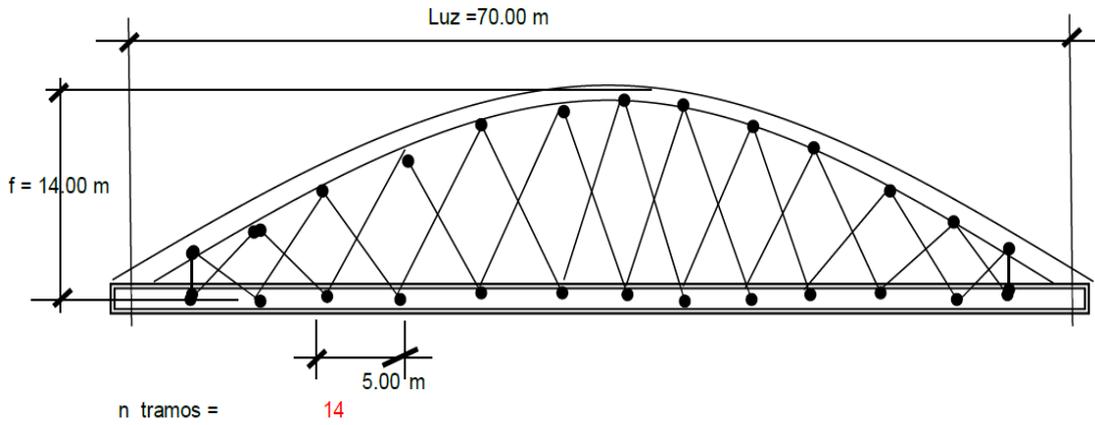
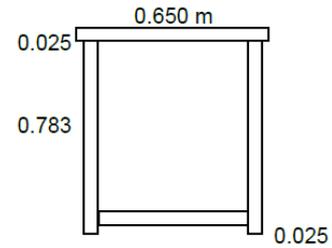


Figura 17. Esquema del puente arco de acero estructural. (Fuente: AutoCAD, 2018)

Predimensionamiento de elementos:

Las dimensiones serán ajustadas acorde al análisis y diseño

promedio



1. Arcos

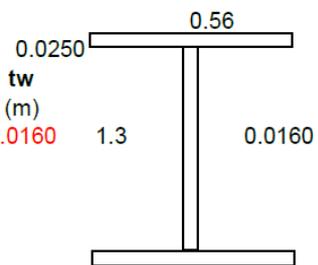
Peso Arcos

Area (m ²)	P.e. (tn/m ³)	bf (m)	hf (m)	hw (m)	tw (m)	Long Arco (m)	Factor Accesorios	n arcos	W (tn)
0.072	7.85	0.65	0.025	0.783	0.025	77.47	1.1	3	143.82

2. Vigas tirante principales

Peso vigas tirante principales

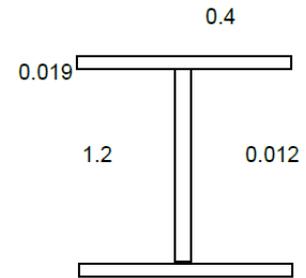
Area (m ²)	P.e. (tn/m ³)	Factor Accesorios	W (tn/m)	Long/viga (m)	Peso por viga (tn)	n Vigas	Peso vigas tirante (tn)
0.0488	7.85	1.15	0.441	71.00	0.441	3	93.84



3. Vigas Transversales

Peso vigas transversales inferior

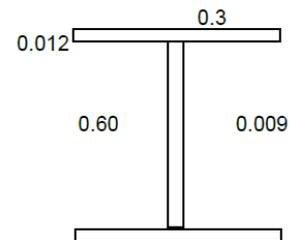
	bf (m)	hf (m)	hw (m)	bw (m)
	0.4	0.0190	1.2	0.012
Area				
0.0296	p.e	Long	factor acces.	Peso/viga
	7.85	17.55	1.1	4.486
		Peso por viga	n Vigas	Peso vigas transv
		4.486	15	67.29 tn



4. Vigas longitudinales

Peso de vigas longitudinales de tablero

	bf (m)	hf (m)	hw (m)	bw (m)
	0.3	0.012	0.6	0.009
Area				
0.0126	P.e.	Factor	W	Long Viga
	7.85	Accesorios	0.109	5.00
		1.1		

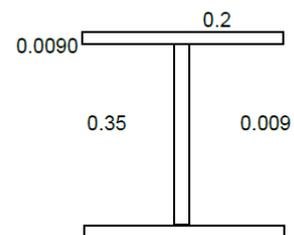


Peso por viga	n Vigas	Peso vigas long
0.544	112	60.93 tn

5. Vigas arriostre superior

Peso vigas transversales superior arriostre

	bf	hf	hw	bw
	0.2	0.0090	0.35	0.009
Area				
0.00675	P.e.	Long	Factor	W
	7.85	22.70	Accesorios	1.323
			1.1	



Peso por viga	n Vigas	Peso vigas long
1.323	14	18.52 tn

6. Pendolas en red de barras

Péndolas	Diámetro	Area	n	Long media	Factor	P.e.	Peso
n	m	m2		m	accesorios	tn/m3	tn
84	0.0500	0.00196	2	13.16	1.1	7.85	37.48
En 2 redes			barras/ red				

Metrado de cargas del tablero:

Losa	e	L	P.e.	W	
Dc	(m)	(m)	tn/m ³	tn/m	
Peso de losa	0.200	17.05	2.5	8.525	
					8.525 tn/m
Dw					
Asfalto	0.05	13.20	2.2	1.452	
Muro separador	0.85	0.35	2.4	0.714	
Bordillos	1.00	0.45	2.4	1.08	
barandas				0.5	
					3.746 tn/m

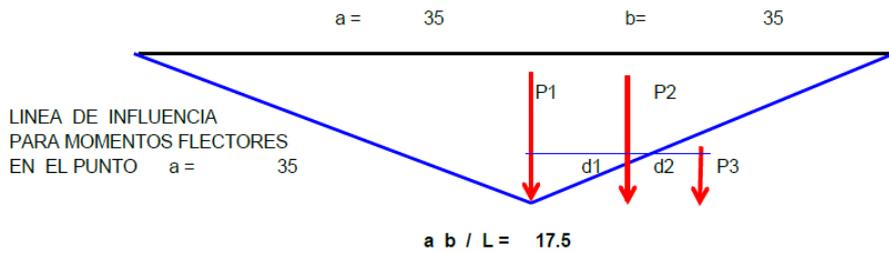
Para aplicar como carga de superficie en elementos shell que representan a la losa
 Ancho representativo = 16.05
 $W_{dw} = 0.233 \text{ tn/m}^2$

Masa correspondiente para el análisis sísmico
 $m_{dw} = 0.024 \text{ Utm}$

Cargas móviles de diseño:

**CARGA AASHTO ESTANDAR
HL-93**

Luz = 70.00



**CARGA AASHTO ESTANDAR
HL-93**

DISTRIBUIDA (ANCHO DE 10')

W = 0.953 tn/m

M_w = 583.88

M = 583.88 tn-m

Impacto de = 1.33 **Constante**
Solo para cargas puntuales

Evaluación inicial del Predimensionamiento:

Evaluación de predimensionamiento inicial

Peso de metal	Incluye accesorios	
1. Arcos	143.82 tn	
2. Vigas tirante principales	93.84 tn	
3. Vigas Transversales	67.29 tn	
4. Vigas longitudinales	60.93 tn	
5. Vigas arriostre superior	18.52 tn	384.39 tn
6. Pendolas en red de barras	37.48 tn	<u>37.48 tn</u>
	Total	421.87 tn
	Dc =	6.03 tn/m

Momento en el centro del tramo

Por cargas permanentes

Dc metal =	6.03
Dc losa =	8.53
Dw =	3.75
D =	18.30 tn/m

Los arcos exteriores tomarían la mitad de carga de superficie que la del arco intermedio por ello:

	Arco exterior	Arco intermedio	
Dc metal =	2.01	2.01	
Dc losa =	1.14	4.26	
Dw =	1.12	4.28	1.87
			8.14
Para cada uno de los arcos, considerando que el arco mas desfavorable toma carga:	D =	8.14 tn/m	

El momento flector en el centro del tramo

$$M_d = 4,988.46 \text{ tn-m} \quad 0.66$$

Por cargas vivas

El momento flector con impacto y concentracion de cargas para cada arco:

$$M_{l+i} = 2,586.33 \text{ tn-m} \quad 0.34$$

En clave de arco, compresión

$$M_{servicio} = 7,574.79 \text{ tn-m}$$

$$M_a = f_s A_s f$$

con flecha = $f = 14.00 \text{ m}$

$$f_y = 2,500$$

$$f_s = 850 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.85 \text{ tn/cm}^2$$

$$A_s = 636.54 \text{ cm}^2$$

$$\text{En la sección de la clave planteada} = 716.67 \text{ cm}^2$$

Conforme

En viga tirante, tracción:

$$M_a = f_s A_s f$$

con flecha = $f = 14.00 \text{ m}$

$$f_y = 2,500 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 1.20 \text{ tn/cm}^2$$

$$A_s = 450.88 \text{ cm}^2$$

$$\text{En la viga tirante planteada} = 488.00 \text{ cm}^2$$

Conforme

Modelo estructural:

De acuerdo con los ejes mostrados anteriormente se procede a alimentar el programa con cada uno de los valores correspondientes, teniendo en cuenta alturas y separaciones en cada uno de los casos.

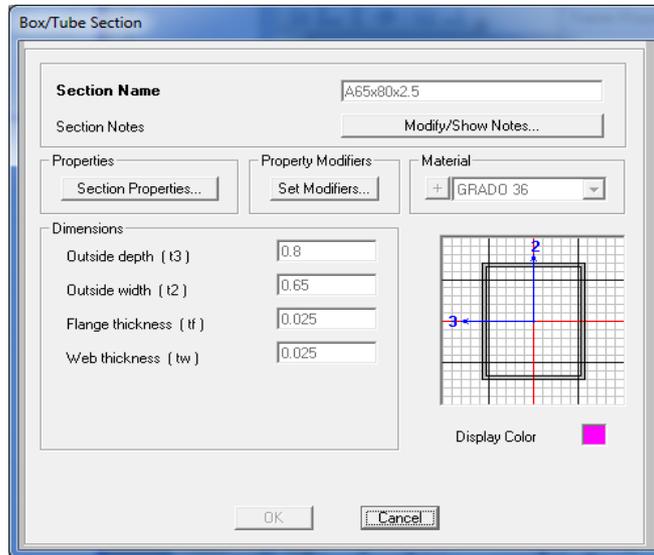


Figura 18. Secciones transversales de elementos estructurales. (Fuente: SAP 2000, 2018)

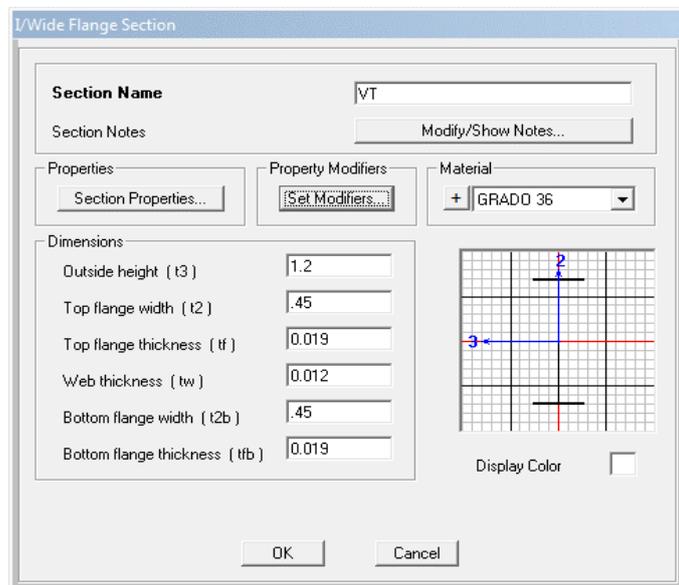


Figura 19. Sección de viga transversal o diafragma. (Fuente: SAP 2000, 2018)

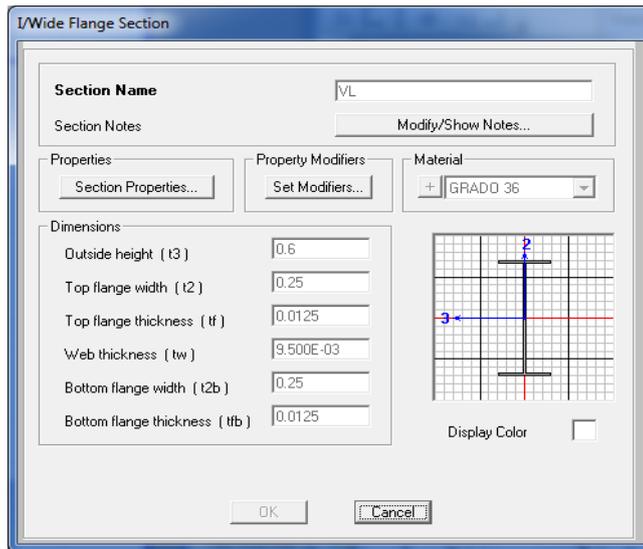


Figura 20. Sección transversal de vigas longitudinales. (Fuente: SAP 2000, 2018)

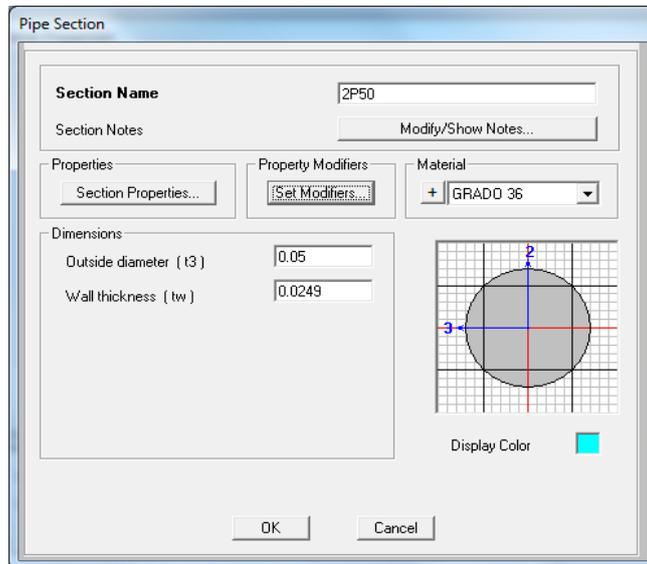


Figura 21. Secciones de péndolas. (Fuente: SAP 2000, 2018)

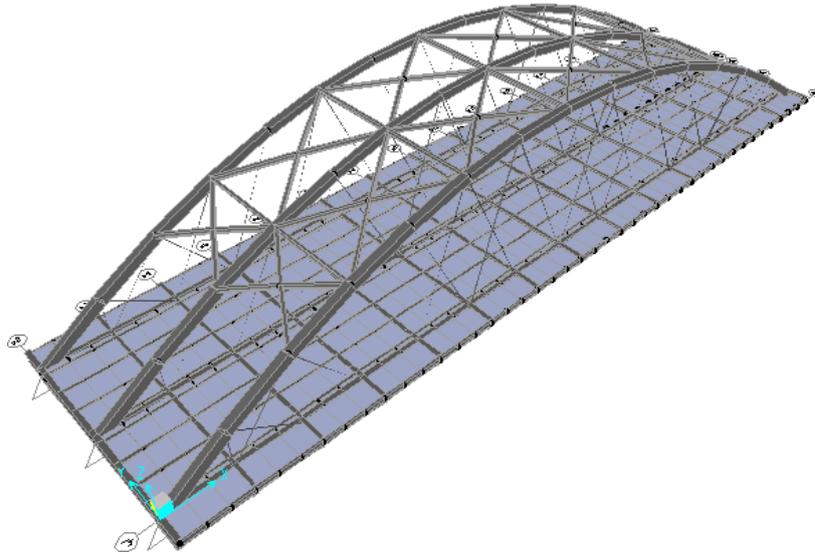


Figura 22. Vista tridimensional del modelo empleado para el puente. (Fuente: SAP 2000, 2018)

Otras cargas

Cargas por sismo

Se consideran aquellas cuya ocurrencia se dará una sola vez con un período de retorno que puede ser significativamente mayor al de la vida útil de la estructura. Serán tomadas en cuenta para asegurar la supervivencia, estructural del puente durante un sismo importante.

Espectro de diseño

El cálculo del espectro de diseño se hace conforme al AASHTO 2004, de consideraran los siguientes parámetros:

Clasificación de importancia		Categoría I	Puente esencial
Coefficiente de aceleración		A =	0.430 (Isoaceleraciones en zona)
Tipo de Suelo		I	Suelo Est. Mec. Suelos
Coefficiente de sitio	S =	1.000	
Respuesta	R =	2.000	
Gravedad	g =	9.800	m/s ² (Factor de escala)

Resultados del análisis estructural

Deformaciones por cargas permanentes

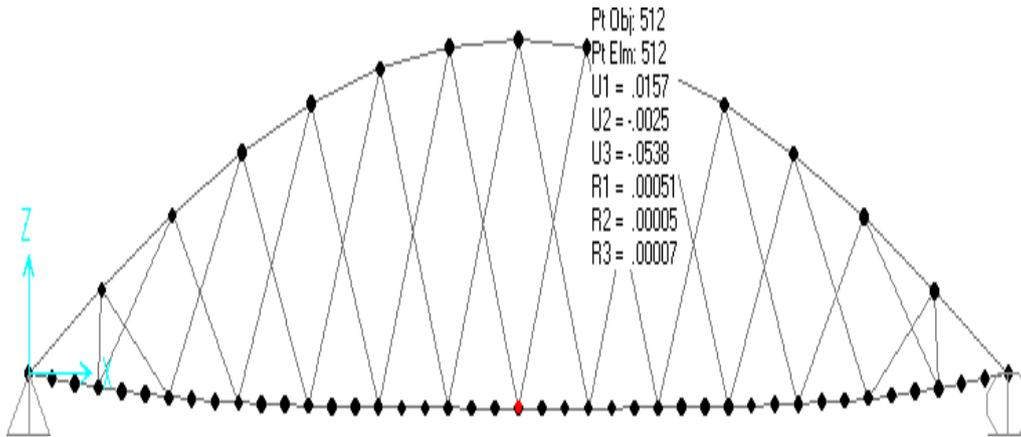


Figura 23. Deformaciones por desplazamiento sin aislador sísmico. (Fuente: SAP 2000, 2018)

En la figura 23 se observa las deformaciones por desplazamiento sin algún dispositivo aislador sísmico varía entre una D máx. = 5.38 cm por cada oscilación conllevando a este un mayor desplazamiento de toda la Estructura. En la figura Inferior por el contrario se observa que las deformaciones por desplazamiento son mínimas en sus diferentes ejes.

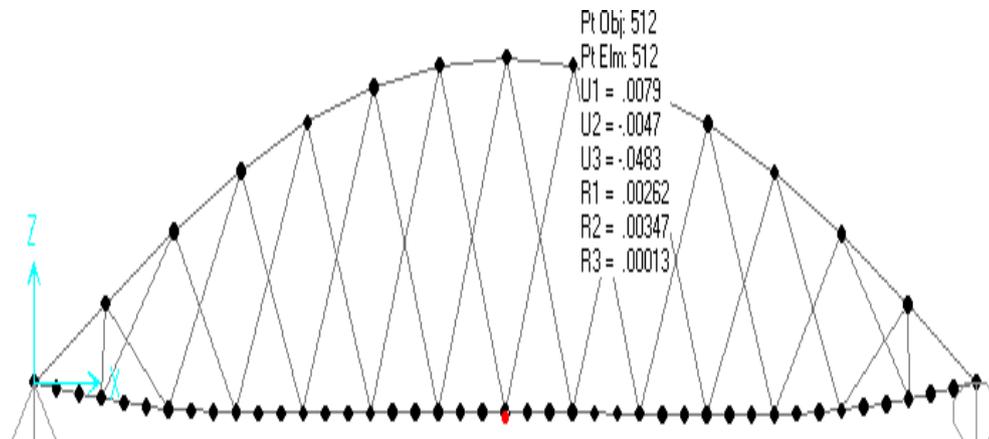


Figura 24. Deformaciones por desplazamiento con aislador sísmico. (Fuente: SAP 2000, 2018)

En la figura 24 se observa las deformaciones por desplazamiento sin algún dispositivo aislador sísmico varía entre una D máx. = 4.83 cm por cada oscilación conllevando a este un mayor desplazamiento de toda la Estructura. En la figura Inferior por el contrario se observa que las deformaciones por desplazamiento son mínimas en sus diferentes ejes.

3.9.4. Modelamiento con SAP 2000

El objetivo de este software es la de analizar y diseñar una estructura cuyo material predominante es el acero armado, las cargas impuesta son el peso propio tomados desde fuerzas axiales se demuestra que esta fuerza actúa directamente con el eje longitudinal, ya sean fuerzas a compresión y tensión. Se demuestra que cuando la estructura no tiene el dispositivo implementando – aisladores sísmicos, se alteraría el esfuerzo normal y/o uniforme, con llevando a este a fallar.

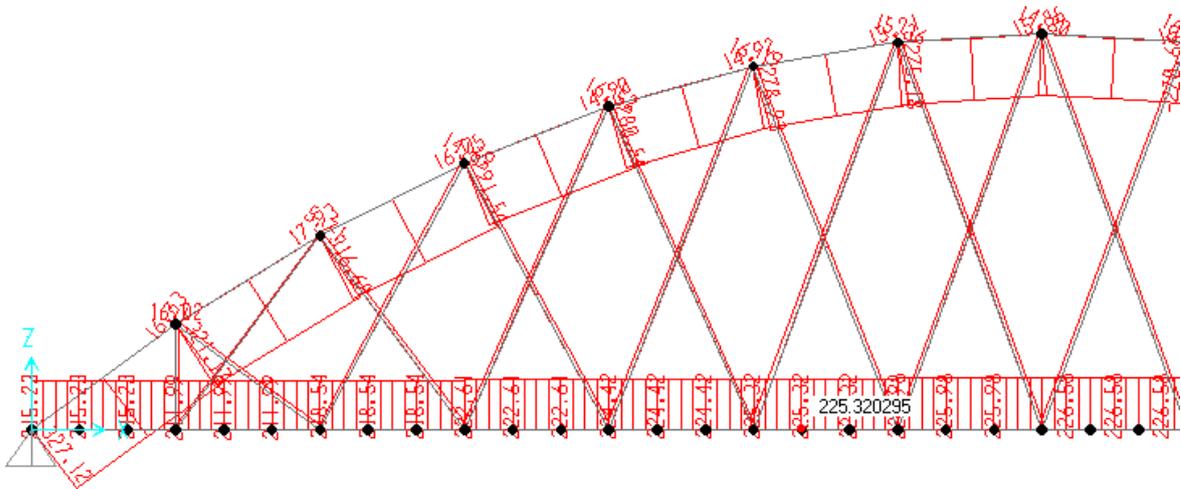


Figura 25. Fuerzas Axiales sin aisladores sísmicos. (Fuente: SAP 2000, 2018)

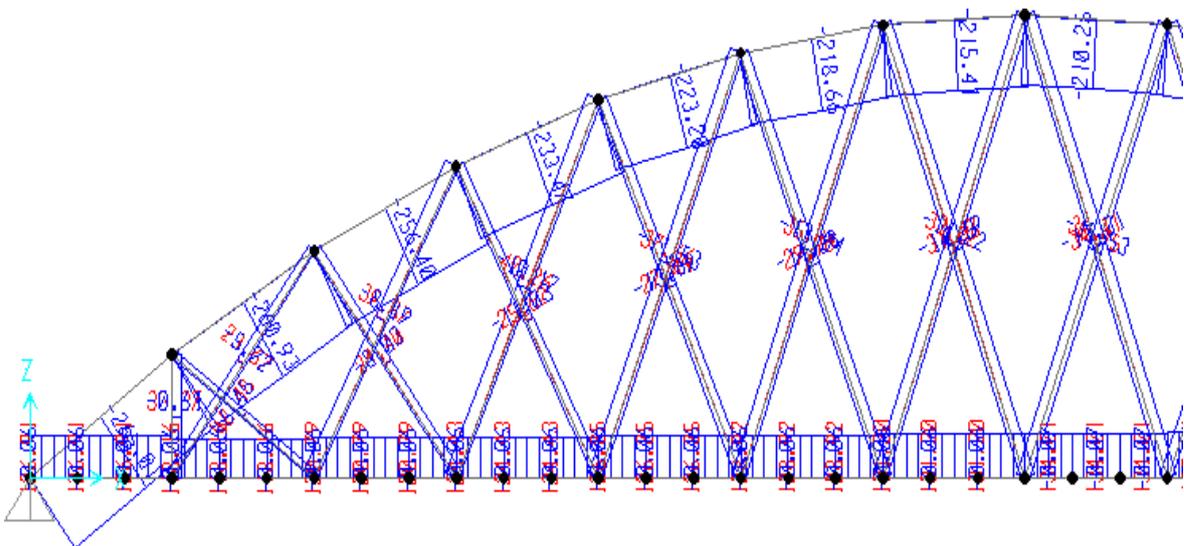


Figura 26. Fuerzas Axiales con aisladores sísmicos. (Fuente: SAP 2000, 2018)

En la figura 27 se muestra el momento flector con mayor pronunciamiento en los puntos de apoyos de la estructura modelada sin el Aislador sísmico.

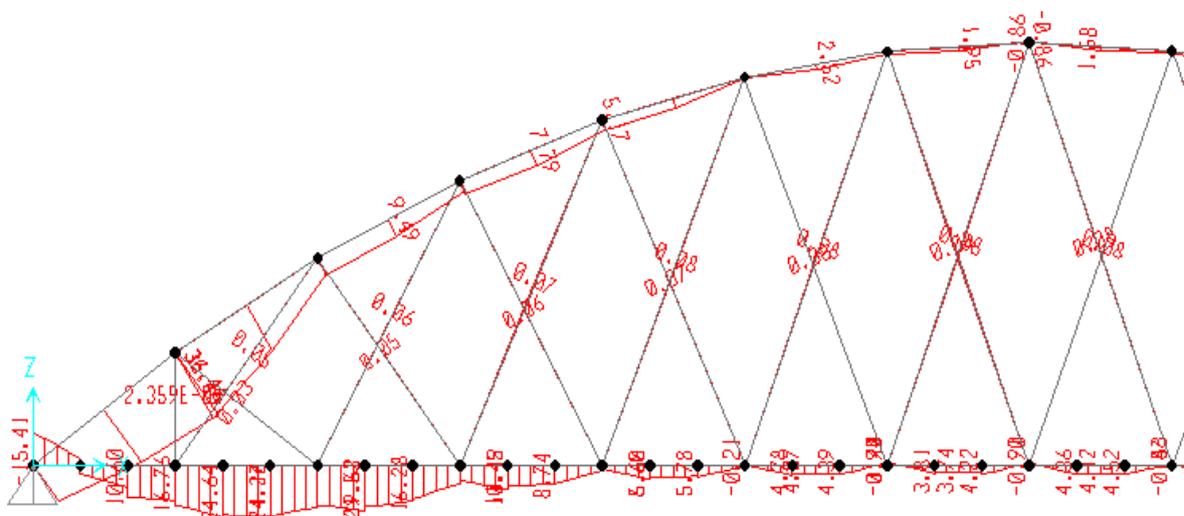


Figura 27. Momentos flectores sin aisladores sísmicos. (Fuente: SAP 2000, 2018)

El momento flector en este caso con aisladores sísmicos, disminuyen en los apoyos con valores de 13.76 Tn-m.

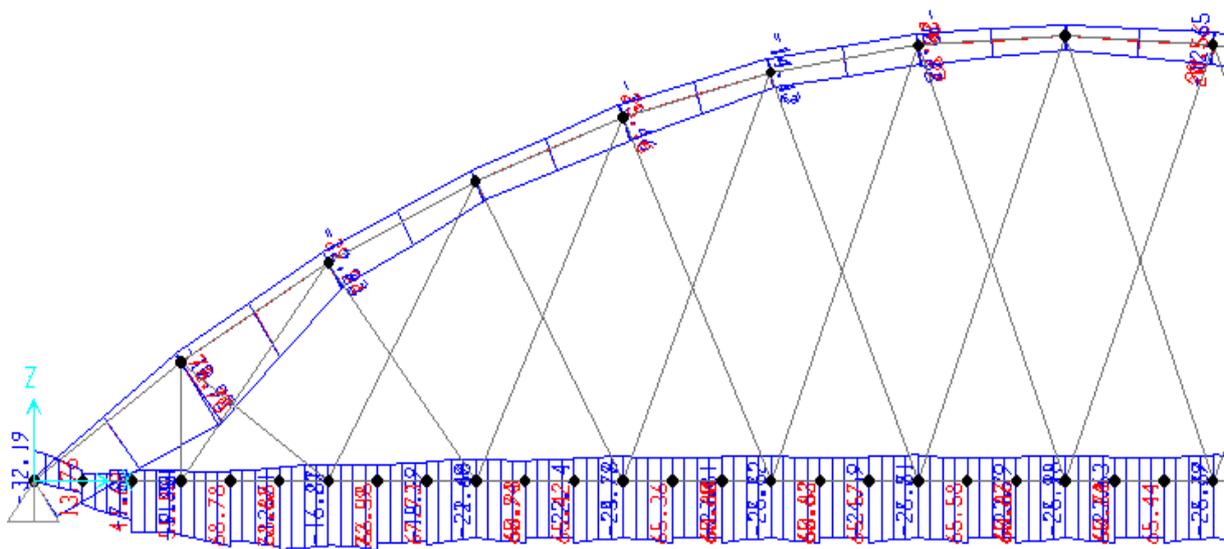


Figura 28. Momentos flectores con aisladores sísmicos. (Fuente: SAP 2000, 2018)

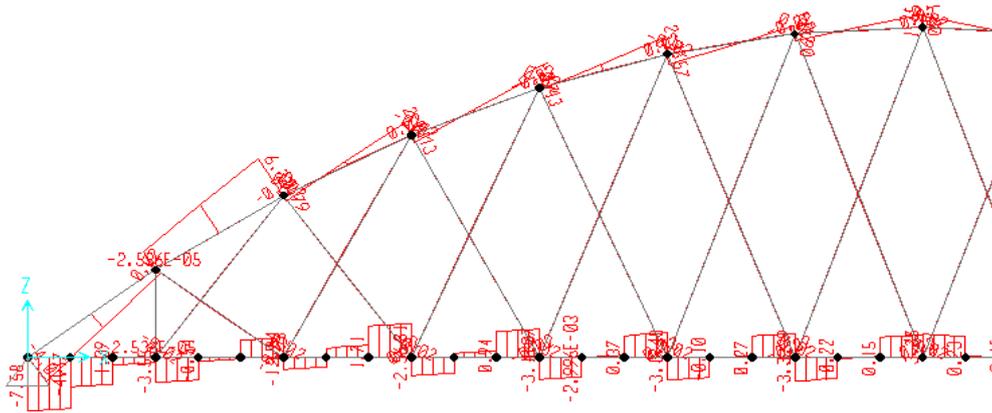


Figura 29. Fuerzas cortantes sin aisladores sísmicos. (Fuente: SAP 2000, 2018)

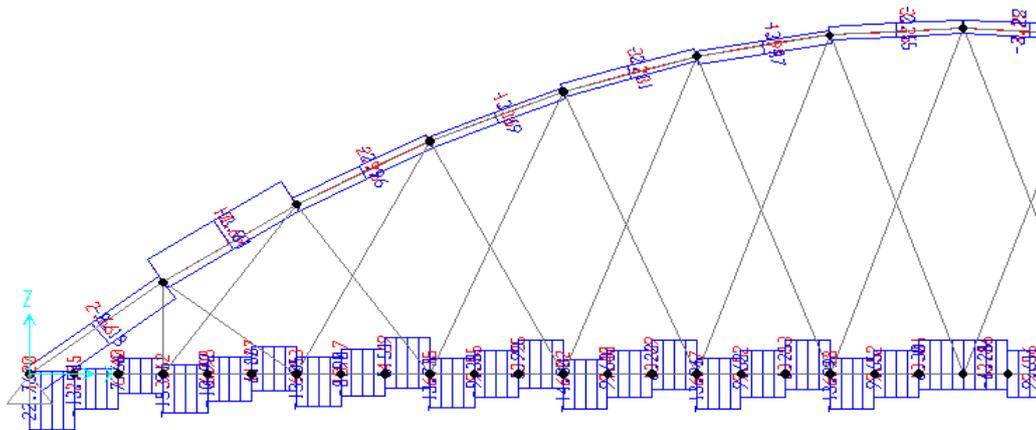


Figura 30. Fuerzas cortantes con aisladores sísmicos. (Fuente: SAP 2000, 2018)

3.9.5. Resultados dinámicos

El primer modo de vibración de la estructura.

Tiene un periodo $T = 1$ s al que corresponde un frecuencia de $f = 1.033$ Hz.

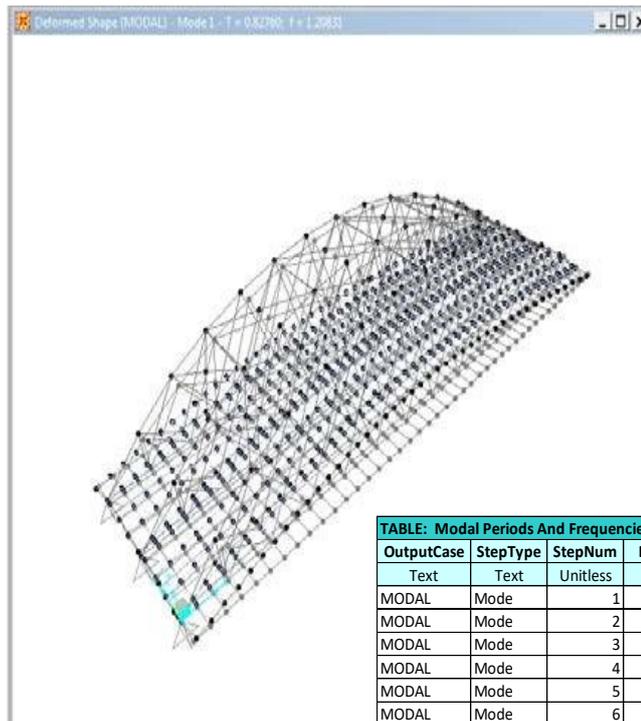


TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0	0.186895226	1.17429734	1.378974242
MODAL	Mode	2	0.0045	0.792933607	4.982148786	24.82180653
MODAL	Mode	3	0.9825	1.018242188	6.397804355	40.93190056
MODAL	Mode	4	1	1.033177048	6.491642847	42.14142686
MODAL	Mode	5	1.2522	1.220819061	7.670632387	58.83860121
MODAL	Mode	6	2.3547	1.291878347	8.117111049	65.88749179
MODAL	Mode	7	2.4	1.341219444	8.427130302	71.01652513
MODAL	Mode	8	3	1.399000089	8.790176803	77.26720822
MODAL	Mode	9	3.8444	1.456784078	9.153244315	83.7818815
MODAL	Mode	10	5.8515	1.569843743	9.863619143	97.29098259
MODAL	Mode	11	6.2451	1.594768844	10.02022817	100.4049726
MODAL	Mode	12	7.0958	1.610413965	10.11852936	102.3846365

Los resultados del análisis sísmico efectuado son en las tres direcciones, mientras va avanzando el periodo la frecuencia se va incrementando hasta llegar a un punto de quiebre y empezar a disminuir las frecuencias se han combinado acorde con los estados de diseño, servicio, resistencia y evento extremo, se presenta un gráfico de los momentos por Sismo en las direcciones X e Y.

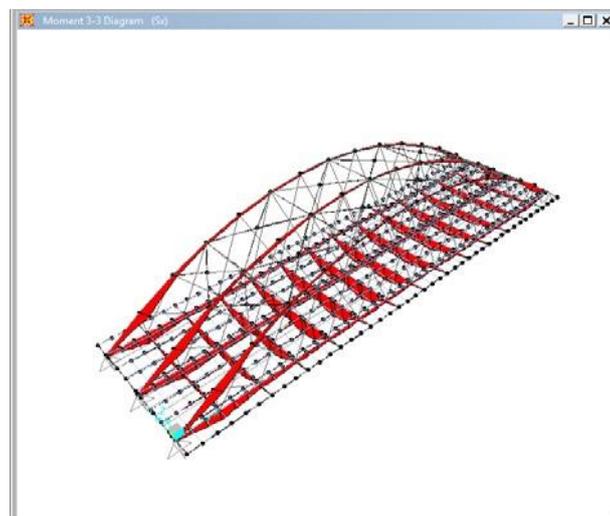


Figura 31. Análisis sísmico efectuado. (Fuente: SAP 2000, 2018)

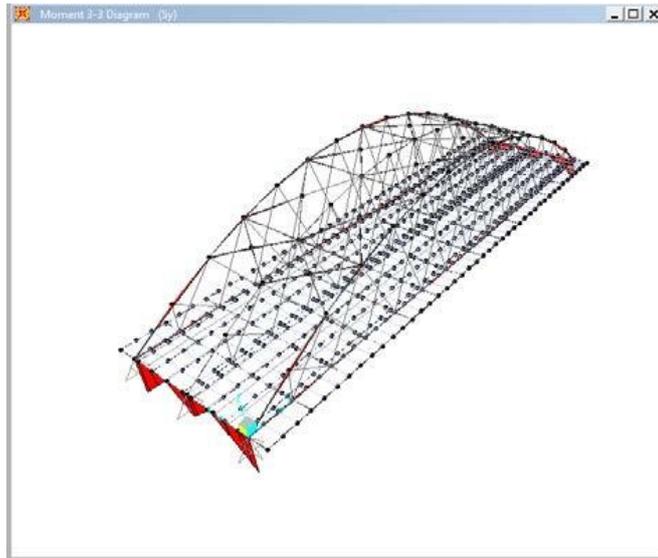


Figura 32. Resistencia a la Compresión. (Fuente: SAP 2000, 2018)

Según AASHTO se pueden aplicar a elementos compuestos o no compuestos con al menos un plano de simetría y sujetos a compresión axial o a una combinación de compresión y flexión sobre un eje de simetría.

Arcos deben satisfacer los requerimientos del Art. 6.14.4

Los rigidizadores de almas de

$$D / tw < k (E / fa)^{0.5}$$

fa = esfuerzo axial de las cargas factoradas (MPa) k = factor

Sin rigidizadores longitudinales

$$k = 1.25$$

$$fa = 1336 \text{ kg/cm}^2$$

$$k (E / fa)^{0.5} = 48.4$$

$$D = 82.5$$

$$Tw = 2.5 \quad D / tw = 33.00 \text{ Conforme}$$

Efecto de Torsión en arco con Aisladores Sísmicos

El análisis presenta que el efecto más desfavorable por torsión, se produce por el efecto del sismo en dirección transversal al puente, (eje Y),

el diagrama puede observarse en el gráfico.

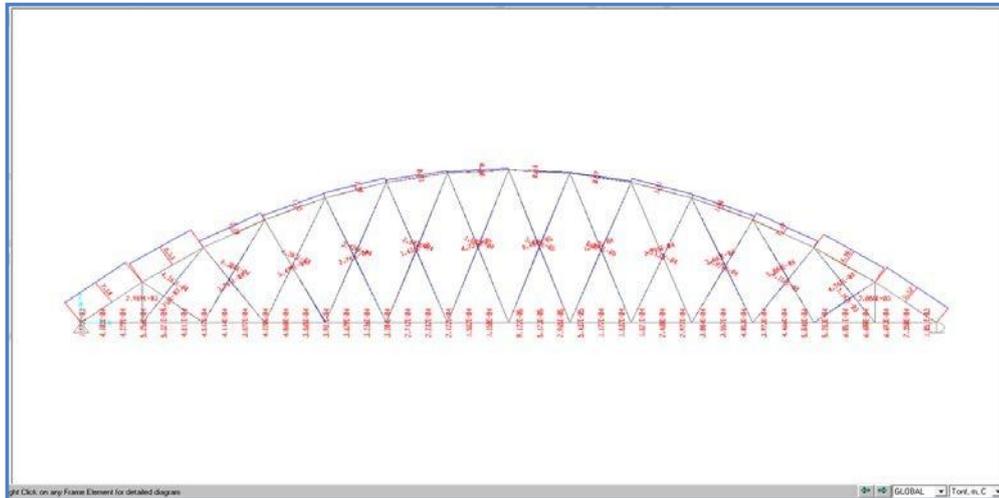


Figura 33. Análisis de torsión. (Fuente: SAP 2000, 2018)

El efecto más crítico de torsión se presenta en la zona del arco próxima a los apoyos, sin embargo por los elementos de rigidización transversal dispuestos tanto superior como en el sistema de tablero, resulta que el efecto es poco significativo.

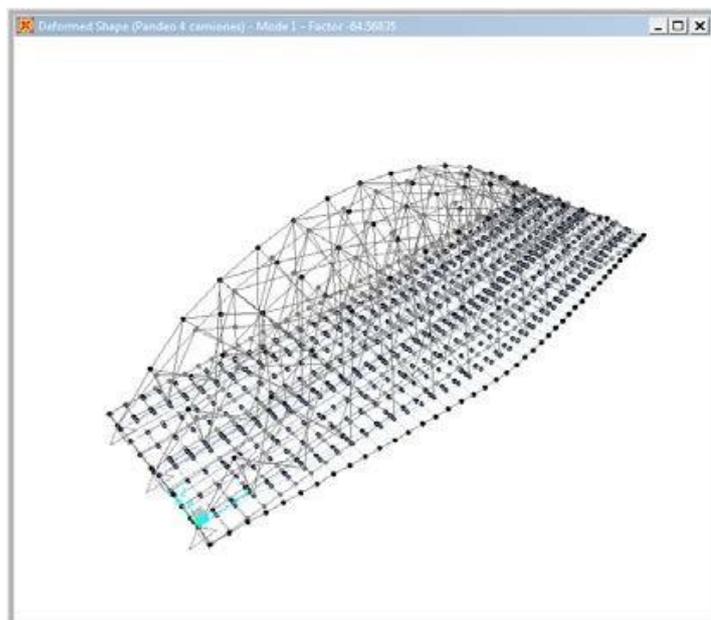


Figura 34. Efecto de torsión. (Fuente: SAP 2000, 2018)

El factor de incremento de las cargas de diseño para producir el pandeo en el caos menor que es el más desfavorable tiene como valor 69.

Se adjuntan los resultados de los diversos modos de pandeo, para los estados de carga críticos analizados. Se puede observar que para que el pandeo se produzca el factor de mayoración de carga viva superaría el factor **1.75** del estado límite de resistencia, por lo tanto en el puente no define el diseño el efecto de pandeo en el puente no define el diseño el efecto de pandeo.

Resumen de reacciones para diseño de Estribos

Tipo Reacción/ eje de reticulado

Dc = 217.83 tn

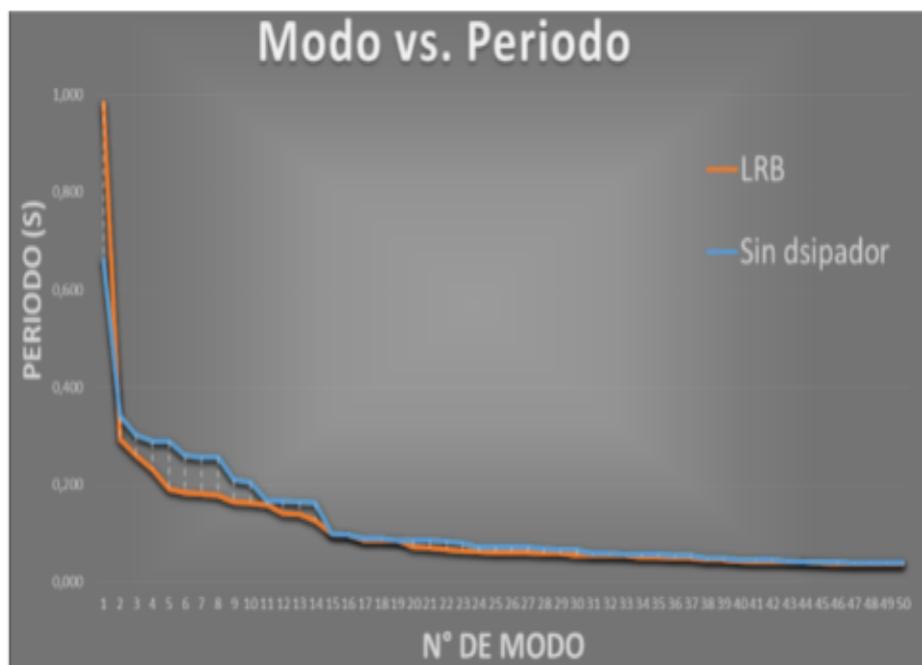
Dw = 14.21 tn

DL = 176.12 tn

Para cada estribo estos valores por tres.

3.10. Análisis de Esfuerzos, Deformaciones y Amortiguamiento.

Tabla 21. Comparación de los periodos obtenidos sin aislación y con Aislador LRB

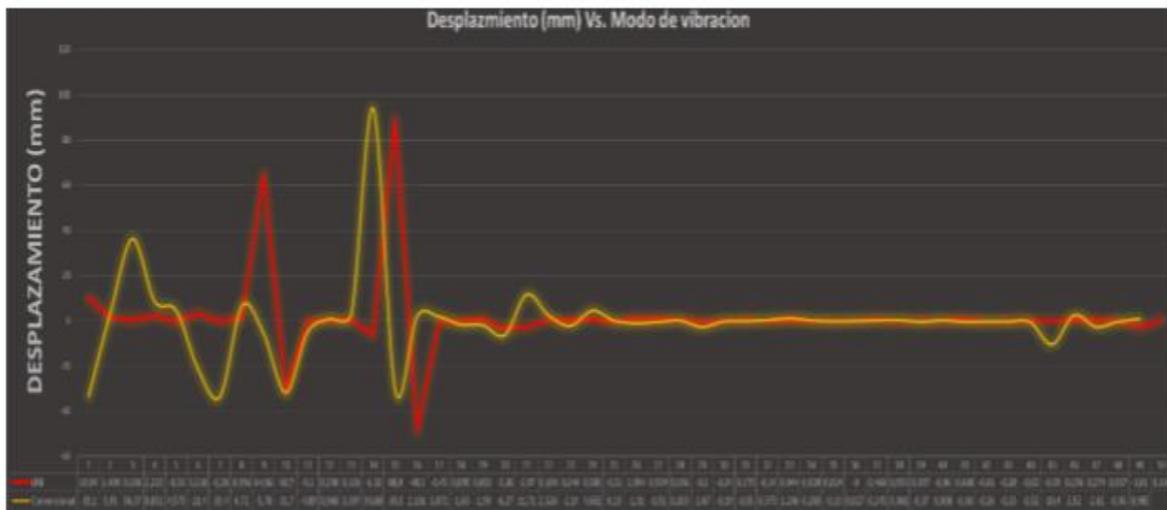


Fuente: Elaboración Propia, 2018

Entre el modo 2 y 15 aproximadamente, se observa que el aislador ya cumplió su función de recopilar la mayor parte de la energía en el modo 1, por lo tanto, procede a disminuir su

periodo en este rango para luego estabilizar la estructura al mínimo valor posible encontrado en los últimos modos de vibración. Mientras que, el modelo convencional presenta menor periodo inicial, manteniendo casi el mismo nivel durante el evento sísmico, lo cual simboliza mayor riesgo durante la primera y más peligrosa fase del sismo ya que transfiere inmediatamente la energía del sismo proveniente de la infraestructura, afectando directamente la superestructura. Otra manera de identificar el comportamiento del aislador, es comparando los desplazamientos tomados en un punto aleatorio entre el apoyo y el tablero, identificando consigo que en los primeros modos el aislador actúa recibiendo la principal parte de la energía proveniente del sismo para luego estabilizar la estructura según la línea de color rojo, mientras que el neopreno común en el modelo sin control sísmico, no tiene la capacidad de absorber, sino a 91 contrario resulta afectado justo en los primeros modos según línea amarilla, identificando claramente su baja capacidad de respuesta ante eventualidades que generen inseguridad para la estructura, primordialmente los usuarios. Confirmando así la ventaja de usar aisladores sísmicos, en este caso un neopreno común con núcleo de plomo.

Tabla 22. *Desplazamientos vs. Modos de vibración.*



Fuente: Elaboración propia, 2018

Teniendo en cuenta que en cada oscilación se redujo un 25% aproximadamente del periodo inmediatamente anterior, disminuyendo la amplitud de onda y la frecuencia entre oscilaciones. Para demostrar la respuesta sísmica ante la implementación del aislador se evaluó el porcentaje de masa acumulado obtenido al evaluar el sismo. Encontrando que en la dirección X, el modo 1 participa casi con un 75% de la masa total del puente y termina en

95,2% siendo la dirección con mejor respuesta, mientras que en los ejes Y, Z no representan avance, sin embargo en el tercer modo, el eje Y participa casi con el 59% de la masa total manteniéndose constante hasta el modo 50 lo cual es bueno pero lo recomendado es que llegara alrededor del 95%, no obstante en la dirección Z que si bien no es tan relevante en el análisis puesto que lo primordial es controlar el desplazamiento en la dirección longitudinal y transversal, esta finaliza en 64,8% siendo un valor significativo.

Adicionalmente, se evaluó el porcentaje de participación de masa durante un evento sísmico, resumido.

Tabla 23. Disipación de energía

SIN AISLADOR

TABLE: Damping Ratio			
OutputCase	ItemType	Item	Dynamic
Text	Text	Text	Percent
MODAL	Acceleration	UX	54%
MODAL	Acceleration	UY	89%
MODAL	Acceleration	UZ	92%

CON AISLADOR

TABLE: Damping Ratio			
OutputCase	ItemType	Item	Dynamic
Text	Text	Text	Percent
MODAL	Acceleration	UX	1%
MODAL	Acceleration	UY	22%
MODAL	Acceleration	UZ	13%

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para lograr analizar los efectos derivados en el software, al realizar análisis modal se indicaron 12 modos de vibración de tal manera que cada uno de ellos indicara un valor de periodo y frecuencia, una vez ejecutado el análisis en los dos casos planteados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 24. Resultados sin aisladores sísmicos

TABLE: Modal Participation Factors													
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	ModalMass	ModalStiff	Text	Text
		Unitless	Sec	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m-s2	Tonf-m		
MODAL	Mode	1	0.0000	0.003502	6.510883	0.001322	-0.418336	-0.032937	83.232034	1	1.378974		
MODAL	Mode	2	0.0045	-0.006253	2.361776	0.068163	-15.64254	0.016929	-87.501834	1	24.821807		
MODAL	Mode	3	0.9825	-0.002869	-0.148533	-0.021582	1.082729	0.008896	4.92332	1	40.931901		
MODAL	Mode	4	1.0000	0.000102	0.082776	0.006422	-0.584842	0.016024	-3.329515	1	42.141427		
MODAL	Mode	5	1.2522	0.009535	1.263173	-0.10408	15.750577	0.28534	-38.755022	1	58.838601		
MODAL	Mode	6	2.3547	-0.019189	-0.031186	0.022156	-1.023177	0.108279	-1.800297	1	65.887492		
MODAL	Mode	7	2.4000	-0.02579	0.791667	-0.151169	15.422139	0.784795	-23.987941	1	71.016525		
MODAL	Mode	8	3.0000	-0.04003	-0.066583	0.106548	-9.905475	0.538046	6.482328	1	77.267208		
MODAL	Mode	9	3.8444	0.038995	0.030883	-0.013797	0.48368	-0.482302	-0.786317	1	83.781881		
MODAL	Mode	10	5.8515	0.005583	0.219031	0.024865	-2.29709	0.068728	-6.017687	1	97.290983		
MODAL	Mode	11	6.2451	0.000188	0.123515	-0.092522	5.496705	0.197752	-3.819561	1	100.404973		
MODAL	Mode	12	7.0958	-0.028724	0.068653	0.04175	-2.791585	0.419874	-1.70403	1	102.384636		

Fuente: SAP 2000, 2018

Tabla 25. Resultados con aisladores sísmicos

TABLE: Modal Participation Factors													
OutputCase	StepType	Step.Num	Period	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	ModalMass	ModalStiff		
Text	Text	Unitless	Sec	T onf-m	T onf-m	T onf-m	T onf-m	T onf-m	T onf-m	T onf-m-s2	T onf-m		
MODAL	Mode	1	0.0000	-0.001872	-0.00987	1.190426	-0.000562	-0.392718	0.216537	1	1.233848		
MODAL	Mode	2	0.0045	-0.004834	-0.16668	0.002155	-0.049687	-0.005141	2.247029	1	1.272402		
MODAL	Mode	3	0.9825	-0.008101	0.984986	-0.002965	0.35787	0.000287	-7.202268	1	1.276055		
MODAL	Mode	4	1.0000	-0.001286	1.639467	0.006543	0.531843	0.011529	-14.195573	1	1.312459		
MODAL	Mode	5	1.2522	0.113315	-13.340123	-0.00637	0.540512	-0.18081	436.407013	1	3.043389		
MODAL	Mode	6	2.3547	-0.000379	0.003294	-0.782295	-3.332822	-0.110977	-0.10171	1	5.038351		
MODAL	Mode	7	2.4000	-0.000826	0.004575	-0.172053	-1.817297	-0.005733	-0.139756	1	5.405669		
MODAL	Mode	8	3.0000	-0.14349	-2.204518	-0.079158	27.217179	-0.500277	-141.367954	1	14.184807		
MODAL	Mode	9	3.8444	0.071346	0.108985	0.036589	-0.603633	0.589361	4.322951	1	32.911665		
MODAL	Mode	10	5.8515	0.073768	0.198885	0.032908	-0.248307	1.019178	7.946255	1	34.494732		
MODAL	Mode	11	6.2451	-0.127624	-1.281516	0.049762	-3.365606	1.168579	-41.787594	1	47.856312		
MODAL	Mode	12	7.0958	0.153371	0.475105	-0.107608	11.966807	-0.658049	27.55125	1	49.577405		

Fuente: SAP 2000, 2018

IV. DISCUSIONES

Primera Discusión:

Para determinar el análisis Sísmico en una estructura, es fundamental definir la zona sismológica, además de la resistencia del suelo, los desplazamientos y esfuerzos que soporta este, durante un sismo; además de la forma que se manifestarían las fallas durante y después de dicho fenómeno natural, Según (Castillo, 1993) donde manifiesta que la actividad sísmica en el Perú es el resultado de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana y el proceso de reajustes tectónicos del aparato andino. Este permite agrupar a las fuentes en continentales y de subducción, mostrando de ese modo las Fuentes Sismo génicas intermedias y profundas de acuerdo al área de estudio, se han utilizado las fuentes F15 y F19. Realizar el corte directo del material tiene como fin hallar la resistencia del espécimen del suelo, bajo la aplicación de cargas de deformación y fatiga que representen las cargas que existen o existirán en el terreno, se afirma que la carga admisible en los dos estribos del Puente Ñaña es de 4.0 Kg/m², estos cálculos demuestran que el puente estaría probablemente estable.

Segunda Discusión:

Recordando así, que (Arellano, 2015) sustenta que la disipación de energía con la implementación de aisladores sísmicos sería de un 50% a comparación de una edificación convencional que no atenuaría la energía, que por el contrario la energía sísmica llegaría directamente a la estructura hasta el punto de que colapse la estructura; La guía AASHTO manifiesta que la capacidad de disipación de energía del aislador elastómero con núcleo de plomo es de 25%, confirmando así el concepto del amortiguamiento, ya que la energía absorbida por el neopreno quien se deforma lateralmente durante el sismo, pero se controla por medio del núcleo de plomo ingresando deformaciones plásticas, permite disipar la energía en forma de calor. Por lo tanto, los valores obtenidos en X es de 1% que significa que el aislador disipa energía a un 98% en este eje, en Y disiparía 60% y en el Z un 87% demuestran reducción considerable de esfuerzos al conseguir que gran parte del sismo sea disipado antes de llegar directamente a la superestructura.

Tercera Discusión:

Tomando los conceptos de (Cascón, y otros, 2012) Modo VS Periodo, se observa que en los resultados el aislador cumple su función de recopilar la mayor parte de la energía en el modo 1, coincidiendo con el autor; el dispositivo procede a disminuir su periodo en este rango

para luego estabilizar la estructura al mínimo valor posible encontrado en los últimos modos de vibración. Mientras que, el modelo convencional presenta menor periodo inicial, manteniendo casi el mismo nivel durante el evento sísmico, lo cual simboliza mayor riesgo durante la primera y más peligrosa fase del sismo ya que transfiere inmediatamente la energía del sismo proveniente de la infraestructura, afectando directamente la superestructura. Otra manera de identificar el comportamiento del aislador, es comparando los desplazamientos tomados en un punto aleatorio entre el apoyo y el tablero, identificando consigo que en los primeros modos el aislador actúa recibiendo la principal parte de la energía proveniente del sismo para luego estabilizar la estructura según la línea de color rojo, mientras que el modelo sin control sísmico, no tiene la capacidad de absorber, sino al contrario resulta afectado justo en los primeros modos según línea amarilla, identificando claramente su baja capacidad de respuesta ante eventualidades que generen inseguridad para la estructura, primordialmente los usuarios. Confirmando así la ventaja de usar aisladores sísmicos, en este caso un neopreno común con núcleo de plomo.

V. CONCLUSIONES

Es incuestionable el efecto positivo que causa la implementación de aisladores sísmicos al disipar energía al modelo de puente vehicular, pues si bien es cierto por medio del análisis se identificó reducción los desplazamientos, obteniendo una estructura más estable durante la simulación por medio del Software, para el Distrito de Chaclacayo. Logrando así, confirmar que la implementación de aisladores sísmicos influye de forma positiva en la estructura del Puente Ñaña.

Se ha llegado a concluir que los aisladores elastómeros con núcleo de plomo a diferencia de las de bajo amortiguamiento y la de fricción, tiene una cualidad adicional, tiene la capacidad de disipar energía y le brinda una rigidez inicial un poco más alta respecto a los anteriores, disminuyendo los desplazamientos para pequeños, medianos y grandes sismos y fuerzas de viento que actúen sobre la estructura.

El comportamiento dinámico que ejerce el sistema de análisis que es el puente Ñaña se maneja mediante el software SAP 2000, indicando 12 modos de vibración y además las oscilaciones en sus tres direcciones resaltando disminución de los desplazamiento y modos de vibración mediante cálculos dinámicos. También agregar la reducción en base a la disipación de energía de forma porcentual como se puede apreciar en la tabla 22, mientras va avanzando el periodo la frecuencia se va incrementando hasta llegar a un punto de quiebre y empezar a disminuir las frecuencias se han combinado acorde con los estados de diseño, servicio, resistencia y evento extremo.

De forma mecánica el uso de estos dispositivos disminuye considerablemente los tiempos entre una oscilación y otra tal como se identificó en la comparación de periodos pues en el modo 1 del modelo con aislador, el periodo se incrementó casi en 35% a comparación del modelo convencional, obteniendo 0.9844 s-1 con aislador, mientras que el convencional presento un periodo de 0.6624 s-1 lo cual demuestra que al aumentar considerablemente en el modelo aislado, logra brindar condiciones de seguridad y estabilidad mayores comparadas al modelo convencional, teniendo en cuenta que la frecuencia disminuyo a medida que el periodo aumento.

VI. RECOMENDACIONES

Ya que se demostró algunas de las ventajas respecto a técnicas de control de respuesta sísmica, se recomienda realizar investigaciones en la interacción suelo - estructura implementando diversos sistemas de control tal como activos o pasivos, como Aisladores Sísmicos tipo Elastómeros de Núcleo de Plomo, además de considerar cambio de geometría en secciones de vigas, incluso indagar su comportamiento empleando esta diferente estructura ya sea de concreto.

La aislación sísmica de edificaciones en el Perú resulta beneficiosa en la mayoría de los casos, debido a que las frecuencias predominantes de los sismos son altas, lo que implica que estructuras con periodos altos, como es el caso de las estructuras con aislación, no amplifican las aceleraciones. No obstante, la frecuencia de vibración de los suelos debe tenerse en cuenta, por lo que los suelos del tipo S3, por lo general con frecuencias bajas de amplificación, resultan indeseables.

Es muy importante realizar los estudios preliminares de estos proyectos, para poder de alguna manera tener mayor noción de la realidad, como el estado geotécnico, geológico, sísmico, etc. Con el fin de poder abarcar mayor información del lugar y proyectar algún tipo de sistema de reducción o disipador de energía dinámica como el que se presenta en el presente trabajo de investigación, recordemos que nuestro país se encuentra en un lugar altamente sísmico por lo que la necesidad de diseñar estructuras que resistan estos fenómenos naturales deben ser preventivas al menos para salvaguardar vidas, reducir daños al mismo y soportar grandes cargas.

Es recomendable realizar los diseños, análisis y modelamientos con programas referidos al tema, en este caso el programa SAP 2000 el cual ayudo a interpretar a mayor escala el proceso general de simulación y modelamiento; todo esto basado en las normas nacionales NTP y del RNE.

Además, es importante resaltar la necesidad de promover la búsqueda e investigación de metodologías que permitan crear retos para los diseñadores estructurales, no solo abarcar los métodos convencionales, pues si bien es cierto, en cuanto exista mayor desarrollo, se podrán brindar estructuras con mayor nivel de seguridad y confiabilidad de modo, que a la hora de ocurrir un evento sísmico, esta se comporte de manera aceptable, siendo capaz de absorber y disipar la energía en este caso, al plantear un método alternativo de control sísmico durante un tiempo considerable.

REFERENCIAS

AASHTO, Guide Specification for Seismic Isolation Design. 1999. AASHTO Guide Specification for Seismic Isolation Design. 1999.

AGUIAR, Roberto, y otros. 2014. Análisis Sísmico de una Estructura con Aisladores FPS de Primera y Segunda Generación y Elastoméricos con Núcleo de Plomo. Ecuador : Revista Internacional de Ingeniería de Estructura, 2014. Vol. IX.

ARRELLANO, Eduardo. 2015. Análisis de Diseño y Comparación Estructural y Económica de Puentes en Concreto presforzado con Sistemas de Aislamiento. Lima : Universidad Peruana de Ciencia Aplicadas (UPC), 2015.

ASOCIACIÓN DE ACADEMIAS DE LA LENGUA ESPAÑOLA, RAE. 2014. Diccionario de la Lengua Española Española. [En línea] 21 de Octubre de 2014. [Citado el: 10 de Octubre de 2017.] <http://dle.rae.es/?id=DgIqVCc>.

BELDA, E. 2011. Acerca de Nosotros: Gestión Técnica del Tráfico. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO I. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO DE TRÁFICO, VARIACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN. INTENSIDAD DE TRÁFICO. DEFINICIÓN. DENSIDAD DE TRÁFICO. [En línea] 2011. [Citado el: 3 de 10 de 2017.] <https://es.scribd.com/document/251686543/Tema-19-Gestion-Tecnica-Trafico>.

BERROCAL J., Deza E. y Shikiya J. 1975. Estudio de Sismicidad para el Proyecto de Derivación del Río Mantaro a Lima. Lima : Informe del Instituto Geofísico del Perú a ELECTROPERU S.A. , 1975.

CARLESSI, Huelgo. 1998. Metodología y Diseño en la Investigación Científica. Lima : Mantaro, 1998.

CASCÓN, R, GÓMEZ, B y ALARCÓN, E. 2012. Optimización del acondicionamiento sísmico en puentes. Madrid : s.n., 2012.

Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. QUINTERO, Julián. 2017. 40, Bogota - Colombia : Ambiente y Desarrollo, 2017, Vol. XXI. ISSN: 0121-7607.

DEZA, C. y CARBONELL, E. 1978. Regionalización Sismotectónica Preliminar del Perú, IV. Lima : s.n., 1978.

- DURAN, Fredy. 2017. Diseño Sísmico de Puentes con Aisladores y Con Disipadores De Energía. Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, 2017.
- EGG, Ander. 1971. Metodos y Tecnicas de la Investigacion Social. III. Argentina : Magisterio del Rios de la Plata, 1971. ISBN: 9789870003946.
- GARCIA, Luis. 2017. Lima es la Ciudad más Vulnerable Frente a Sismos Según Lloyd´S. El Comercio. 15 de Agosto de 2017, págs. 1-2.
- GARCÍA, Thayra. 2014. Capacidad y Niveles de Servicio en Vias Rurales y Urbanas. LinkedIn Corporation © . [En línea] 20 de 11 de 2014. [Citado el: 4 de Septiembre de 2017.] <https://es.slideshare.net/thayragarcia/capacidad-y-niveles-de-servicio>.
- GIESECKE, Alberto y Enrique Silgado. 1981. Terremotos en el Perú. Lima : Ediciones Rikchay Perú, 1981.
- JARA, M y Casas, J. 2012. Criterios de Diseño de Puentes con Aisladores y Disipadores de Energía. Mexico : A.H Barbat, 2012. ISBN 84-95999-02-1.
- LIPMAN, Matthew y Sharp, Margaret. 1990. Investigación Social. Madrid : Edición de la Torre, 1990. ISBN: 84-86587-84-0.
- Manual de Carreteras. BLÁZQUEZ, Luis. 2000. España : Universidad de Alicante, 2000, Vol. I.
- MARRADI, Alberto, Archenti, Nélica y Piovani, Juan. 2007. Metodología de las Ciencias Sociales. Buenos Aires : Emecé Editores, 2007. ISBN 978-950-04-2868-2.
- MEJIA, Elias. 2005. Metodologia de la Investigación Científica. Lima : UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN MARCOS, 2005. ISBN: 9972-46-285-4.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, MTC. 2011. Oficina General de Planeamiento y Presupuesto. Lima : s.n., 2011.
- ÑAUPAS, Humberto. 2014. Metodologia de la Investigación. Perú : Ediciones de la U, 2014. SBN: 9789587623598.
- ORTIZ, Pither. 2013. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO VIBRATORIO DE PUENTES. Lima : UNI –FIC, 2013.

OSEDA, Dulio. 2011. Confiabilidad y Validez de Instrumentos de investigación. s.l. : DOSEDAG CONSULTORIA INTEGRAL S.R.L, 2011.

PALELLA Stracuzzi, Santa y Martins Pestana, Feliberto. 2012. Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas : FEDUPEL, 2012. ISBN: 980-273-445-4.

PEÑA, Alejandro. 2011. Glosario de Ingenieria Sismica. Lima : Instituto Universitario Politecnico - Santiago Mariño, 2011.

RICO, Leocadio y CHIO , GUSTAVO. 2012. Uso de Aisladores de Base en Puentes de Concreto Simple Apoyados. Bucaramanga, Colombia : Universidad Industrial de Santander, 28 de Agosto de 2012. ISSN 0123-921X.

ROJAS, Raúl. 2007. Guía para realizar INVESTIGACIONES SOCIALES. México : Plaza y Valdés, S. L, 2007. ISBN: 968-856-262-5.

SAMPIERI, Roberto, Fernández , Carlos y Baptista, Pilar. 1994. Metodologia de la Investigación. 4º Edición. Mexico : McGraw-Hill, 1994. ISBN: 970-10-5753-8.

SOTO, Roberto. 2007. Proposición De Norma Para El Diseño De Puentes Con Aisladores. Santiago - Chile : Universidad De Chile Facultad De Ciencias Fisicas Y Matematicas Departamento De Ingenieria Civil, 2007.

STUARDI, José, Massa , Julio y Brewer , Alejandro . 2005. EFICIENCIA DE SISTEMAS DE AISLAMIENTO SÍSMICO BASADOS. Argentina : A.Larreteguy, 2005.

TAMAYO, Mario. 1997. El proceso de la investigación científica. Cuarta. Mexico : Limusa S.A, 1997.

VALDERRAMA, Santiago. 2013. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica (Cuantitativa, Cualitativa y Mixta). Lima : San Marcos E.I.R.L, 2013. ISBN: 978-612-302-878-7.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia

Título: Implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017

Autor: CORNELIO CHACON, Luz Magaly

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Problema general</p> <p>-¿Cómo influye la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña Distrito de Chaclacayo en el 2017?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>- Analizar la influencia de la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>-La implementación de aisladores sísmicos influye significativamente en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.</p>	<p>V₁ . Aisladores sísmicos</p>	<p>Tipo de aislador sísmico:</p>	<p>I₁ : Aislador con núcleo de plomo</p> <p>I₂ : Aislador de bajo amortiguamiento</p> <p>I₃ : Aisladores Alto amortiguamiento</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>- ¿Cómo actúan los aisladores sísmicos con núcleo de plomo en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña Distrito de Chaclacayo en el 2017?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>- Evaluar cómo actúan los aisladores sísmicos con núcleo de plomo en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña Distrito de Chaclacayo en el 2017.</p>	<p>Hipótesis específica</p> <p>-La implementación de aisladores sísmicos con núcleo de plomo influyen significativamente en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña Distrito de Chaclacayo en el 2017.</p>			
<p>- ¿Cuál es el comportamiento dinámico de las estructuras con la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017 con comparación a uno convencional</p>	<p>- Calcular el comportamiento dinámico de las estructuras con implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017 con comparación a uno convencional</p>	<p>-El comportamiento dinámico de las estructuras se reduce significativamente con la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017. con comparación a uno convencional</p>	<p>V₂ . Vías de alto tránsito</p>	<p>MDA(intensidad media diaria anual)</p>	<p>I₁ : Intensidad</p> <p>I₂ : Fluctuaciones de la Intensidad</p> <p>I₃ : Densidad de Trafico</p>
<p>¿En qué magnitud disipa la energía sísmica con la implementación de aisladores sísmicos en vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017?</p>	<p>- Determinar la magnitud que disipa la energía sísmica con la implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.</p>	<p>- La implementación de aisladores disipan energía sísmica significativamente en puentes de vías de alto tránsito, puente Ñaña. Distrito de Chaclacayo en el 2017.</p>		<p>Tipo de vehículo</p>	<p>I₁ : Motocicleta</p> <p>I₂ : Ligeros</p> <p>I₃ : Pesados</p>
				<p>Nivel de servicio – calidad de flujo vehicular</p>	<p>I₁ : Nivel de servicio "B"</p> <p>I₂ : Nivel de servicio "D"</p> <p>I₃ : Nivel de servicio "F"</p>

ANEXO 2: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Título: "IMPLEMENTACION DE AISLADORES SISMICOS EN Puentes DE VIAS DE ALTO TRANSITO, PUENTE ÑAÑA. DISTRITO DE CHACLACAYO EN EL 2017".

Autor: CORNELIO CHACON, Luz Magaly

Experto A

I Aspectos Generales:												1
<p>UBICACIÓN GEOGRÁFICA Altitud: 676 msnm Latitud Sur: 11°58'42" Longitud Oeste: 76°45'51" Clima: a temperatura media anual es de: 18.4 ° C Población: Total: 39 686 hab Densidad: 1 0 028 hab/km²</p>   <p>Obra Puente Ñaña y Accesos</p>												
II Tipos de Aisladores Sísmicos												1
a). Aislador Elastomérico Bajo Amortiguamiento				b). Aislador Elastomérico con núcleo de plomo Alto amortiguamiento				c). Aislador de Fricción Alto amortiguamiento				
III Características de los Aisladores Sísmicos												1
Amortiguamiento (%)				Desplazamiento (cm)				Rigidez				
								Estabilidad para los primeros ciclos de carga				
Descripción	10-15	25-30	30 - +		SI	NO	Descripción	1°	2°	3°		
Aislador "b"				Aislador "b"			Aislador "b"					
IV Factores Mecánicos de los Aisladores Sísmicos												1
Temperatura (°C)				Envejecimiento		Ablandamiento por deformación						
Descripción	Agentes Atmosf.		Sensibilidad	Afecta a la Rigidez y Resistencia		La deformación afecta a las dos direcciones "X"; "Y"						
Aislador "b"	A	B	EX	>	<	SI	NO	SI	NO			
v El IMDA en Vías de Alto Transito (vehículos)												1
Intensidad de transito				Fluctuación		Densidad de trafico						
IMD: n°/365 días				Ciclo Anual		Definición		SI	NO			
Intensidad Hora Punta				Ciclo Semanal		Aceptable						
IV Tipo de Vehículos en Vías de Alto Transito												1
Tipos				Pesados		Vehículos Ligeros		Motocicletas/otros				
Grado de motorización (%)				%		%		%				
VI Nivel de Servicio en Vías de Alto Transito												0
Descripción				B (Estable)		D (Inestable)		F (Forzada)				
Apellidos y Nombres:												
DNI / CIP: 41184086 / 197771												
Email/ N° celular: 989009239												

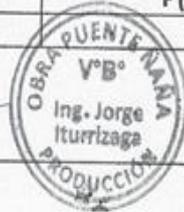
JAITURRIZAGA Gimcot.com.pe

NOTA:

0 = No Valido
1 = Valido

MENBRETE:

> = Mayor ; A = Aceptable
< = Menor ; B = Buena ; Ex = Excelente



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS												
Título: "IMPLEMENTACION DE AISLADORES SISMICOS EN PUENTES DE VIAS DE ALTO TRANSITO, PUENTE ÑAÑA. DISTRITO DE CHACLACAYO EN EL 2017".												
Autor: CORNELIO CHACON, Luz Magaly										Experto B		
I	Aspectos Generales:											
	UBICACIÓN GEOGRÁFICA Altitud: 676 msnm Latitud Sur: 11°58'42" Longitud Oeste: 76°45'51" Clima: a temperatura media anual es de: 18.4 ° C Población: Total: 39 686 hab Densidad: 1 0 028 hab/km ²									1		
II	Tipos de Aisladores Sísmicos											1
a). Aislador Elastomérico Bajo Amortiguamiento			b). Aislador Elastomérico con núcleo de plomo Alto amortiguamiento			c). Aislador de Fricción Alto amortiguamiento						
III	Características de los Aisladores Sísmicos											1
Amortiguamiento (%)			Desplazamiento (cm)				Rigidez					
							Estabilidad para los primeros ciclos de carga					
Descripción	10-15	25-30	30 - +	SI	NO	Descripción	1°	2°	3°			
Aislador "b"				Aislador "b"		Aislador "b"						
IV	Factores Mecánicos de los Aisladores Sísmicos											1
Temperatura (°C)			Envejecimiento			Ablandamiento por deformación						
Descripción			Sensibilidad			La deformación afecta a las dos direcciones "X"; "Y"						
Agentes Atmosf.			ad			Afecta a la Rigidez y Resistencia						
Aislador "b"			A	B	EX	>	<	SI	NO	SI	NO	
v	El IMDA en Vías de Alto Transito (vehículos)											1
Intensidad de transito			Fluctuación			Densidad de trafico						
IMD: n°/365 días			Ciclo Anual			Definición		SI	NO			
Intensidad Hora Punta			Ciclo Semanal			Aceptable						
IV	Tipo de Vehículos en Vías de Alto Transito											1
Tipos			Pesados			Vehículos Ligeros			Motocicletas/otros			
Grado de motorización (%)			%			%			%			
VI	Nivel de Servicio en Vías de Alto Transito											0
Descripción			B (Estable)			D (Inestable)			F (Forzada)			
Apellidos y Nombres: PONCE FILIOS												
DNI/CIP: 09500891 / 107402												
Email/ N° celular: jponce@ucv.edu.pe												

JOSÉ LUIS
 PONCE FILIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 107402

NOTA:
 0 = No Valido
 1 = Valido

MENBRETE:
 > = Mayor ; A = Aceptable
 < = Menor ; B = Buena ; Ex = Excelente

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Título: "IMPLEMENTACION DE AISLADORES SISMICOS EN PUENTES DE VIAS DE ALTO TRANSITO, PUENTE ÑAÑA. DISTRITO DE CHACLACAYO EN EL 2017".

Autor: CORNELIO CHACON, Luz Magaly

Experto C

<p>I Aspectos Generales:</p> <p>UBICACIÓN GEOGRÁFICA Altitud: 676 msnm Latitud Sur: 11°58'42" Longitud Oeste: 76°45'51"</p> <p>Clima: a temperatura media anual es de: 18.4 ° C</p> <p>Población: Total: 39 686 hab Densidad: 1 0 028 hab/km²</p>																		<p>Obra Puente Ñaña y Accesos</p>			<p>1</p>																					
<p>II Tipos de Aisladores Sísmicos</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="4">a). Aislador Elastomérico Bajo Amortiguamiento</td> <td colspan="4">b). Aislador Elastomérico con núcleo de plomo Alto amortiguamiento</td> <td colspan="4">c). Aislador de Fricción Alto amortiguamiento</td> </tr> </table>												a). Aislador Elastomérico Bajo Amortiguamiento				b). Aislador Elastomérico con núcleo de plomo Alto amortiguamiento				c). Aislador de Fricción Alto amortiguamiento				<p>1</p>																		
a). Aislador Elastomérico Bajo Amortiguamiento				b). Aislador Elastomérico con núcleo de plomo Alto amortiguamiento				c). Aislador de Fricción Alto amortiguamiento																																		
<p>III Características de los Aisladores Sísmicos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Descripción</th> <th colspan="3">Amortiguamiento (%)</th> <th colspan="3">Desplazamiento (cm)</th> <th colspan="3">Rigidez</th> </tr> <tr> <th>10-15</th> <th>25-30</th> <th>30 - +</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Descripción</th> <th>1°</th> <th>2°</th> <th>3°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aislador "b"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Aislador "b"</td> <td></td> <td></td> <td>Aislador "b"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												Descripción	Amortiguamiento (%)			Desplazamiento (cm)			Rigidez			10-15	25-30	30 - +	SI	NO	Descripción	1°	2°	3°	Aislador "b"				Aislador "b"			Aislador "b"				<p>1</p>
Descripción	Amortiguamiento (%)			Desplazamiento (cm)			Rigidez																																			
	10-15	25-30	30 - +	SI	NO	Descripción	1°	2°	3°																																	
Aislador "b"				Aislador "b"			Aislador "b"																																			
<p>IV Factores Mecánicos de los Aisladores Sísmicos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Descripción</th> <th colspan="3">Temperatura (°c)</th> <th colspan="2">Envejecimiento</th> <th colspan="3">Ablandamiento por deformación</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Agentes Atmosf.</th> <th>Sensibilidad</th> <th colspan="2">Afecta a la Rigidez y Resistencia</th> <th colspan="3">La deformación afecta a las dos direcciones "X"; "Y"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aislador "b"</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>EX</td> <td>></td> <td><</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </tbody> </table>												Descripción	Temperatura (°c)			Envejecimiento		Ablandamiento por deformación			Agentes Atmosf.		Sensibilidad	Afecta a la Rigidez y Resistencia		La deformación afecta a las dos direcciones "X"; "Y"			Aislador "b"	A	B	EX	>	<	SI	NO	SI	NO	<p>0</p>			
Descripción	Temperatura (°c)			Envejecimiento		Ablandamiento por deformación																																				
	Agentes Atmosf.		Sensibilidad	Afecta a la Rigidez y Resistencia		La deformación afecta a las dos direcciones "X"; "Y"																																				
Aislador "b"	A	B	EX	>	<	SI	NO	SI	NO																																	
<p>v El IMDA en Vías de Alto Transito (vehículos)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Intensidad de transito</th> <th colspan="2">Fluctuación</th> <th colspan="3">Densidad de trafico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IMD: n°/365 días</td> <td></td> <td>Ciclo Anual</td> <td></td> <td>Definición</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Intensidad Hora Punta</td> <td></td> <td>Ciclo Semanal</td> <td></td> <td>Aceptable</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												Intensidad de transito		Fluctuación		Densidad de trafico			IMD: n°/365 días		Ciclo Anual		Definición	SI	NO	Intensidad Hora Punta		Ciclo Semanal		Aceptable			<p>1</p>									
Intensidad de transito		Fluctuación		Densidad de trafico																																						
IMD: n°/365 días		Ciclo Anual		Definición	SI	NO																																				
Intensidad Hora Punta		Ciclo Semanal		Aceptable																																						
<p>IV Tipo de Vehículos en Vías de Alto Transito</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tipos</th> <th>Pesados</th> <th colspan="2">Vehículos Ligeros</th> <th colspan="2">Motocicletas/otros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Grado de motorización (%)</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>												Tipos		Pesados	Vehículos Ligeros		Motocicletas/otros		Grado de motorización (%)		%	%	%	%	%	<p>1</p>																
Tipos		Pesados	Vehículos Ligeros		Motocicletas/otros																																					
Grado de motorización (%)		%	%	%	%	%																																				
<p>VI Nivel de Servicio en Vías de Alto Transito</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>B (Estable)</th> <th>D (Inestable)</th> <th>F (Forzada)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												Descripción	B (Estable)	D (Inestable)	F (Forzada)					<p>1</p>																						
Descripción	B (Estable)	D (Inestable)	F (Forzada)																																							
<p>Apellidos y Nombres:</p>				<p>INCOT S.A.C. CONTRATISTAS GENERALES OBRA: PUENTE ÑAÑA</p>																																						
<p>DNI / CIP: 09375547-6266</p>				<p>Ing. Jorge Moscoso Gomez</p>																																						
<p>Email/ N° celular: 989009231</p>				<p>RESIDENTE DE OBRA</p>																																						

NOTA:
 0 = No Valido
 1 = Valido

MENBRETE:
 > = Mayor ; A = Aceptable
 < = Menor ; B = Buena ; Ex = Excelente

ANEXO 3: ESTRATIGRAFÍAS

a) Registro estratigráfico estribo izquierdo

PERFORACION DEL ESTRIBO IZQUIERDO

PUENTE ÑAÑA

PROFUNDIDAD	PERFORADO	RECUPERACION	N° DE CAJAS	ESTRATIGRAFIA
0.00 a 0.60	0.60	0.45	1	Suelo arenoso, con pequeños elementos de grava, seco medianamente Compacto
0.60 a 1.20	0.45	0.45		Suelo arenoso, con pequeños elementos de grava, seco medianamente Compacto
1.20 a 1.80	0.60	0.40		Grava conglomeratica con presencia de boloneria, matriz arenosa
1.80 a 2.80	0.50	0.50		Boloneria, constituyente de un enrocado como defensa rivereña presencia de e grava en un 20% aristas de subangulosas a subredondeados
2.80a 2.95	0.65	0.65		Boloneria, constituyente de un enrocado como defensa rivereña presencia de e grava en un 20% aristas de subangulosas a subredondeados
2.95 a 3.45	0.50	0.30		Boloneria, constituyente de un enrocado como defensa rivereña presencia de e grava en un 20% aristas de subangulosas a subredondeados
3.45 a 4.05	0.60	0.45		Boloneria, constituyente de un enrocado como defensa rivereña presencia de e grava en un 20% aristas de subangulosas a subredondeados
4.05 a 4.55	0.50	0.50		Boloneria, constituyente de un enrocado como defensa rivereña presencia de e grava en un 20% aristas de subangulosas a subredondeados
4.55 a 5.15	0.60	0.45	2	Boloneria, constituyente de un enrocado como defensa rivereña presencia de e grava en un 20% aristas de subangulosas a subredondeados
5.15 a 6.05	0.90	0.90		Concreto
6.05 a 6.65	0.60	0.50		Concreto
6.65 a 7.15	0.80	0.40		Boloneria
7.15 a 7.95	0.80	0.60		Grava con matriz arenosa en un 20 a 25%, elementos de 1 a 2 pulgadas Entre 15 a 20%, y menores a 1 pulgada 30 %
7.95 a 8.95	0.60	0.60		Boloneria en 25 a 30%, mezclado con conglomerado y grava 30% aprox. Matriz arenosa, aristas de subangulosas a subredondeadas.
8.95 a 9.45	0.50	0.30		Boloneria con grava en matiz arenosa, 40% de boloneria, aprox
9.45 a 10.25	0.80	0.50		Boloneria con grava, aristas de sus elementos subangulosas a

				Subredondeadas., 45% de boloneria, 30 a 35% d grava 20% de arena aprox,
10.25 a 11.25	1.00	0.70	3	grava con aristas de subangulosas a subredondeadas, elementos menores A 2 pulgadas 40% aprox.
11.25 a 12.05	0.80	0.60		grava con aristas de subangulosas a subredondeadas, elementos menores A 2 pulgadas 40% aprox.
12-05 a 12.90	0.80	0.50		Boloneria con grava, de 35 a 40 % de boloneria, y grava 20%.
12.90 a 13.70	0.80	0.60		Boloneria con grava, en matriz arenosa, 60% de boloneria, aristas de Subangulosas a subredondeadas.
13.70 a 14.50	0.80	0.50		Grava conglomeratica, con elementos de 1 a 2 pulgadas, 25 a 30 %, Mayores a 2 pulgadas, 20% aprox.
14.50 a 15.00	0.80	0.40		Boloneria con grava, en matriz arenosa; boloneria 80%, aprox.
15.00 a 15.70	0.70	0.40		4
15.70a 16.40	0.70	0.50	Boloneria con grava; 40 a 50% de boloneria, 30 a 35% grava.	
16.40 a 17.10	0.70	0.40	Boloneria con grava, aristas de sus elementos de subangulosas a Subredondeados.	
17.10a17.60	0.50	0.30	4	Grava conglomeratica, elementos menores a 1 pulgada, 40%, mayores a 2 pulgadas, 20% aprox.
17.60 a 18.60	1.00	0.65		Boloneria con conglomerado y grava, aristas de subangulosas a Subredondeadas, boloneria 55%, grava 20 a 30%.
18.60 a 19.30	0.70	0.50		Boloneria, con elementos mayores a 1 pulgada, 40%, boloneria de 20 a 35%, aristas de sus elementos, de subangulosas a subredondeadas
19.30 a 20.00	0.70	0.60		Boloneria con grava, aristas de subangulosas a subredondeadas, boloneria 60%, 25% grava
20.00 a 20.50	0.50	0.30		Grava con conglomerado, aristas de subangulosas a subredondeadas, Elementos menores a 1 pulgada, 25ª 30%, y mayores a 2 pulgada, 20 a 25%
20.50 a 21.30	0.80	0.60		Grava con conglomerado, aristas de subangulosas a subredondeadas, Elementos menores a 1 pulgada, 25ª 30%, y mayores a 2 pulgada, 20 a 25%
21.30 a 21.80	0.50	0.30		Grava con conglomerado, aristas de subangulosas a subredondeadas, Elementos menores a 1 pulgada, 25ª 30%, y mayores a 2 pulgada, 20 a 25%

21.80 a 22.50	0.70	0.50	5	Grava con conglomerado, aristas de subangulosas a subredondeadas, Elementos menores a 1 pulgada, 25ª 30%, y mayores a 2 pulgada, 20 a 25%
22.50a 23.20	0.70	0.50		Grava con boloneria aristas subredondeadas, Elementos mayores a 2 pulg. 25 a 30%, Boloneria 20%
23.20 a 24.00	0.80	0.50		Boloneria con grava, aristas de subangulosas a subredondeadas, Boloneria 25 %, grava 40 a 50%
24.00 a 24.80	0.80	0.60		Boloneria con grava, aristas de subangulosas a subredondeadas, Boloneria 25 %, grava 40 a 50%
24.80 a 25.60	0.80	0.60		Boloneria con conglomerado y grava, boloneria 30%, conglomerado 15%, Grava 40%,
25.60 a 26.40	0.80	0.80	6	Boloneria con conglomerado y grava, boloneria 30%, conglomerado 15%, Grava 40%,
26.40 a 27.20	0.80	0.60		Boloneria con grava, aristas de subredondeadas a subangulosas, 30% de Boloneria, 40 a 50% de grava,
27.20 a 28.00	0.80	0.80		Boloneria con grava, aristas de subangulosas a subredondeadas, de 25 a 30% De boloneria, 40% de grava

PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DEL PUENTE ÑAÑA"

UBICACION : LIMA	LOCALIZACION : PUENTE ÑAÑA	MAQUINA PERFORADORA : LONGYEAR - 3R
COORDENADAS UTM E: 8674407	ESTRIBO : DERECHO	SUPERVISADO POR : CPS DE INGENIERIA
N: 301815	DRILL HOLE : P-02	REGISTRADO POR : GEOPERS S.R.L
COTA DE BOCA (m.s.n.m.) : 566	NIVEL FREATICO FINAL (m) : 4.52	DIBUJADO POR : EDGAR QUISPE N
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m) : 25.00	FECHA DE INICIO : 22 - 10 - 2014	PERFORISTA : CARLOS PARIONA
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m) : 28.00	FECHA DE FINALIZACION : 31 - 10 - 2014	

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO		RETORNO AGUA PERFORACION	N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRIDA (m)	DESCRIPCION VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO (1) Estimar el % de los tamaños [Boleos (>25cm), Grava (0.2 a 25cm), Arena (1/16 a 2 mm), Finos (<1/16 mm)] utilizando los términos siguientes: Traza (< 5%), Muy poco (5-10%), Poco (15-25%), Algunos cuantos (30-45%), Muchos (>50%). (2) Angularidad Y Forma de la grava y boleos (3) Tipo de roca original (4) Compacidad ó Consistencia. (5) Plasticidad de los finos. (6) Color del suelo en condiciones húmedas. (7) Reaccion al ácido clorhídrico.	PERFIL GEOLOGICO	SUCS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	RECUPERACION (%)	Cono Peck	PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO							
	PERFORACION	REVESTIMIENTO DE PERFORACION									COLOR	PERDIDA %	CPT					
													N° de golpes	N° de golpes	Friccion Lateral fs (kg/cm²)	Resistencia de Friccion Rf (%)		
5.00	HQ	HW	Gris claro	CAJA-01 - CAJA-02	0.50	5.00 m. - 5.50 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, de origen volcánico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 20%, 2" = 40%, 4" = 30%, matriz arenosa de grano medio a grueso 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
6.00	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	5.50 m. - 6.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 20%, 2" = 30%, 3" = 30%, matriz arenosa de grano medio a grueso 20%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
6.50	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	6.00 m. - 6.50 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 50%, 2" = 30%, matriz arenosa de grano medio a grueso 20%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
7.00	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	6.50 m. - 7.00 m. : Bolonería 7 1/2" = 40%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 1" = 30%, 2" = 20%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa media a grueso 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
7.50	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	7.00 m. - 7.50 m. : Bolonería 5" = 30%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 1" = 40%, 3" = 10%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa media a grueso 20%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
8.00	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	7.50 m. - 8.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 30%, 2" = 30%, 3" = 20%, 4" = 10%, matriz arenosa de grano medio a grueso 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
8.50	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	8.00 m. - 8.50 m. : Bolonería 9" = 60%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 2" = 10%, 4" = 20%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa media a grueso 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
9.00	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	8.50 m. - 9.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 40%, 2" = 30%, 2 1/2" = 10%, matriz arenosa de grano medio a grueso 20%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
9.50	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	9.00 m. - 9.50 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1 1/2" = 50%, 2" = 30%, matriz arenosa de grano medio a grueso 20%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											
10.00	HQ	HW	Gris claro	CAJA - 02	0.50	9.50 m. - 10.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 30%, 2" = 20%, 3" = 40%, matriz arenosa de grano medio a grueso 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP											

LEYENDA

PRESENTOS VALORES TÍPICOS DE LOS SUELOS (Verde autoren)

GRAVA	Angulo de fricción (°)	Densidad seca (g/cm³)	ARENA		Consistencia	LIMOS Y/O ARCILLAS	
			Compacidad Dr (%)	Angulo de fricción (°)		ω (%)	Angulo de fricción Interno (°)
15-30	30-32	1.83-1.87	May. ω (%)	< 20	< 4	< 0.25	0-1
30-40	30-36	1.81-1.88	Medio (%)	20-40	4-10	0.25-0.5	2-4
40-50	30-40	1.81-1.88	Medio (%)	40-60	10-24	0.5-1.0	5-8
50-75	30-40	2.04-2.21	Medio (%)	60-80	25-50	1.0-2.0	9-15
40-42	22-24	2.02-2.24	May. ω (%)	> 40	> 20	2.0-4.0	16-30
			Medio ω (%)	> 20	> 10	> 4	31-40
			Menor ω (%)	> 10	> 0	> 2	> 40

NC : Normalmente consolidados. SRC : Sobreconsolidados.

PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DEL PUENTE ÑAÑA"

UBICACION	: LIMA	LOCALIZACION	: PUENTE ÑAÑA	MAQUINA PERFORADORA	: LONGYEAR - 38
COORDENADAS UTM	E: 8674407 N: 301815	ESTRIBO	: DERECHO	SUPERVISADO POR	: CPS DE INGENIERIA
COTA DE BOCA (m.s.n.m.)	: 566	DRILL HOLE	: P-02	REGISTRADO POR	: GEOPERSIS S.R.L
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m)	: 25.00	NIVEL FREATICO FINAL (m)	: 4.52	DIBUJADO POR	: EDGAR QUIJSE P N
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)	: 28.00	FECHA DE INICIO	: 22 - 10 - 2014	PERFORISTA	: CARLOS PARIANA
		FECHA DE FINALIZACION	: 31 - 10 - 2014		

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO PERFORACION	RETOURNO AGUA PERFORACION	REVESTIMIENTO DE PERFORACION	COLOR	PERDIDA %	N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRIDA (m)	DESCRIPCION VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO (1) Estimar el % de los tamaños [Boleos (>25cm), Grava (0.2 a 25cm), Arena (1/16 a 2 mm), Finos (<1/16 mm)] utilizando los términos siguientes: Traza (< 5%), Muy poco (5-10%), Poco (15-25%), Algunos cuantos (30-45%), Muchos (>50%). (2) Angularidad Y Forma de la grava y boleos (3) Tipo de roca original (4) Compacidad ó Consistencia. (5) Plasticidad de los finos. (6) Color del suelo en condiciones húmedas. (7) Reaccion al ácido clorhídrico.	PERFIL GEOLOGICO	SUCS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	RECUPERACION (%)	PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO							
												CPT	N° de golpes	Friccion Lateral fs (kg/cm²)	Relacion de Friccion Rf(%)	CPT			
																N° de golpes	Friccion Lateral fs (kg/cm²)	Relacion de Friccion Rf(%)	
10.00	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	10.00 m. - 10.50 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 1° = 10%, 2° = 40%, 2 1/2° = 30%, matriz arenosa de grano medio a grueso 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
10.50	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	10.50 m. - 11.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 1 1/2° = 20%, 2° = 40%, 2 1/2° = 10%, 3 1/2° = 20%, matriz arenosa de grano medio a grueso 20%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
11.00	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	11.00 m. - 11.50 m. : Bolonería 5° = 30% y 6° = 40%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 4° = 20%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelto, matriz arenosa media a grueso 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
11.50	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	11.50 m. - 12.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 2° = 40%, 3° = 30%, 4° = 20%, matriz arenosa de grano medio a fino 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
12.00	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	12.00 m. - 12.50 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 1° = 30%, 2° = 30%, 3° = 10%, 4° = 20%, matriz arenosa de grano fino a medio 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
12.50	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	12.50 m. - 13.00 m. : Bolonería 5° = 30% y 6° = 40%, gravas de origen volcánico, heterométricos, con tamaños de: 4° = 20%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelto, matriz arenosa de grano fino a medio 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
13.00	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	13.00 m. - 13.50 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 1° = 10%, 2° = 30%, 3° = 20%, 4° = 30%, matriz arenosa de grano fino a medio 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
13.50	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	13.50 m. - 14.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 1° = 10%, 2° = 30%, 3° = 20%, 4° = 30%, matriz arenosa de grano fino a medio 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
14.00	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	14.00 m. - 14.50 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 1 1/2° = 50%, 2° = 20%, 4° = 20%, matriz arenosa de grano fino a medio 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										
14.50	HQ		Gris claro			CAJA-03	0.50	14.50 m. - 15.00 m. : Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelto , gravas con tamaños de: 1° = 10%, 2° = 30%, 2 1/2° = 20%, 3° = 30%, matriz arenosa de grano fino a medio 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP										

LEYENDA

COMPACTACION

GRANA	Angulo de friccion (°)	Densidad seca (g/cm³)	COMPACTACION	DR(X)	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	NEPT	CONSISTENCIA	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	NEPT
Muy mala (M)	<30	<1.85	Muy mala (M)	20-40	30-32	<4	Muy Mala (M)	<12	0-1
Mala (M)	30-35	1.85-2.05	Mala (M)	40-60	32-37	5-10	Mala (M)	12-18	2-4
Regular (R)	35-40	2.04-2.21	Regular (R)	60-80	38-39	11-24	Regular (R)	18-22	5-8
Muy buena (B)	40-45	2.22-2.24	Muy buena (B)	>80	>39	>25	Muy Buena (B)	>22	9-15

TIPO DE SUELOS (Véase sistema)

TIPO	DR(X)	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	NEPT	CONSISTENCIA	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	NEPT
Sueta (S)	15-30	30-32	<4	Muy Mala (M)	<12	0-1
Medio (M)	30-40	30-37	5-10	Mala (M)	12-18	2-4
Densa (D)	50-75	38-39	11-24	Regular (R)	18-22	5-8
Muy densa (D)	>75	40-45	>25	Muy Buena (B)	>22	9-15

FORMAS Y TAMAÑOS DE GRANA

Redondeado, Angular, Subredondeado, Subangular

REVESTIMIENTO (diagrama de perforación)

NIVEL FREATICO (línea horizontal)

% RECUPERACION (diagrama de recuperación)

NC : Normalmente consolidados. SRC : Sobreconsolidados.

PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DEL PUENTE ÑAÑA"

UBICACION	: LIMA	LOCALIZACION	: PUENTE ÑAÑA	MAQUINA PERFORADORA	: LONGYEAR - 38
COORDENADAS UTM	E: 8674407	ESTRIBO	: DERECHO	SUPERVISADO POR	: CPS DE INGENIERIA
	N: 301815	DRILL HOLE	: P-02	REGISTRADO POR	: GEOPERSIS S.R.L
COTA DE BOCA (m.s.n.m.)	: 586	NIVEL FREATICO FINAL (m)	: 4.52	DIBUJADO POR	: EDGAR QUISEPEN
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m)	: 25.00	FECHA DE INICIO	: 22-10-2014	PERFORISTA	: CARLOS PARIONA
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)	: 28.00	FECHA DE FINALIZACION	: 31-10-2014		

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO	RETORNO AGUA PERFORACION	N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRIDA (m)	DESCRIPCION VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO (1) Estimar el % de los tamaños [Boleos (>25cm), Grava (0.2 a 25cm), Arena (1/16 a 2 mm), Finos (<1/16 mm)] utilizando los términos siguientes: Traza (< 5%), Muy poco (5-10%), Poco (15-25%), Algunos cuantos (30-45%), Muchos (>50%). (2) Angularidad Y Forma de la grava y boleos (3) Tipo de roca original (4) Compacidad ó Consistencia. (5) Plasticidad de los finos. (6) Color del suelo en condiciones húmedas. (7) Reaccion al ácido clorhídrico.	PERFIL GEOLOGICO	SUICS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	RECUPERACION (%)	Cono Peck	PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO								
										N° de golpes	CPT							
											Friccion Lateral	Friccion	Adhesion de Friccion					
15.00	HQ		CAJA - 03	0.50	15.00 m. - 15.50 m. Boloneria 5° = 30% y 6° = 40%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 2" = 20%, 2 1/2" = 10%, sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
16.00	HQ		CAJA 03 - CAJA 04	0.50	15.50 m. - 16.00 m. Boloneria 6° = 40%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 1" = 10%, 2" = 20%, 3 1/2" = 20%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
17.00	HQ		CAJA - 04	0.50	16.00 m. - 16.50 m. Boloneria 8° = 50%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 4" = 40%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
18.00	HQ		CAJA - 04	0.50	16.50 m. - 17.00 m. Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 10%, 2" = 20%, 2 1/2" = 20%, 3" = 20%, 3 1/2" = 20%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
17.00	HQ		CAJA - 04	0.50	17.00 m. - 17.50 m. Boloneria 6° = 30% y 9° = 60%, de origen volcánico. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
18.00	HQ		CAJA - 04	0.50	17.50 m. - 18.00 m. Boloneria 6° = 40%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 1" = 10%, 2" = 20%, 2 1/2" = 10%, 3" = 10%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
18.50	HQ		CAJA - 04	0.55	18.00 m. - 18.55 m. Boloneria 7° = 30%, 8° = 50%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 2" = 10%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
19.00	NQ		CAJA - 04	0.45	18.55 m. - 19.00 m. Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 40%, 1 1/2" = 20%, 2 1/2" = 30%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
19.50	NQ		CAJA - 04	0.50	19.00 m. - 19.50 m. Boloneria 5° = 30%, gravas polimicticos, heterométricos, con tamaños de: 1" = 20%, 2" = 40%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelo, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												
20.00	NQ		CAJA - 04	0.50	19.50 m. - 20.00 m. Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimictico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelo, gravas con tamaños de: 1" = 30%, 1 1/2" = 40%, 2 1/2" = 20%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP												

LEYENDA

GRANA

Composición	D ₅₀	Angulo de fricción (°)
Sueta(S)	15-30	30-32
Medio(M)	30-50	30-38
Duro(D)	50-75	38-42
Muy duro(MD)	>75	42-48

ARENA

Composición	D ₅₀	Angulo de fricción (°)	Nept
Muy sueta(MS)	<30	<37	<A
Sueta(S)	30-40	37-32	5-10
Medio(M)	40-60	32-30	11-24
Duro(D)	60-80	30-30	25-50
Muy duro(MD)	>80	>30	>50

LIMOS Y/O ARCILLAS

Composición	Angulo de fricción Interno (°)	Nept
Muy blanda(MB)	<0.25	12-18
Blanda(B)	0.25-0.5	22-27
Medio(M)	0.5-1.0	5-8
Firme(F)	1.0-2.0	9-15
Muy firme(MF)	2.0-4.0	18-30
Muy dura(MD)	>4	31-40
Muy dura(MD)	>32	>80

PRELIMINARES VALORES TÍPICOS DE LOS SUELOS (Varios autores)

REVESTIMIENTO **NIVEL FREATICO**

% RECUPERACION

NC : Normalmente consolidados. SRC : Sobreconsolidados.

PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DEL PUENTE ÑAÑA"

UBICACION	: LIMA	LOCALIZACION	: PUENTE ÑAÑA	MAQUINA PERFORADORA	: LONGYEAR - 38
COORDENADAS UTM	E: 8674407	ESTRIBO	: DERECHO	SUPERVISADO POR	: CPS DE INGENIERIA
	N: 301815	DRILL HOLE	: P-02	REGISTRADO POR	: GEOPERS S.R.L
COTA DE BOCA (m.s.n.m.)	: 586	NIVEL FREATICO FINAL (m)	: 4.52	DIBUJADO POR	: EDGAR QUISEPUN
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m)	: 25.00	FECHA DE INICIO	: 22-10-2014	PERFORISTA	: CARLOS PARIONA
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)	: 28.00	FECHA DE FINALIZACION	: 31-10-2014		

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO PERFORACION	REVESTIMIENTO DE PERFORACION	COLOR	PERFORADA %	N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRIDA (m)	DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO (1) Estimar el % de los tamaños [Boleos (>25cm), Grava (0.2 a 25cm), Arena (1/16 a 2 mm), Finos (<1/16 mm)] utilizando los términos siguientes: Traza (<5%), Muy poco (5-10%), Poco (15-25%), Algunos cuantos (30-45%), Muchos (>50%). (2) Angularidad Y Forma de la grava y boleos (3) Tipo de roca original (4) Compacidad ó Consistencia. (5) Plasticidad de los finos. (6) Color del suelo en condiciones húmedas. (7) Reaccion al ácido clorhídrico.	PERFIL GEOLOGICO	SUCOS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	RECUPERACION (%)	Cono Peck	PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO					
												CPT					
												N° de golpes	N° de golpes	Friction Lateral f _l (kg/cm ²)	Relacion de Friction f _l /R _s (%)		
20.00	NQ				CAJA - 04	20.00 m - 20.50 m :	Bolonería 5" = 40%, 8" = 50%, gravas polimétricos, heterométricos, con tamaños de: 1" = 10%, 2" = 10%, 3" = 30%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelta, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
21.00	NQ				CAJA - 04	20.50 m - 21.00 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 10%, 2" = 30%, 2 1/2" = 20%, 3" = 30%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
21.00	NQ				CAJA - 05	21.00 m - 21.50 m :	Bolonería 5 1/2" = 40%, gravas polimétricos, heterométricos, con tamaños de: 1" = 10%, 2 1/2" = 30%, 3" = 10%, sub angulares a sub redondeados, compacidad suelta, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
21.50	NQ				CAJA - 05	21.50 m - 22.00 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 40%, 2" = 20%, 3 1/2" = 30%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
22.00	NQ				CAJA - 05	22.00 m - 22.50 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 20%, 2 1/2" = 20%, 4" = 50%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
22.50	NQ				CAJA - 05	22.50 m - 23.00 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 20%, 1 1/2" = 20%, 2 1/2" = 20%, 4" = 30%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
23.00	NQ				CAJA - 05	23.00 m - 23.50 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 40%, 1 1/2" = 10%, 2" = 10%, 4" = 30%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
23.50	NQ				CAJA - 05	23.50 m - 24.00 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 40%, 1 1/2" = 10%, 2" = 10%, 4" = 30%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
24.00	NQ				CAJA - 05	24.00 m - 24.50 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 20%, 1 1/2" = 20%, 3 1/2" = 20%, 4 1/2" = 30%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									
24.50	NQ				CAJA - 05	24.50 m - 25.00 m :	Presencia de materiales granulares, como grava y arena, clastos heterométricos, polimétrico, sub redondeados a sub angulares, compacidad suelta, gravas con tamaños de: 1" = 40%, 1 1/2" = 10%, 2" = 20%, 3" = 20%, matriz arenosa 10%. Color del suelo en condiciones húmedas gris claro.	GP									

LEYENDA

GRAVA			ARENA			LIMOS Y/O ARCILLAS		
Compacidad	D _r (%)	Angulo de fricción (φ)	Compacidad	D _r (%)	Angulo de fricción (φ)	Nept	Consistencia	Angulo de fricción interno (δ)
Suelto(S)	15-30	30-32	1.83-1.87	20-40	30-32	<4	Blando (BUC)	0.25-0.5
Medio(M)	30-50	30-38	1.82-2.08	40-80	32-38	5-10	Medio(MUC)	0.5-1.0
Duro(D)	50-75	38-42	2.04-2.21	80-80	30-38	11-24	Firmo(FUC)	1.0-2.0
May duro(MD)	>75	42-48	2.02-2.24	May duro(MD)	>80	>38	May firme(FUC)	2.0-4.0
				May duro(MD)	>80	>38	Duro(DUC)	>4

NOTA: Usar los valores más altos cuando los valores y símbolos se refieren a gravas.

REVESTIMIENTO: [Symbol]

NIVEL FREATICO: [Symbol]

% RECUPERACION: [Symbol]

NC: Normalmente consolidados. SRC: Sobreconsolidados.

ANEXO 4: ENSAYOS DE SUELOS

a) Análisis granulométrico por tamizado



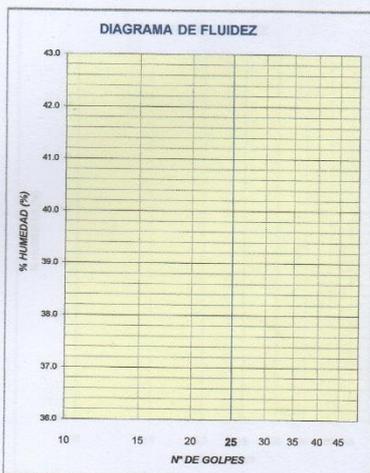
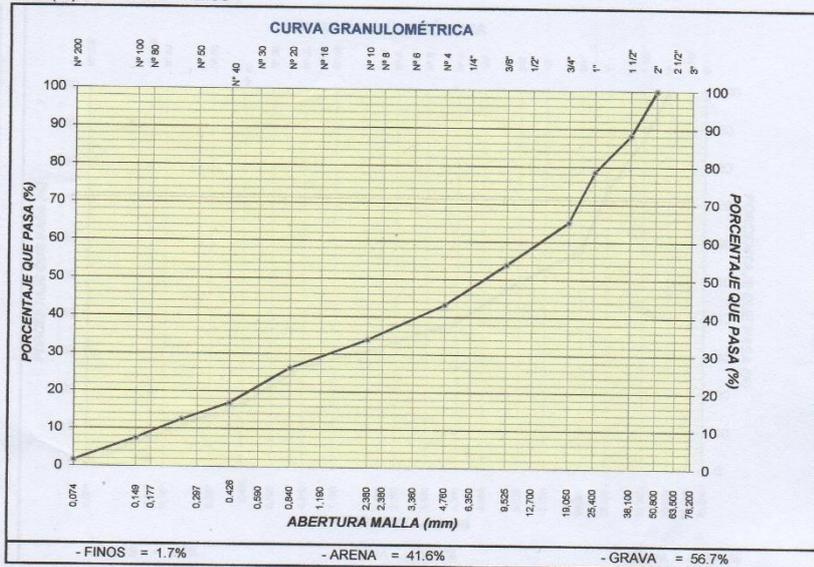
CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : PUENTE ÑAÑA
 SOLICITANTE : CPS(SIMA)
 UBICACIÓN : CHACLACAYO
 LADO : DERECHO

REGISTRO : **010/15.Geosur**
 ING. RESP : G. BRAZZINI S.
 TÉCNICO : J.D.P
 FECHA : mar-2012

PROFUNDIDAD (m) : 10.25 - 12.05

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)		
	ABERTURA (mm)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		100.0
1 1/2"	38.100	11.8	88.2
1"	25.400	9.6	78.6
3/4"	19.050	13.4	65.2
1/2"	12.700		
3/8"	9.525	11.3	53.9
1/4"	6.350		
N° 4	4.750	10.6	43.3
N° 6	3.360		
N° 8	2.380		
N° 10	2.000	9.4	33.9
N° 16	1.190		
N° 20	0.840	7.6	26.3
N° 30	0.590		
N° 40	0.426	9.4	16.9
N° 50	0.297		
N° 60	0.250	4.4	12.5
N° 100	0.149	4.9	7.6
N° 200	0.074	5.9	1.7
		1.7	-



DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO NTP 339.129 (98)	LÍMITE PLÁSTICO NTP 339.129 (98)
ENSAYO No.		
CÁPSULA No.		
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, gr		
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, gr		
PESO AGUA, gr		
PESO DE LA CÁPSULA, gr		
PESO SUELO SECO, gr		
CONTENIDO DE HUMEDAD, %		
NÚMERO DE GOLPES		

NO PLÁSTICO

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)		NTP 339.127 (98)	0.90
LÍMITE LÍQUIDO (%)	--	CLASIFICACIÓN	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	--	SUCS NTP 339.135 (99)	GP
ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	NP	AASHTO NTP 339.134 (99)	A-1-a (0)

DESCRIPCIÓN : - GRAVA MAL GRADADA. PIEDRAS DE FORMA SUB ANGULAR Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS.

PADILLA AYCHO
VICENTE NICOLAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 177469



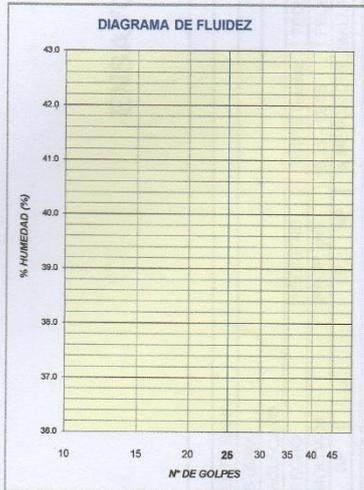
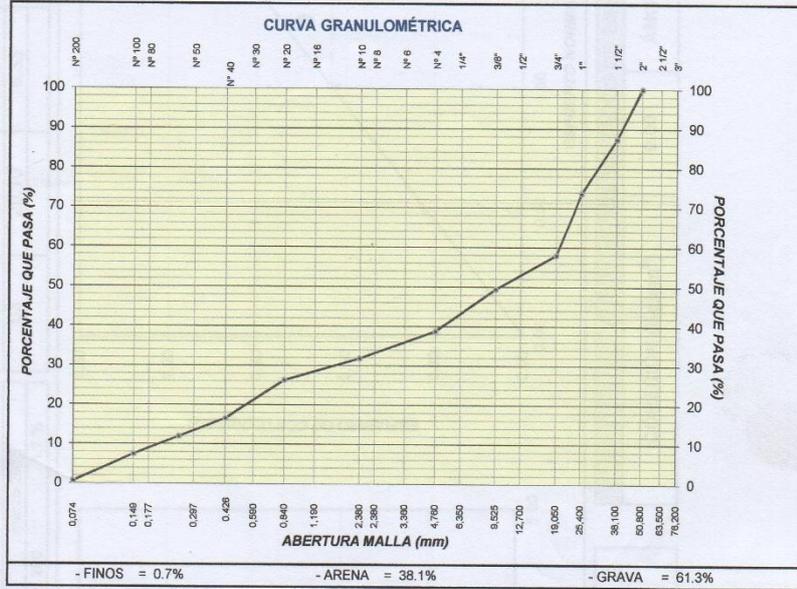
CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : PUENTE ÑAÑA
 SOLICITANTE : CPS(SIMA)
 UBICACIÓN : CHACLACAYO
 LADO : IZQUIERDO

REGISTRO **010/15.Geosur**
 ING. RESP : G. BRAZZINI S.
 TÉCNICO : J.D.P
 FECHA : mar-2012

PROFUNDIDAD (m) : 10.40 - 12.20

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)		
	ABERTURA (mm)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	58.800		100.0
1 1/2"	38.100	12.6	87.4
1"	25.400	13.8	73.6
3/4"	19.050	15.6	58.0
1/2"	12.700		
3/8"	9.525	8.7	49.4
1/4"	6.350		
N° 4	4.760	10.6	38.8
N° 6	3.360		
N° 8	2.380		
N° 10	2.000	6.9	31.9
N° 16	1.190		
N° 20	0.840	5.6	26.3
N° 30	0.590		
N° 40	0.426	9.7	16.6
N° 50	0.297		
N° 60	0.250	4.6	12.0
N° 100	0.149	4.5	7.5
N° 200	0.074	6.8	0.7
		0.7	-



DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO NTP 339.129 (98)	LÍMITE PLÁSTICO NTP 339.129 (98)
ENSAYO No.		
CÁPSULA No.		
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, gr		
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, gr		
PESO AGUA, gr		
PESO DE LA CÁPSULA, gr		
PESO SUELO SECO, gr		
CONTENIDO DE HUMEDAD, %		
NÚMERO DE GOLPES		

NO PLÁSTICO

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)		NTP 339.127 (98)	1.20
LÍMITE LÍQUIDO (%)	--	CLASIFICACIÓN	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	--	SUCS NTP 339.135 (99)	GP
ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	NP	AASHTO NTP 339.134 (99)	A-1-a (0)

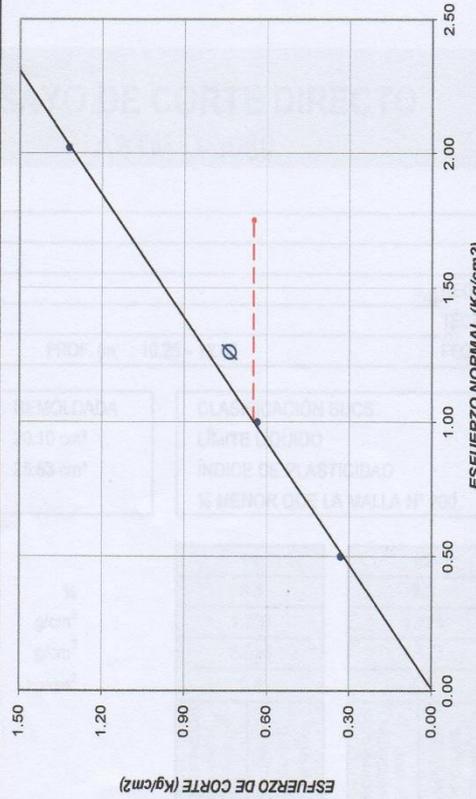
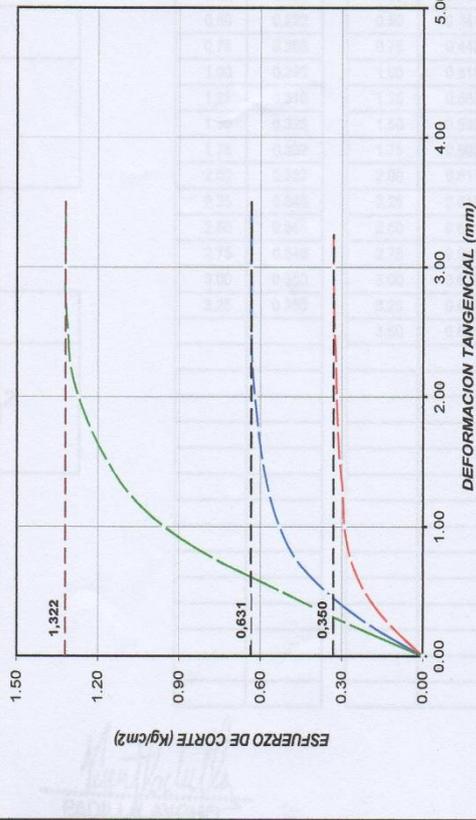
DESCRIPCIÓN : - GRAVA MAL GRADADA. PIEDRAS DE FORMA SUB ANGULAR Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS.

Vicente Nicolás Padilla Aycho
PADILLA AYCHO
VICENTE NICOLAS
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 177469

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

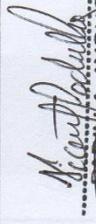
PROYECTO	: PUENTE ÑAÑA		
SOLICITADO	: CPS (SIMA)		
UBICACIÓN	: CHACLACAYO		
LADO	: DERECHO	REGISTRO	: 010/19 Geosur
CONDICIÓN	: REMOLDADA	PROF. (m)	: 10.25 - 12.05
CLASIF. SUCS	: GP	L.L.:	NP
		% MENOR QUE MALLA N° 200	: 1.7 %

MUESTRA N°	CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES			ESFUERZOS (Kg/cm ²)	
	ÁREA (cm ²)	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (gr/cm ³)	TANGENCIAL	NORMAL
01	20.10	6.33	1.624	0.350	0.5
02	20.10	6.34	1.623	0.631	1.0
03	20.10	6.33	1.625	1.322	2.0



OBSERVACIONES: MUESTRA ENSAYADA EN CONDICIONES NO CONSOLIDADA NO DRENADA TAMIZADO POR LA MALLA N°4 (4.76mm)

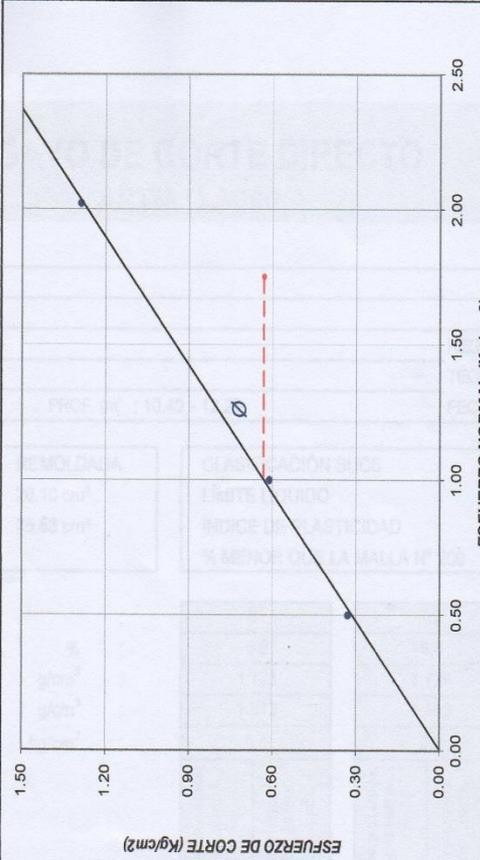
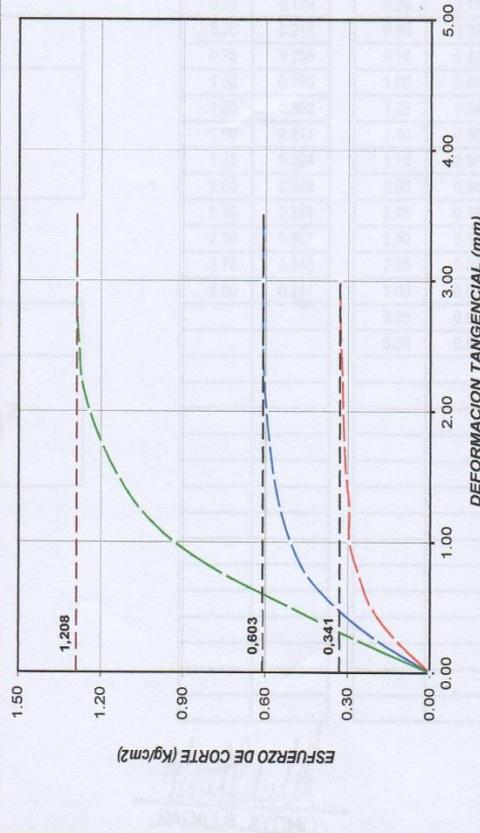
RESULTADOS DE ENSAYOS	
COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.00
ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	33.2


PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

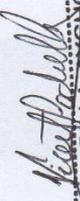
PROYECTO	: PUENTE ÑAÑA				
SOLICITADO	: CPS (SIMA)				
UBICACIÓN	: CHACLACAYO				
LADO	: IZQUIERDO				
CONDICIÓN	REGISTRO	: 010/13 Geosur	TÉCNICO	: C.P.Q	
CLASIF. SUCS	PROF. (m)	: 10.40 - 12.20	FECHA	: marzo-2015	
	GP	L.L. : --	I.P. : NP	% MENOR QUE MALLA N° 200	: 0.7 %

MUESTRA N°	ÁREA (cm ²)	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (gr/cm ³)	ESFUERZOS (kg/cm ²)	
				TANGENCIAL	NORMAL
01	20.10	6.87	1.612	0.341	0.5
02	20.10	6.87	1.613	0.603	1.0
03	20.10	6.86	1.612	1.280	2.0



OBSERVACIONES: MUESTRA ENSAYADA EN CONDICIONES NO CONSOLIDADA
NO DRENADA TAMIZADO POR LA MALLA N°4 (4,76mm)

RESULTADOS DE ENSAYOS		
COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.00	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
		32.4


PADILLA AYGÜERO
VICENTE NICOLAS
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ANEXO 5: DOCUMENTACIÓN



Geotecnia e Ingeniería SAC
EN SAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

NOTIFICACIÓN CAMBIO DE FIRMA

Lima, 21 de septiembre de 2018

Señorita:
LUZ MAGALY CORNELIO CHACÓN

YO, CARLOS HENRRY PELAEZ QUISPE, con DNI 41634816, representante Legal de la empresa Geosur Geotécnia e Ingeniería Sac. me presento respetuosamente para comunicarle el motivo del cambio de firma del ing. Gonzalo Brazzini, por razón de lamentable fallecimiento.

Sin otro particular, nos suscribimos de Ud. no sin antes agradecer la atención prestada.

Atentamente,

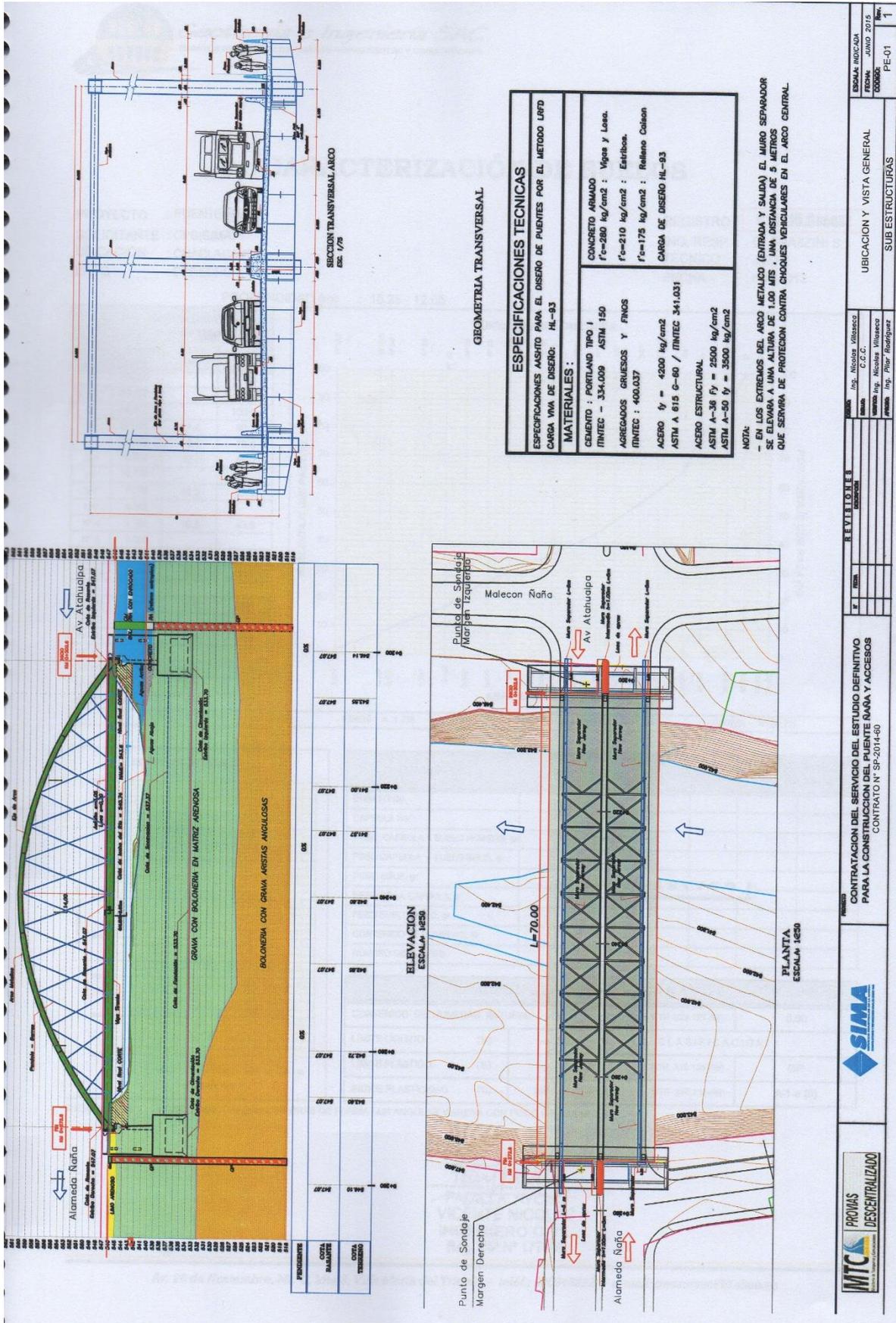
Carlos Henry Peláez Quispe
Gerente General
Geosur Geotécnia e Ingeniería sac

ANEXO 6: PLANOS

a) Plano de ubicación y localización



b) Plano de vista general



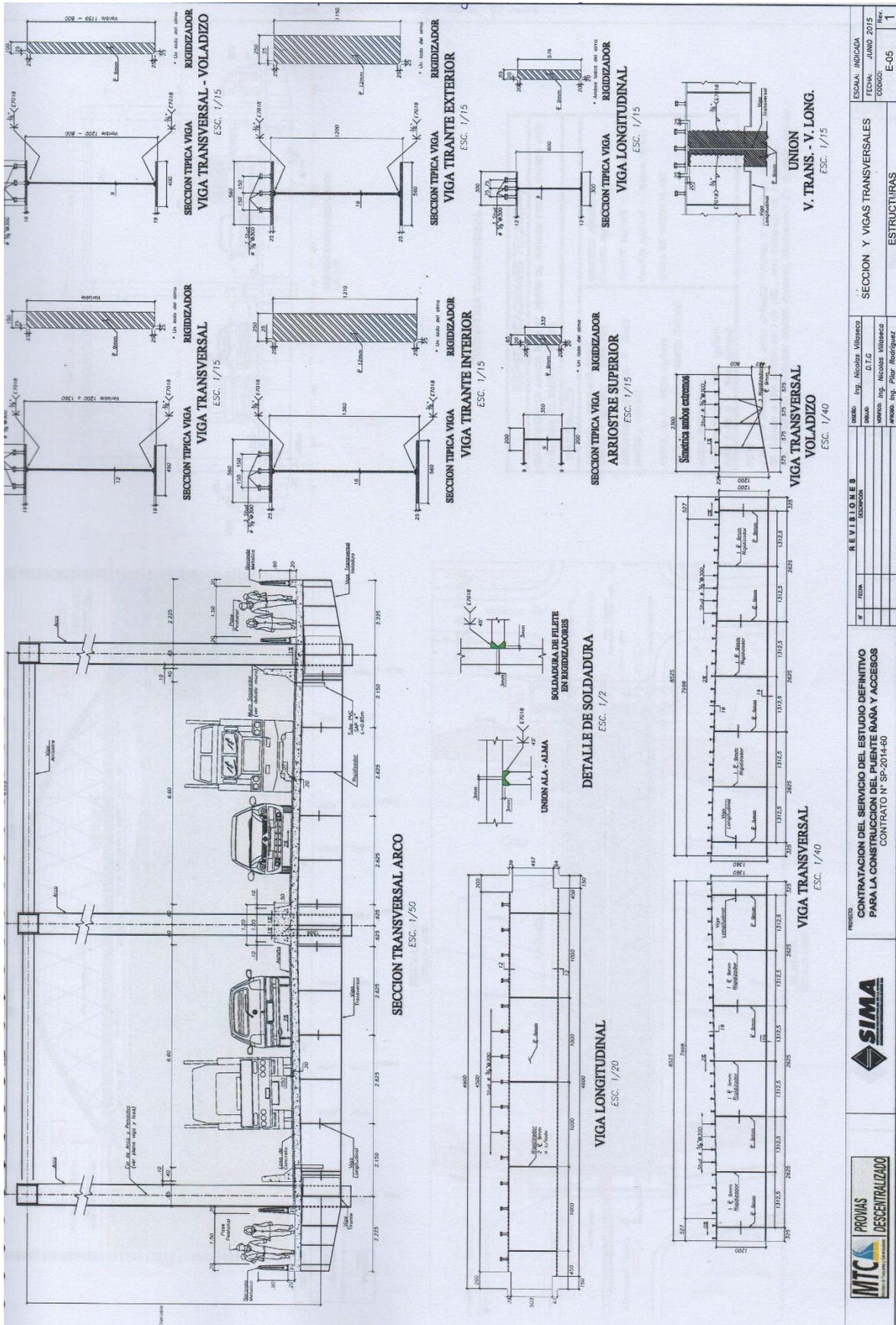
GEOMETRIA TRANSVERSAL

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ESPECIFICACIONES ASHTO PARA EL DISEÑO DE PUENTES POR EL METODO LRFD	
CARGA VÍA DE DISEÑO: HL-93	
MATERIALES:	
CEMENTO : PORTLAND TIPO I	CONCRETO ARMADO
f'c=280 kg/cm2	f'c=280 kg/cm2
ASTM 150	Vigas y Losa.
AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	f'c=210 kg/cm2
f'c=210 kg/cm2	Estribos.
ASTM 400.037	f'c=175 kg/cm2
ACERO fy = 4200 kg/cm2	Repleno Colson
ASTM A 615 G-80 / INTEC 341.031	CARGA DE DISEÑO HL-93
ACERO ESTRUCTURAL	
ASTM A-36 fy = 2500 kg/cm2	
ASTM A-50 fy = 3500 kg/cm2	

NOTA:
 - EN LOS EXTREMOS DEL ARCO METALICO (ENTRADA Y SALIDA) EL MURO SEPARADOR SE ELEVARA A UNA ALTURA DE 1.00 MTS. UNA DISTANCIA DE 5 METROS QUE SERVIRA DE PROTECCION CONTRA CHOQUES VEHICULARES EN EL ARCO CENTRAL.

		REVISORES Ing. Nicolás Vilasaco C.C.C. Ing. Nicolás Vilasaco Ing. Pilar Rodríguez	
CONTRATACION DEL SERVICIO DEL ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE NAÑA Y ACCESOS CONTRATO N° SP-2014-60		UBICACION Y VISTA GENERAL SUB ESTRUCTURAS	
ESCALA INDICADA FECHA: JUNIO 2015 CODIGO: PE-01		No. 1	

c) Plano sección y vigas transversales



REVISIONES N.º FECHA DESCRIPCION 1 15/06/2015		DISEÑADO: Ing. Nicolás Vilasaco D.T.G. VERIFICADO: Ing. Nicolás Vilasaco APROBADO: Ing. Pilar Rodríguez	ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO 2015 CODIGO: E-05 Rev: 1
CONTRATO DEL SERVICIO DEL ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE NAÑA Y ACCESOS CONTRATO N.º SP-2014-80		SECCION Y VIGAS TRANSVERSALES ESTRUCTURAS	



ANEXO 7: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-003-2015

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 8

Expediente 1800
Solicitante **QUALIS INGENIEROS CONSULTORES S.A.C.**
Dirección Av. Tupac Amaru 180 - Rimac

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

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado **EQUIPO DE CORTE DIRECTO**

Alcance de Indicación 500 kgf
Marca (o Fabricante) SOILTEST
Modelo D-110-B
Número de Serie 558
Identificación NO INDICA
Procedencia U.S.A.
Indicador de Lectura Dial Analógico
Marca (o Fabricante) SOILTEST
Modelo LC-2
Número de Serie NO INDICA
Identificación NO INDICA
Procedencia U.S.A.
Alcance de Indicación 0,1"
Resolución 0,0001"
Transductor de Fuerza Anillo
Alcance de Indicación 500 kgf
Marca (o Fabricante) SOILTEST
Modelo NO INDICA
Número de Serie 558
Identificación NO INDICA
Procedencia U.S.A.
Fecha de Calibración 2015-01-08
Ubic. Del Equipo Laboratorio de Qualis Ingenieros Consultores S.A.c

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Lugar de Calibración Av. Tupac Amaru 180 - Rimac

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2015-01-09

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
• Telf.: 6717346 • RPM: #956009777 • CEL: 956009776
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú y con Certificado N° INF-LE-139-17

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
%	Unidades	Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
		kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	100	12.3	12.2	12.2	12.2	103.5	0.8	11.8
20	200	26.5	26.4	26.4	26.4	88.4	0.4	5.5
30	300	40.1	40.0	40.0	40.0	86.6	0.2	3.6
40	400	53.9	53.4	53.5	53.6	85.8	0.9	2.8
50	500	87.0	86.3	86.0	86.4	44.0	1.2	1.8
60	600	118.4	118.6	118.8	118.6	26.0	0.3	1.3
70	700	151.9	152.1	152.4	152.1	14.6	0.3	1.0
80	800	184.2	184.5	184.9	184.5	7.9	0.4	0.8
90	900	216.3	216.7	217.1	216.7	3.4	0.4	0.7
100	1000	248.4	248.9	249.3	248.9	0.1	0.4	0.7
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 22.2 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del equipo en kgf;

X = Lectura directa del Equipo, valores del dial.

Los coeficientes obtenidos son:

$$A = 0.000148$$

$$B = 0.110542$$

$$C = -1.000000$$


Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en diferentes unidades de medición.

Unidades	CARGA EN lbs.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.27	0.52	0.77	1.02	1.27	1.52	1.78	2.03	2.29	2.54
20	2.80	3.06	3.31	3.57	3.83	4.09	4.35	4.61	4.87	5.14
30	5.40	5.66	5.93	6.19	6.46	6.72	6.99	7.26	7.53	7.80
40	8.07	8.34	8.61	8.88	9.15	9.42	9.70	9.97	10.24	10.52
50	10.80	11.07	11.35	11.63	11.91	12.19	12.47	12.75	13.03	13.31
60	13.59	13.88	14.16	14.44	14.73	15.01	15.30	15.59	15.88	16.16
70	16.45	16.74	17.03	17.32	17.62	17.91	18.20	18.50	18.79	19.08
80	19.38	19.68	19.97	20.27	20.57	20.87	21.17	21.47	21.77	22.07
90	22.37	22.67	22.98	23.28	23.59	23.89	24.20	24.50	24.81	25.12
100	25.43	25.74	26.05	26.36	26.67	26.98	27.29	27.61	27.92	28.24
110	28.55	28.87	29.18	29.50	29.82	30.14	30.46	30.78	31.10	31.42
120	31.74	32.06	32.38	32.71	33.03	33.36	33.68	34.01	34.34	34.66
130	34.99	35.32	35.65	35.98	36.31	36.64	36.97	37.31	37.64	37.97
140	38.31	38.64	38.98	39.32	39.65	39.99	40.33	40.67	41.01	41.35
150	41.69	42.03	42.38	42.72	43.06	43.41	43.75	44.10	44.45	44.79
160	45.14	45.49	45.84	46.19	46.54	46.89	47.24	47.59	47.95	48.30
170	48.65	49.01	49.37	49.72	50.08	50.44	50.79	51.15	51.51	51.87
180	52.23	52.60	52.96	53.32	53.68	54.05	54.41	54.78	55.14	55.51
190	55.88	56.25	56.62	56.98	57.35	57.72	58.10	58.47	58.84	59.21
200	59.59	59.96	60.34	60.71	61.09	61.47	61.84	62.22	62.60	62.98
210	63.36	63.74	64.13	64.51	64.89	65.27	65.66	66.04	66.43	66.82
220	67.20	67.59	67.98	68.37	68.76	69.15	69.54	69.93	70.32	70.71
230	71.11	71.50	71.90	72.29	72.69	73.09	73.48	73.88	74.28	74.68
240	75.08	75.48	75.88	76.28	76.69	77.09	77.49	77.90	78.30	78.71
250	79.11	79.52	79.93	80.34	80.75	81.16	81.57	81.98	82.39	82.80
260	83.21	83.63	84.04	84.46	84.87	85.29	85.71	86.13	86.54	86.96
270	87.38	87.80	88.22	88.64	89.07	89.49	89.91	90.34	90.76	91.19
280	91.61	92.04	92.47	92.90	93.32	93.75	94.18	94.61	95.05	95.48
290	95.91	96.34	96.78	97.21	97.65	98.08	98.52	98.96	99.40	99.83
300	100.27	100.71	101.15	101.59	102.04	102.48	102.92	103.37	103.81	104.25
310	104.70	105.15	105.59	106.04	106.49	106.94	107.39	107.84	108.29	108.74
320	109.19	109.65	110.10	110.55	111.01	111.46	111.92	112.38	112.83	113.29
330	113.75	114.21	114.67	115.13	115.59	116.05	116.52	116.98	117.44	117.91
340	118.37	118.84	119.31	119.77	120.24	120.71	121.18	121.65	122.12	122.59
350	123.06	123.53	124.01	124.48	124.96	125.43	125.91	126.38	126.86	127.34
360	127.81	128.29	128.77	129.25	129.74	130.22	130.70	131.18	131.67	132.15
370	132.63	133.12	133.61	134.09	134.58	135.07	135.56	136.05	136.54	137.03
380	137.52	138.01	138.50	139.00	139.49	139.99	140.48	140.98	141.47	141.97
390	142.47	142.97	143.47	143.97	144.47	144.97	145.47	145.97	146.48	146.98
400	147.48	147.99	148.49	149.00	149.51	150.02	150.52	151.03	151.54	152.05
410	152.56	153.07	153.59	154.10	154.61	155.13	155.64	156.16	156.67	157.19
420	157.71	158.23	158.75	159.26	159.78	160.31	160.83	161.35	161.87	162.40
430	162.92	163.44	163.97	164.49	165.02	165.55	166.08	166.61	167.13	167.66
440	168.19	168.73	169.26	169.79	170.32	170.86	171.39	171.93	172.46	173.00
450	173.53	174.07	174.61	175.15	175.69	176.23	176.77	177.31	177.86	178.40
460	178.94	179.49	180.03	180.58	181.12	181.67	182.22	182.77	183.31	183.86
470	184.41	184.96	185.52	186.07	186.62	187.17	187.73	188.28	188.84	189.39
480	189.95	190.51	191.07	191.62	192.18	192.74	193.30	193.86	194.43	194.99
490	195.55	196.12	196.68	197.25	197.81	198.38	198.94	199.51	200.08	200.65
500	201.22	201.79	202.36	202.93	203.50	204.08	204.65	205.23	205.80	206.38





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-003-2015

Laboratorio de Fuerza

Pág. 4 de 8

Unidades	CARGA EN lbs.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	206.95	207.53	208.10	208.68	209.26	209.84	210.42	211.00	211.58	212.16
520	212.75	213.33	213.91	214.50	215.08	215.67	216.26	216.84	217.43	218.02
530	218.61	219.20	219.79	220.38	220.97	221.57	222.16	222.75	223.35	223.94
540	224.54	225.13	225.73	226.33	226.93	227.53	228.13	228.73	229.33	229.93
550	230.53	231.13	231.74	232.34	232.95	233.55	234.16	234.77	235.37	235.98
560	236.59	237.20	237.81	238.42	239.03	239.64	240.26	240.87	241.48	242.10
570	242.71	243.33	243.95	244.56	245.18	245.80	246.42	247.04	247.66	248.28
580	248.90	249.53	250.15	250.77	251.40	252.02	252.65	253.27	253.90	254.53
590	255.16	255.79	256.42	257.05	257.68	258.31	258.94	259.57	260.21	260.84
600	261.48	262.11	262.75	263.39	264.02	264.66	265.30	265.94	266.58	267.22
610	267.86	268.50	269.15	269.79	270.43	271.08	271.72	272.37	273.02	273.66
620	274.31	274.96	275.61	276.26	276.91	277.56	278.21	278.87	279.52	280.17
630	280.83	281.48	282.14	282.80	283.45	284.11	284.77	285.43	286.09	286.75
640	287.41	288.07	288.73	289.40	290.06	290.72	291.39	292.05	292.72	293.39
650	294.05	294.72	295.39	296.06	296.73	297.40	298.07	298.75	299.42	300.09
660	300.77	301.44	302.12	302.79	303.47	304.15	304.82	305.50	306.18	306.86
670	307.54	308.22	308.91	309.59	310.27	310.96	311.64	312.32	313.01	313.70
680	314.38	315.07	315.76	316.45	317.14	317.83	318.52	319.21	319.90	320.60
690	321.29	321.99	322.68	323.38	324.07	324.77	325.47	326.17	326.86	327.56
700	328.26	328.96	329.67	330.37	331.07	331.77	332.48	333.18	333.89	334.59
710	335.30	336.01	336.72	337.43	338.13	338.84	339.56	340.27	340.98	341.69
720	342.40	343.12	343.83	344.55	345.26	345.98	346.70	347.41	348.13	348.85
730	349.57	350.29	351.01	351.74	352.46	353.18	353.90	354.63	355.35	356.08
740	356.81	357.53	358.26	358.99	359.72	360.45	361.18	361.91	362.64	363.37
750	364.10	364.84	365.57	366.31	367.04	367.78	368.51	369.25	369.99	370.73
760	371.47	372.21	372.95	373.69	374.43	375.17	375.92	376.66	377.41	378.15
770	378.90	379.64	380.39	381.14	381.89	382.64	383.39	384.14	384.89	385.64
780	386.39	387.14	387.90	388.65	389.41	390.16	390.92	391.68	392.43	393.19
790	393.95	394.71	395.47	396.23	396.99	397.76	398.52	399.28	400.05	400.81
800	401.58	402.34	403.11	403.88	404.64	405.41	406.18	406.95	407.72	408.49
810	409.27	410.04	410.81	411.59	412.36	413.14	413.91	414.69	415.47	416.24
820	417.02	417.80	418.58	419.36	420.14	420.92	421.71	422.49	423.27	424.06
830	424.84	425.63	426.41	427.20	427.99	428.78	429.57	430.36	431.15	431.94
840	432.73	433.52	434.31	435.11	435.90	436.70	437.49	438.29	439.08	439.88
850	440.68	441.48	442.28	443.08	443.88	444.68	445.48	446.28	447.09	447.89
860	448.70	449.50	450.31	451.11	451.92	452.73	453.54	454.35	455.16	455.97
870	456.78	457.59	458.40	459.21	460.03	460.84	461.66	462.47	463.29	464.11
880	464.92	465.74	466.56	467.38	468.20	469.02	469.84	470.67	471.49	472.31
890	473.14	473.96	474.79	475.61	476.44	477.27	478.09	478.92	479.75	480.58
900	481.41	482.24	483.08	483.91	484.74	485.58	486.41	487.25	488.08	488.92
910	489.76	490.59	491.43	492.27	493.11	493.95	494.79	495.64	496.48	497.32
920	498.16	499.01	499.85	500.70	501.55	502.39	503.24	504.09	504.94	505.79
930	506.64	507.49	508.34	509.19	510.05	510.90	511.75	512.61	513.46	514.32
940	515.18	516.03	516.89	517.75	518.61	519.47	520.33	521.19	522.05	522.92
950	523.78	524.64	525.51	526.37	527.24	528.11	528.97	529.84	530.71	531.58
960	532.45	533.32	534.19	535.06	535.93	536.81	537.68	538.56	539.43	540.31
970	541.18	542.06	542.94	543.82	544.69	545.57	546.45	547.34	548.22	549.10
980	549.98	550.87	551.75	552.63	553.52	554.41	555.29	556.18	557.07	557.96
990	558.85	559.74	560.63	561.52	562.41	563.30	564.20	565.09	565.99	566.88
1000	567.78	568.67	569.57	570.47	571.37	572.27	573.17	574.07	574.97	575.87

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
 • Telf.: 6717348 • RPM: #856009777 • CEL: 856009776
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-003-2015

Laboratorio de Fuerza

Pág. 5 de 8

Unidades	CARGA EN kgf.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.12	0.23	0.35	0.46	0.58	0.69	0.81	0.92	1.04	1.15
20	1.27	1.39	1.50	1.62	1.74	1.86	1.97	2.09	2.21	2.33
30	2.45	2.57	2.69	2.81	2.93	3.05	3.17	3.29	3.41	3.54
40	3.66	3.78	3.90	4.03	4.15	4.27	4.40	4.52	4.65	4.77
50	4.90	5.02	5.15	5.27	5.40	5.53	5.65	5.78	5.91	6.04
60	6.17	6.29	6.42	6.55	6.68	6.81	6.94	7.07	7.20	7.33
70	7.46	7.59	7.73	7.86	7.99	8.12	8.26	8.39	8.52	8.66
80	8.79	8.93	9.06	9.19	9.33	9.47	9.60	9.74	9.87	10.01
90	10.15	10.29	10.42	10.56	10.70	10.84	10.98	11.12	11.25	11.39
100	11.53	11.67	11.82	11.96	12.10	12.24	12.38	12.52	12.67	12.81
110	12.95	13.09	13.24	13.38	13.53	13.67	13.81	13.96	14.10	14.25
120	14.40	14.54	14.69	14.84	14.98	15.13	15.28	15.43	15.57	15.72
130	15.87	16.02	16.17	16.32	16.47	16.62	16.77	16.92	17.07	17.23
140	17.38	17.53	17.68	17.83	17.99	18.14	18.29	18.45	18.60	18.76
150	18.91	19.07	19.22	19.38	19.53	19.69	19.85	20.00	20.16	20.32
160	20.48	20.63	20.79	20.95	21.11	21.27	21.43	21.59	21.75	21.91
170	22.07	22.23	22.39	22.55	22.72	22.88	23.04	23.20	23.37	23.53
180	23.69	23.86	24.02	24.19	24.35	24.52	24.68	24.85	25.01	25.18
190	25.35	25.51	25.68	25.85	26.02	26.18	26.35	26.52	26.69	26.86
200	27.03	27.20	27.37	27.54	27.71	27.88	28.05	28.22	28.40	28.57
210	28.74	28.91	29.09	29.26	29.43	29.61	29.78	29.96	30.13	30.31
220	30.48	30.66	30.83	31.01	31.19	31.37	31.54	31.72	31.90	32.08
230	32.25	32.43	32.61	32.79	32.97	33.15	33.33	33.51	33.69	33.87
240	34.05	34.24	34.42	34.60	34.78	34.97	35.15	35.33	35.52	35.70
250	35.89	36.07	36.26	36.44	36.63	36.81	37.00	37.19	37.37	37.56
260	37.75	37.93	38.12	38.31	38.50	38.69	38.88	39.07	39.26	39.45
270	39.64	39.83	40.02	40.21	40.40	40.59	40.78	40.98	41.17	41.36
280	41.55	41.75	41.94	42.14	42.33	42.53	42.72	42.92	43.11	43.31
290	43.50	43.70	43.90	44.10	44.29	44.49	44.69	44.89	45.09	45.28
300	45.48	45.68	45.88	46.08	46.28	46.48	46.68	46.89	47.09	47.29
310	47.49	47.69	47.90	48.10	48.30	48.51	48.71	48.92	49.12	49.32
320	49.53	49.73	49.94	50.15	50.35	50.56	50.77	50.97	51.18	51.39
330	51.60	51.81	52.01	52.22	52.43	52.64	52.85	53.06	53.27	53.48
340	53.69	53.91	54.12	54.33	54.54	54.75	54.97	55.18	55.39	55.61
350	55.82	56.04	56.25	56.46	56.68	56.90	57.11	57.33	57.54	57.76
360	57.98	58.19	58.41	58.63	58.85	59.07	59.28	59.50	59.72	59.94
370	60.16	60.38	60.60	60.82	61.05	61.27	61.49	61.71	61.93	62.16
380	62.38	62.60	62.82	63.05	63.27	63.50	63.72	63.95	64.17	64.40
390	64.62	64.85	65.08	65.30	65.53	65.76	65.98	66.21	66.44	66.67
400	66.90	67.13	67.36	67.59	67.82	68.05	68.28	68.51	68.74	68.97
410	69.20	69.43	69.67	69.90	70.13	70.37	70.60	70.83	71.07	71.30
420	71.53	71.77	72.01	72.24	72.48	72.71	72.95	73.19	73.42	73.66
430	73.90	74.14	74.38	74.61	74.85	75.09	75.33	75.57	75.81	76.05
440	76.29	76.53	76.77	77.02	77.26	77.50	77.74	77.99	78.23	78.47
450	78.71	78.96	79.20	79.45	79.69	79.94	80.18	80.43	80.67	80.92
460	81.17	81.41	81.66	81.91	82.16	82.40	82.65	82.90	83.15	83.40
470	83.65	83.90	84.15	84.40	84.65	84.90	85.15	85.40	85.66	85.91
480	86.16	86.41	86.67	86.92	87.17	87.43	87.68	87.94	88.19	88.45
490	88.70	88.96	89.21	89.47	89.73	89.98	90.24	90.50	90.76	91.01
500	91.27	91.53	91.79	92.05	92.31	92.57	92.83	93.09	93.35	93.61

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.R. - Lima - Lima
 • Tel.: 8717348 • APM: #258009777 • CEL: 858009776
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-003-2015

Laboratorio de Fuerza

Pág. 6 de 8

Unidades	CARGA EN kgf.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	93.87	94.13	94.39	94.66	94.92	95.18	95.45	95.71	95.97	96.24
520	96.50	96.77	97.03	97.30	97.56	97.83	98.09	98.36	98.63	98.89
530	99.16	99.43	99.70	99.96	100.23	100.50	100.77	101.04	101.31	101.58
540	101.85	102.12	102.39	102.66	102.93	103.21	103.48	103.75	104.02	104.29
550	104.57	104.84	105.12	105.39	105.66	105.94	106.21	106.49	106.76	107.04
560	107.32	107.59	107.87	108.15	108.42	108.70	108.98	109.26	109.54	109.82
570	110.09	110.37	110.65	110.93	111.21	111.49	111.78	112.06	112.34	112.62
580	112.90	113.18	113.47	113.75	114.03	114.32	114.60	114.88	115.17	115.45
590	115.74	116.02	116.31	116.60	116.88	117.17	117.46	117.74	118.03	118.32
600	118.61	118.89	119.18	119.47	119.76	120.05	120.34	120.63	120.92	121.21
610	121.50	121.79	122.08	122.38	122.67	122.96	123.25	123.55	123.84	124.13
620	124.43	124.72	125.02	125.31	125.61	125.90	126.20	126.49	126.79	127.09
630	127.38	127.68	127.98	128.28	128.57	128.87	129.17	129.47	129.77	130.07
640	130.37	130.67	130.97	131.27	131.57	131.87	132.17	132.47	132.78	133.08
650	133.38	133.69	133.99	134.29	134.60	134.90	135.21	135.51	135.82	136.12
660	136.43	136.73	137.04	137.35	137.65	137.96	138.27	138.58	138.88	139.19
670	139.50	139.81	140.12	140.43	140.74	141.05	141.36	141.67	141.98	142.29
680	142.60	142.92	143.23	143.54	143.85	144.17	144.48	144.79	145.11	145.42
690	145.74	146.05	146.37	146.68	147.00	147.31	147.63	147.95	148.26	148.58
700	148.90	149.22	149.54	149.85	150.17	150.49	150.81	151.13	151.45	151.77
710	152.09	152.41	152.73	153.06	153.38	153.70	154.02	154.34	154.67	154.99
720	155.31	155.64	155.96	156.29	156.61	156.94	157.26	157.59	157.91	158.24
730	158.56	158.89	159.22	159.55	159.87	160.20	160.53	160.86	161.19	161.52
740	161.85	162.18	162.51	162.84	163.17	163.50	163.83	164.16	164.49	164.82
750	165.16	165.49	165.82	166.16	166.49	166.82	167.16	167.49	167.83	168.16
760	168.50	168.83	169.17	169.50	169.84	170.18	170.52	170.85	171.19	171.53
770	171.87	172.21	172.54	172.88	173.22	173.56	173.90	174.24	174.58	174.92
780	175.27	175.61	175.95	176.29	176.63	176.98	177.32	177.66	178.01	178.35
790	178.69	179.04	179.38	179.73	180.07	180.42	180.77	181.11	181.46	181.81
800	182.15	182.50	182.85	183.20	183.55	183.89	184.24	184.59	184.94	185.29
810	185.64	185.99	186.34	186.69	187.05	187.40	187.75	188.10	188.45	188.81
820	189.16	189.51	189.87	190.22	190.58	190.93	191.28	191.64	192.00	192.35
830	192.71	193.06	193.42	193.78	194.13	194.49	194.85	195.21	195.57	195.93
840	196.28	196.64	197.00	197.36	197.72	198.08	198.44	198.81	199.17	199.53
850	199.89	200.25	200.62	200.98	201.34	201.71	202.07	202.43	202.80	203.16
860	203.53	203.89	204.26	204.62	204.99	205.36	205.72	206.09	206.46	206.82
870	207.19	207.56	207.93	208.30	208.67	209.04	209.41	209.78	210.15	210.52
880	210.89	211.26	211.63	212.00	212.37	212.75	213.12	213.49	213.87	214.24
890	214.61	214.99	215.36	215.74	216.11	216.49	216.86	217.24	217.61	217.99
900	218.37	218.74	219.12	219.50	219.88	220.26	220.63	221.01	221.39	221.77
910	222.15	222.53	222.91	223.29	223.67	224.06	224.44	224.82	225.20	225.58
920	225.97	226.35	226.73	227.12	227.50	227.88	228.27	228.65	229.04	229.42
930	229.81	230.20	230.58	230.97	231.35	231.74	232.13	232.52	232.91	233.29
940	233.68	234.07	234.46	234.85	235.24	235.63	236.02	236.41	236.80	237.19
950	237.58	237.98	238.37	238.76	239.15	239.55	239.94	240.33	240.73	241.12
960	241.52	241.91	242.31	242.70	243.10	243.49	243.89	244.29	244.68	245.08
970	245.48	245.88	246.27	246.67	247.07	247.47	247.87	248.27	248.67	249.07
980	249.47	249.87	250.27	250.67	251.08	251.48	251.88	252.28	252.68	253.09
990	253.49	253.90	254.30	254.70	255.11	255.51	255.92	256.32	256.73	257.14
1000	257.54	257.95	258.36	258.76	259.17	259.58	259.99	260.40	260.80	261.21

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
 • Telf: 6717346 • RPM: 958009777 • CEL: 958009778
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-003-2015

Laboratorio de Fuerza

Pág. 7 de 8

Unidades	CARGA EN kN.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
20	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
30	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
40	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
50	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
60	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
70	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
80	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10
90	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
100	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13
110	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14
120	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
130	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
140	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
150	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20
160	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
170	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23
180	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25
190	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
200	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28
210	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30
220	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
230	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
240	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35
250	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.37	0.37
260	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39
270	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.41
280	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
290	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
300	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
310	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
320	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
330	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
340	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.55
350	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.57
360	0.57	0.57	0.57	0.57	0.58	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59
370	0.59	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61
380	0.61	0.61	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.63	0.63
390	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65
400	0.66	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.68
410	0.68	0.68	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70	0.70
420	0.70	0.70	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72
430	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.75
440	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.77
450	0.77	0.77	0.78	0.78	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79
460	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82
470	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84	0.84	0.84
480	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87
490	0.87	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89
500	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
 • Telf.: 6717346 • RPM: #858009777 • CEL: 958009776
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-003-2015

Laboratorio de Fuerza

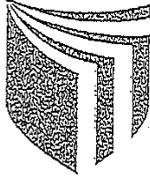
Pág. 8 de 8

Unidades	CARGA EN KN.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94
520	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97
530	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
540	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02
550	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05
560	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.08
570	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10
580	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13
590	1.14	1.14	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	1.16	1.16
600	1.16	1.17	1.17	1.17	1.17	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19
610	1.19	1.19	1.20	1.20	1.20	1.21	1.21	1.21	1.21	1.22
620	1.22	1.22	1.23	1.23	1.23	1.23	1.24	1.24	1.24	1.25
630	1.25	1.25	1.26	1.26	1.26	1.26	1.27	1.27	1.27	1.28
640	1.28	1.28	1.28	1.29	1.29	1.29	1.30	1.30	1.30	1.31
650	1.31	1.31	1.31	1.32	1.32	1.32	1.33	1.33	1.33	1.33
660	1.34	1.34	1.34	1.35	1.35	1.35	1.36	1.36	1.36	1.36
670	1.37	1.37	1.37	1.38	1.38	1.38	1.39	1.39	1.39	1.40
680	1.40	1.40	1.40	1.41	1.41	1.41	1.42	1.42	1.42	1.43
690	1.43	1.43	1.44	1.44	1.44	1.44	1.45	1.45	1.45	1.46
700	1.46	1.46	1.47	1.47	1.47	1.48	1.48	1.48	1.49	1.49
710	1.49	1.49	1.50	1.50	1.50	1.51	1.51	1.51	1.52	1.52
720	1.52	1.53	1.53	1.53	1.54	1.54	1.54	1.55	1.55	1.55
730	1.55	1.56	1.56	1.56	1.57	1.57	1.57	1.58	1.58	1.58
740	1.59	1.59	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61	1.61	1.62
750	1.62	1.62	1.63	1.63	1.63	1.64	1.64	1.64	1.65	1.65
760	1.65	1.66	1.66	1.66	1.67	1.67	1.67	1.68	1.68	1.68
770	1.69	1.69	1.69	1.70	1.70	1.70	1.71	1.71	1.71	1.72
780	1.72	1.72	1.73	1.73	1.73	1.74	1.74	1.74	1.75	1.75
790	1.75	1.76	1.76	1.76	1.77	1.77	1.77	1.78	1.78	1.78
800	1.79	1.79	1.79	1.80	1.80	1.80	1.81	1.81	1.81	1.82
810	1.82	1.82	1.83	1.83	1.83	1.84	1.84	1.84	1.85	1.85
820	1.86	1.86	1.86	1.87	1.87	1.87	1.88	1.88	1.88	1.89
830	1.89	1.89	1.90	1.90	1.90	1.91	1.91	1.91	1.92	1.92
840	1.92	1.93	1.93	1.94	1.94	1.94	1.95	1.95	1.95	1.96
850	1.96	1.96	1.97	1.97	1.97	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99
860	2.00	2.00	2.00	2.01	2.01	2.01	2.02	2.02	2.02	2.03
870	2.03	2.04	2.04	2.04	2.05	2.05	2.05	2.06	2.06	2.06
880	2.07	2.07	2.08	2.08	2.08	2.09	2.09	2.09	2.10	2.10
890	2.10	2.11	2.11	2.12	2.12	2.12	2.13	2.13	2.13	2.14
900	2.14	2.15	2.15	2.15	2.16	2.16	2.16	2.17	2.17	2.17
910	2.18	2.18	2.19	2.19	2.19	2.20	2.20	2.20	2.21	2.21
920	2.22	2.22	2.22	2.23	2.23	2.23	2.24	2.24	2.25	2.25
930	2.25	2.26	2.26	2.27	2.27	2.27	2.28	2.28	2.28	2.29
940	2.29	2.30	2.30	2.30	2.31	2.31	2.31	2.32	2.32	2.33
950	2.33	2.33	2.34	2.34	2.35	2.35	2.35	2.36	2.36	2.36
960	2.37	2.37	2.38	2.38	2.38	2.39	2.39	2.40	2.40	2.40
970	2.41	2.41	2.42	2.42	2.42	2.43	2.43	2.43	2.44	2.44
980	2.45	2.45	2.45	2.46	2.46	2.47	2.47	2.47	2.48	2.48
990	2.49	2.49	2.49	2.50	2.50	2.51	2.51	2.51	2.52	2.52
1000	2.53	2.53	2.53	2.54	2.54	2.55	2.55	2.55	2.56	2.56

Fin del documento

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
 • Telef.: 8717346 • RPM: 958009777 • DEL: 958009776
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CORNEJO CHACON LISZ MAGALY

INFORME TITULADO:

*IMPLEMENTACIÓN DE AISLADORES SISMICOS EN PUENTES
DE VIBS DE AUTO TRANSITO, PUENTE NAJIA, DISTRITO DE
CHACABAYO EN EL 2017*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

10 / 12 / 2018

NOTA O MENCIÓN :

14 (CATORCE)



Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Jose Luis Benites Zuniga

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

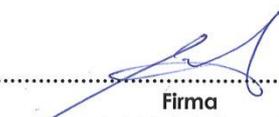
" IMPLEMENTACIÓN DE AISLADORES SISMICOS EN PUENTES DE VIAS
DE ALTO TRAFICO, PUENTE MAÑA, DISTRITO DE CHACACAYO
EN EL 2017

del (de la) estudiante LUZ MAGALY CORNELIO CHACÓN

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha 18/11/19



Firma
 Nombres y apellidos del (de la) docente:
Jose Luis Benites Zuniga
 DNI: 42414842

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo Luz Magaly Cornelio Chacón, identificado con DNI N° 45517170,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

" Implementación de aisladores sísmicos en puentes de vías de alto tránsito, Puente Naña, Distrito de Chacabayo en el 2017"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 45517170

FECHA: 10 de diciembre del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

27 / 0

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

27 %

1 Entregado a Universidad... 2 %

2 repositorio.ucv.edu.pe 2 %

3 repositorio.unc.edu.pe 1 %

4 repositorioacademico... 1 %

5 Entregado a Asociación... 1 %

6 ingenieriasismicayvalle... 1 %

7 elcomercio.pe 1 %

8 repositorio.unp.edu.pe 1 %

9 os.upm.es 1 %

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Implementación de Aisladores Sísmicos en Puentes de Vías de Alto Tránsito, Puente Ñaña, Distrito de Chacabayo en el 2017"



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

Cornelio Chacón, Luz Magaly

ASESOR

Ing. Bernices Zañiga, José Luis

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2018