



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de
aislamiento y dissipador sísmico, Piura, 2022.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Pacherres Adanaque, Jersson Raul (orcid.org/0000-0003-0457-1292)

ASESOR:

Mgt. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento.

PIURA- PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico mi tesis primeramente a Jesús Dios,
a mis padres Raúl Pacherras Sosa,
Johana Adanaque Viera y mis hermanos.
Y a esposa Carla Contreras
por su aliento constante y por brindarme
su apoyo incondicionalmente en todo momento,
sin ellos nada sería posible.
¡Éste logro es para ustedes!

Pacherras Adanaque, Jersson Raul

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Jesús Dios por darme la oportunidad de seguir avanzando en mi formación profesional, a cada uno de los integrantes de mi familia, su ayuda constante y desinteresado.

Pacherres Adanaque, Jersson Raul

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I.- INTRODUCCIÓN	10
II.- MARCO TEÓRICO	13
III.- METODOLOGÍA	26
3.1. Tipo y diseño de investigación :	26
3.2. Variables y Operacionalización:	27
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	28
3.5. Procedimientos:	29
3.6. Método de análisis de datos:	30
3.7. Aspectos éticos:	30
IV.- RESULTADOS	32
V.- DISCUSIÓN	38
VI.- CONCLUSIONES	41
VII.- RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	46
ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables	46
ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos	47
ANEXO 3: Panel fotográfico	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de Z	16
Tabla 2. Cuadro evolutivo de los puentes	21
Tabla 3. Longitud en metros del puente Grau, Piura 2022	28
Tabla 4. Condición estructural por flexión en viga principal	35
Tabla 5. Condición estructural por corte en viga principal	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Aislador elastómero de alto amortiguamiento	
Figura 2. Partes de sistema de aislación	
Figura 3. Elementos de un disipador de fluido viscoso	
Figura 4. Esquema comportamiento histerético	20
Figura 5. Componente de un sistema continuo	22
Figura 6. Viga continua y con tramos simples	22
Figura 7. Partes de un puente	23
Figura 8. Superestructura de un puente, componentes principales.....	23
Figura 9. Tipos de fuerzas sobre pilares.....	24
Figura 10. Elementos de un puente tipo viga	25
Figura 11. Resultados cálculo de resistencia nominal por flexión	32
Figura 12. Modelamiento del puente por CSi Bridge	33
Figura 13. Resultados cálculo de resistencia por flexión.....	33
Figura 14. Resultados cálculo de condición estructural por momento en viga principal.....	35
Figura 15. Resultados de acciones internas por cargas.....	35
Figura 16. Verificación por deflexión	36
Figura 17. Resultados de verificación por deflexión	36
Figura 18. Resultados de acciones internas por carga DC	37
Figura 19. Resultados de acciones internas por carga DW	37
Figura 20. Resultados de acciones internas por carga LL	37
Figura 21. Investigador identificando la superestructura	83
Figura 22. Investigador recolectando datos del funcionamiento del puente	82
Figura 23. Identificación de los aisladores del puente Grau, Piura 2022	83

RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar el análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico en Piura, 2022.

La metodología que se empleó de acuerdo a su tipo es aplicada, de diseño experimental, nivel de diseño y con un enfoque cuantitativo, la población son los 06 tramos elaborados en la parcialidad de Chiclayo – Piura, la muestra fue un total de 210 m de longitud de puente.

Los resultados que se planteó es reducir la luz con el uso de disipador sísmico (puntales tubulares regulables) con la finalidad de disminuir la longitud central colocando estos apoyos de forma definitiva y con ello se llegaba a cumplir con las deformaciones mínimas, para los efectos del esfuerzo cortante y de momento que se genera al apoyar el disipador sísmico.

Concluyendo que el incremento estructural con el disipador sísmico (puntales tubulares regulables) respecto al esfuerzo máximo del momento y de corte ofrecido por el disipador en cada una de los elementos estructurales (vigas principales de concreto postensado) se alcanzó en un incremento favorable con referencia a la resistencia existente del mismo.

Palabras Clave: Aporte estructural, disipador sísmico.

ABSTRACT

The objective of the research is to determine what is the analysis and design of bridges in post-tensioned concrete with insulation systems and seismic dissipator in Piura, 2022.

The methodology that was used according to its type is applied, of experimental design, level of design and with a quantitative approach, the population are the 06 sections elaborated in the partiality of Chiclayo – Piura, the sample was a total of 210 m of bridge length.

The results that were proposed is to reduce the light with the use of seismic dissipator (adjustable tubular struts) in order to reduce the central length by placing these supports definitively and with this it came to comply with the minimum deformations, for the effects of the shear and moment effort that is generated when supporting the adjustable tubular struts.

Concluding that the structural increase in the seismic dissipator (adjustable tubular struts) with respect to the maximum stress of the moment and cutting offered by the heatsink in each of the structural elements (main beams of post-tensioned concrete) was reached in a favorable increase with reference to the existing resistance of the same.

Keywords: Structural contribution, seismic dissipator.

I.- INTRODUCCIÓN

La destrucción se produce por infortunio y el daño a elementos estructurales mayores por eventos sísmicos, ya que estos absorben la magnitud recibida del sismo, tiene un origen jerárquico de daño a la vida humana. A raíz de estos hechos, los países considerados objetivamente afectados han partido de la obligación de reducir las provisiones por terremoto mediante el relevamiento, investigación e implementación de disposiciones recientes para poder asegurar estructuras más precisas, en el caso de aisladores y disipadores, mecanismos sobre la base de la superestructura y la infraestructura de puentes, admitidos para reducir los daños causados por estos eventos causan, aumentar la defensa sísmica.

A raíz de estos eventos, la pérdida real de países se originó en la necesidad de reducir la inseguridad sísmica proponiendo, siguiendo e implementando los procedimientos existentes para aceptar el refuerzo. Las estructuras son más infalibles, este es un aislante y disipador de fuerzas, las herramientas están ubicadas en la superestructura e infraestructura del puente, adecuado para reducir la degradación causada por estos. Este evento provoca una mayor protección contra los terremotos (Karavasilis, 2012).

En el Perú, un país que se debe implementar nuevas tecnologías de sismo - resistencia para hacer más seguras las edificaciones y evitar desastres que pueden resultar principalmente en pérdida de vidas, ya que cuando se presenta este movimiento pueden causar grandes daños, considera todas las edificaciones de construcción nacional sin código de construcción sísmico vigente E.031 Aislamiento sísmico (consolidado en 2019), o en el peor de los casos, sin código estándar anterior.

Es un gran desafío y una gran responsabilidad para los ingenieros y todos los involucrados en el desarrollo de la infraestructura del país trabajar juntos para encontrar soluciones basadas en las condiciones locales para proteger más

infraestructura y sociedad. Las técnicas de control de la respuesta sísmica son medidas preventivas porque el deterioro estructural por posibles futuros terremotos se gestiona y controla mejor (Oviedo, 2010).

Por lo tanto, este enfoque implica el uso de sistemas de control pasivo para generar un diseño de puente vehicular, lo que ayuda a demostrar un método viable en el que se pueden identificar mejoras en la respuesta de las estructuras vehiculares con eventos sísmicos teniendo en cuenta las consecuencias de la construcción no intencionales. Se toma como referencia un puente en Piura (Puente Grau Km. 992 + 345), donde se aplicará el sistema.

Con lo anteriormente mostrado surge el problema general: ¿Cuál es el análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico en Piura, 2022? Y las preguntas específicas: ¿Cuál será la magnitud de disipación de energía sísmica en un puente vehicular de concreto postensado en Piura, 2022?, ¿Cuál es la varianza en la resistencia a flexión de las vigas de concreto postensado del Puente Grau en Piura, 2022? Y ¿Cuál es la evolución de la resistencia a compresión de las vigas de concreto postensado para el Puente Grau en Piura, 2022?

Tal como se desarrolla esta investigación tiene valor científico, porque el eje es el elemento de la modernidad y el desarrollo, en el país esta estructura es el medio de transporte que permite a las personas trasladarse de un lugar a otro, sobre todo para garantizar una mayor seguridad. Para llevar a cabo la investigación se utiliza el software CSi Bridge 22 para la modelación, contribuyendo a la implementación de esta tesis.

En el desarrollo de este estudio se incluyó la legitimidad social, ya que el eje es un factor de modernidad y desarrollo de la actividad social, y la mayoría de las ciudades del Perú se ubican en la región de riesgo sísmico moderado a alto, se necesitan investigaciones y análisis que permitan un sistema de diseño estructural, en cuyo caso los puentes pueden brindar mayor seguridad sísmica y proteger la vida de todos los ocupantes que utilizarán estas estructuras.

Se trata de un debate práctico ya que podría paliar el problema de las estadísticas de inmigración ya que estaban poniendo en peligro su vida en el trato de los asistentes de información. Y es solo modales proporcionar requisitos ópticos específicos para que los conductores y peatones superen las colisiones, especialmente teniendo en cuenta la pérdida de circulación del usuario, la gentrificación, las creencias y la facilidad de uso.

Este estudio incluye justificación ecológica y su función es brindar seguridad y por lo tanto no ocasiona efectos adversos al medio ambiente.

El objetivo general poseído en el presente estudio tiene por finalidad, determinar cuál es el análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico en Piura, 2022. Por otra parte, surge la formulación de los siguientes objetivos específicos; Evaluación de reducción de desplazamiento lateral por solución nominal a flexión. Determinación de la variación de la resistencia a momento de la viga principal de concreto postensado del puente Grau mediante la aplicación de solución de disipador sísmico. Determinación de la variación de la resistencia a corte de la viga principal de concreto postensado del puente Grau mediante la aplicación de solución de disipador sísmico.

La presente investigación formula la siguiente hipótesis general: el análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico, mitiga los posibles desplazamientos horizontales al implementar estos sistemas, en Piura, 2022. Así mismo, se plantea las hipótesis específicas, la aplicación de aisladores sísmicos reduce los desplazamientos laterales que pueden ocurrir durante la implementación de estos sistemas. La resistencia a flexión de las vigas de concreto postensado del puente Grau presenta una variación moderada. La resistencia a compresión de las vigas de concreto postensado del puente Grau ha aumentado significativamente.

II.- MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de conocer mejor el tema de estudio se tomó en cuenta las investigaciones en **internacionales:**

Villavicencio (2015) en su tesis. *Análisis sísmico estructural comparativo de edificaciones con aisladores originales de fricción y elásticos, para diversos tipos de suelo en Ecuador* en la Universidad Politécnica Nacional. Para ello, se realizó la comparación de aisladores elásticos y friccionales, para diferentes suelos en el Ecuador. Se concluye que, para usos prácticos, mantener aisladores de las mismas características, forma y tamaño, ya que es más preciso para el capital generado al no estimar los costosos ensayos de cada mecanismo antes de contar con un proyecto final.

González (2015) en su tesis. *Puentes afectados por suelo licuado por sismo 237F* en la Universidad de Chile. Su propósito es proporcionar una lista de puentes que muestran licuefacción después del terremoto de 27F. En conclusión, para el análisis de licuefacción, según las estadísticas, 15 puentes y 5 viaductos han sido afectados por derrumbes o vialidades por este fenómeno en terreno natural.

Ñañez y Hernández (2019) en su tesis. *Estudio Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio Modelo con Aisladores Sísmicos y Marcos Rígidos* en la Universidad Católica de Colombia. Su objetivo es evaluar la resistencia sísmica de una estructura, ya en altura y diseñada en el marco de la NSR-10, en la que se implementará un sistema de disipador sísmico para análisis comparativo. Concluyendo que la respuesta del aislamiento incluye la absorción y disipación de la energía generada durante el sismo sin afectar las partículas sólidas, el daño a la estructura será mínimo y se minimizará la integridad de la estructura, y la estructura

no se verá afectada. La atención inmediata de un especialista puede verse afectada.

Para conocer mejor el tema de investigación se tomó en cuenta las investigaciones en ámbitos **nacionales**:

Korswagen, Arias y Huaranga (2012) en su tesis. *Análisis y diseño estructural utilizando un aislador sísmico peruano* en la Universidad Católica de Pontificia, Perú. Su objetivo es comparar el comportamiento de varios modelos para determinar el efecto de los aisladores; Rediseñe las estructuras de aislamiento sísmico, evalúe las diferencias de diseño finales y establezca pautas sólidas para determinar la viabilidad estructural de incorporar disipadores sísmicos en las estructuras. La conclusión de que el aislamiento sísmico es beneficioso en la mayoría de los casos significa que las estructuras altamente periódicas, como las estructuras disipadas, no amplifican la aceleración.

Fuentes, (2015) en su tesis. *Análisis sísmico de un edificio con refrigerante líquido viscoso* en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Su objetivo es examinar el análisis dinámico de estructuras con disipadores de calor, el análisis de la respuesta espectral y la historia de la respuesta en el tiempo. Brevemente, el comportamiento de los fluidos viscosos sumergidos se puede representar a nivel macroscópico utilizando el modelo viscoelástico de Maxwell, que consiste en un amortiguador no lineal conectado en serie por un resorte.

Fliederer, (2014) en su tesis. *Análisis comparativo del uso de un sistema bipartido en voladizo in situ utilizando carros prefabricados y mamparas prefabricadas, para la construcción de los tableros laterales de la segunda parte de la primera línea del Tranvía de Lima Metropolitana* de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Su objetivo era desarrollar un análisis comparativo entre el sistema avanzado de vagones para la carga y descarga de piezas en obra y el sistema de piezas prefabricadas aplicado a la construcción de puentes sobre la calle Vía. Evitar, en términos de viabilidad, productividad y facilidad de instalación en obra. En resumen,

el estudio tiene como objetivo desarrollar un análisis comparativo entre el sistema de perfil moldeado in situ y el sistema de configuración llave en mano, aplicado a la construcción de puentes de derivación.

Seguidamente, se describirá la conceptualización del análisis y diseño de puentes con sistemas de aislamiento y disipador, para las zonas altamente sísmicas del Perú.

Sismo se conceptualiza como la sacudida repentina de la tierra que ocurre en la corteza terrestre debido a la liberación repentina de energía en las placas tectónicas, se conoce como terremoto. Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que viajan en todas las direcciones. El punto de partida de un terremoto se denomina epicentro; Es probable que este punto se encuentre a una altitud máxima de unos 700 km dentro de la Tierra. El epicentro de un terremoto es el punto más cercano en la superficie de la Tierra al epicentro. (Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, 2003).

El espectro de respuesta (obtenido del programa acelerador) se puede definir como los valores máximos de respuesta del sistema expresados en función del periodo normal de la estructura. Este es un procedimiento no determinista y es útil para diseñar estructuras que requieren solo el máximo.

La duración adecuada de la estructura se calcula mediante un procedimiento analítico que tiene en cuenta la distribución general de la estructura y su rigidez.

Las pseudo aceleraciones del espectro inelástico generado por la norma peruana de diseño sísmico E - 0.30 para análisis dinámico dependen de los siguientes parámetros:

Z = Es probable que la aceleración máxima del suelo supere el 10 % en 50 años. La zonificación propuesta en la NTE.030 se basa en la distribución espacial de los sismos observados, las características generales de los movimientos sísmicos y su atenuación con la distancia al epicentro.

Factores de Zona	
Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Tabla 1. Valores de Z

El espectro utilizado para el análisis tiene los siguientes parámetros:

$$Z = 0.4$$

$$U = 1$$

$$TP = 0.4$$

$$C = 2.5 \cdot (TP/T) \leq 2.5$$

$$S = 1$$

$$R = 2 \text{ (Para estructuras aisladas).}$$

$$6 \text{ a } 8 \text{ (Para estructuras no aisladas).}$$

El sistema de control pasivo de estructuras es una de las estrategias propuestas en los últimos años para controlar los desplazamientos y las fuerzas de inercia generadas por los puentes durante los sismos. El concepto de control pasivo se basa en el objetivo de reducir las fuerzas sísmicas sobre una estructura y mejorar su recuperación de energía, en lugar de buscar aumentar su resistencia o susceptibilidad a la deformación. (Casa, 2002).

El aislamiento básico es un elemento estructural y son dispositivos que absorben la energía transmitida por un sismo a la estructura a través de fuertes deformaciones. Estos dispositivos pueden venir en muchos tipos y formas

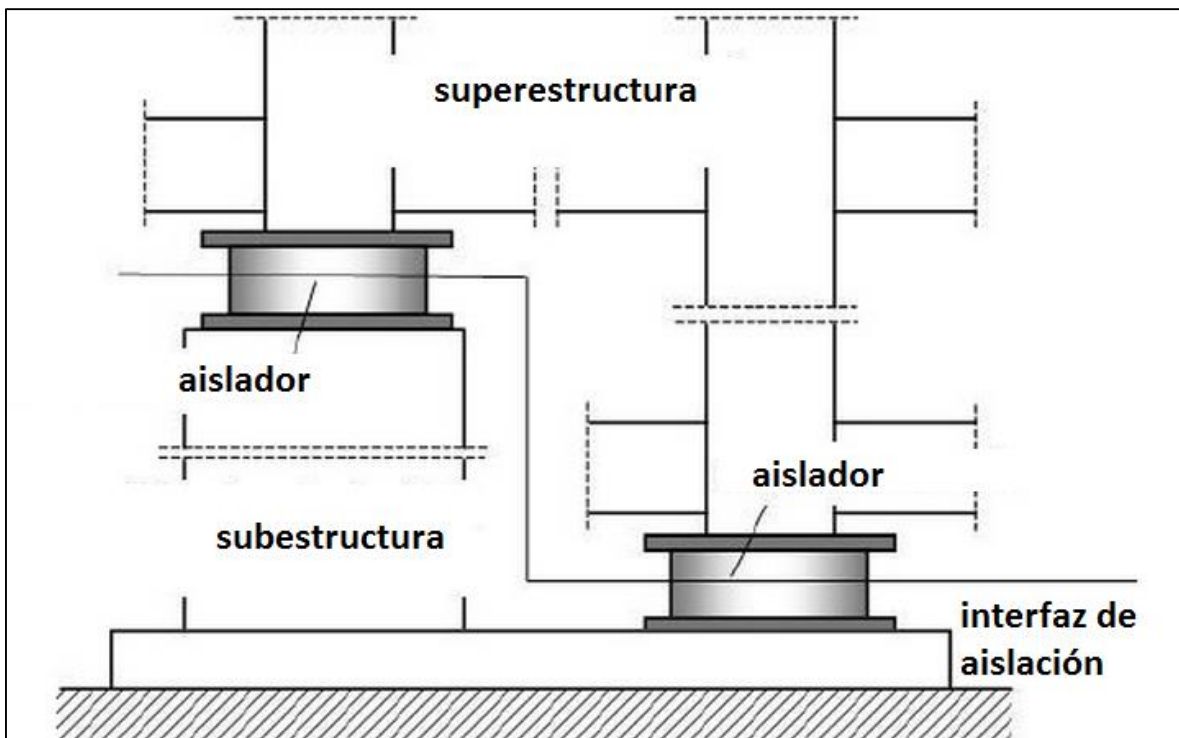
diferentes, sobre todo aquellos hechos de caucho de alta amortiguación, caucho de plomo, neopreno o caucho de fricción. Estos sistemas están diseñados para aislar la superestructura del suelo para reducir la entrada de energía al sistema debido a las ondas sísmicas. Los dispositivos más utilizados son los aisladores elásticos reforzados, las almohadillas de fricción y las piedras de fricción. (Patino, 2007).

Figura 1. Aislante elástico de alta amortiguación.



Fuente. SIRVE, 2016.

Figura 2. Partes del sistema de aislamiento

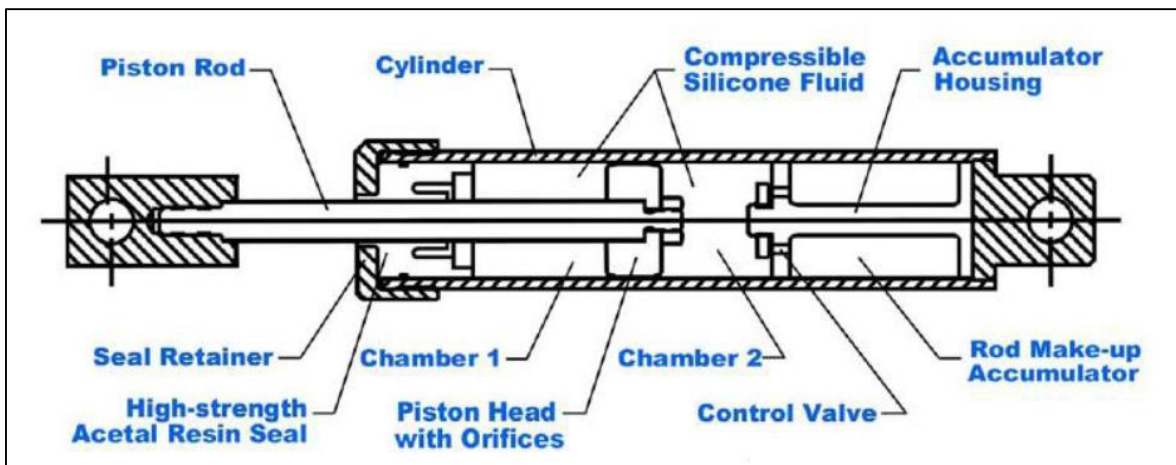


Fuente. KORSWAGEN, ARIAS Y HUARINGA, 2012.

La energía hundida cuya función es disipar la energía acumulada, asegurando que otros elementos de la estructura no se utilicen en exceso, causando daños a la estructura. En otras palabras, los amortiguadores sísmicos brindan a las estructuras un mayor amortiguamiento y realizan su función original de recibir energía del movimiento sísmico debido a la concentración de fuerzas debido a los límites de las placas tectónicas.

En la Figura 3, se muestra el diseño básico del disipador sísmico. Se proporcionarán descripciones breves de las piezas principales basadas en la información proporcionada por el fabricante Taylor.

Figura 3. Elementos de un disipador de fluido viscoso



Fuente. TAYLOR, 1999.

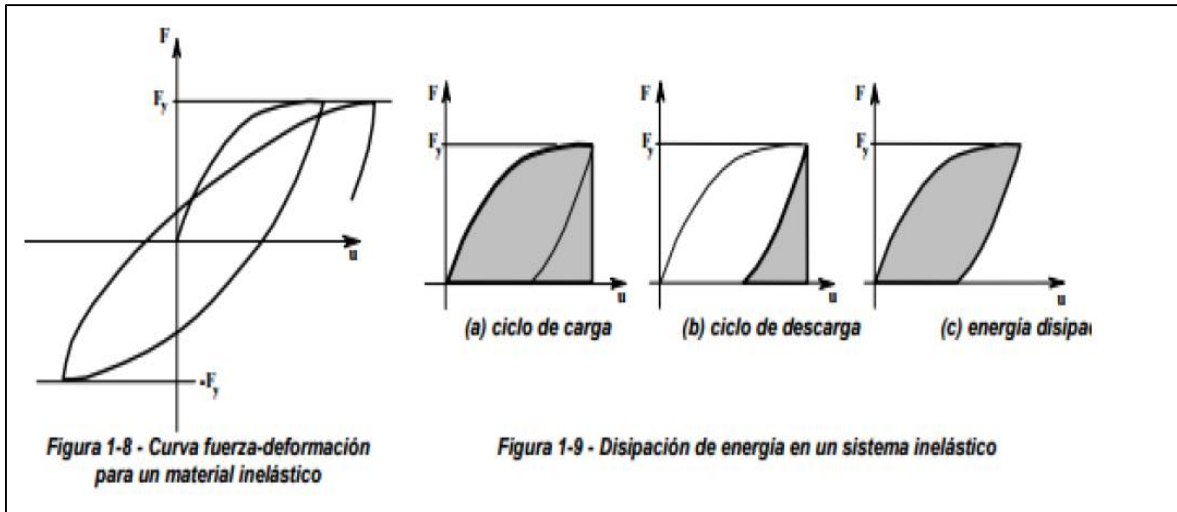
El espectro de diseño es un método de apoyo al estudio estadístico del espectro de respuesta de registros de acelerómetros, simulaciones del movimiento correspondiente de los sismos diseñados. (CPC-14, 2014). El espectro de diseño es una herramienta que permite calcular la edificación, teniendo en cuenta la actividad sísmica de la zona, las condiciones de respuesta local al terreno y las características de la estructura (período de vibración). (Dávila, 2016).

Las microondas sísmicas implican generar una topografía que se comporte de manera similar durante un terremoto, para determinar recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificios con precipitación. Para cada región, además de determinar la fuerza sísmica potencial, es necesario identificar los tipos de fenómenos relevantes que pueden ser causados por los sismos, tales como deslizamientos, movimientos prolongados o latentes. líquido en el suelo. (Dávila, 2008).

Una histéresis es el fenómeno en el que una o más características físicas se relacionan de una manera que depende de su historial conductual pasado. En general, se refiere al comportamiento de los materiales estructurales cuando se someten a esfuerzos o deformaciones fuera del rango de comportamiento lineal o elástico. La mayor parte de la energía que puede disipar el material estructural se

encuentra en la región de respuesta inelástica en comparación con la región dentro de los bucles de histéresis. (CPC-14, 2014).

Figura 4. Esquema comportamiento histéresis.



Fuente. GARCÍA,1998.

Un puente es una estructura que forma parte de una carretera, vía férrea y tubería, construida sobre una depresión, un río u otro obstáculo.

Por tanto, el puente se compone principalmente de dos piezas, la superestructura o conjunto de piezas que se cruzan entre el estribo y la subestructura (almohadones o apoyos), formada por pilotes que soportan directamente los tramos anteriores, estribo o pilote colocado al final del puente, conectado al puente y la cimentación, o un soporte para pilares y pilotes que se encargan de transmitir toda la fuerza al suelo.

La losa del tablero está sujeta a cargas dinámicas directas y transmite la fuerza a las columnas y cerchas a través del refuerzo. Los rigidizadores trabajarán en flexión (vigas), tracción (cables), flexión y compresión (soportes y rigidizadores). Los cimientos submarinos son una de las partes más difíciles de la construcción de puentes y, a menudo, se encuentran pilotes de cimientos debido a la dificultad de encontrar suelo comprimible. Los sustratos deben soportar cargas y sobrecargas

permanentes sin hundirse y ser insensibles a los efectos de factores naturales, vientos e inundaciones importantes (Claros y Merovia, 2004).

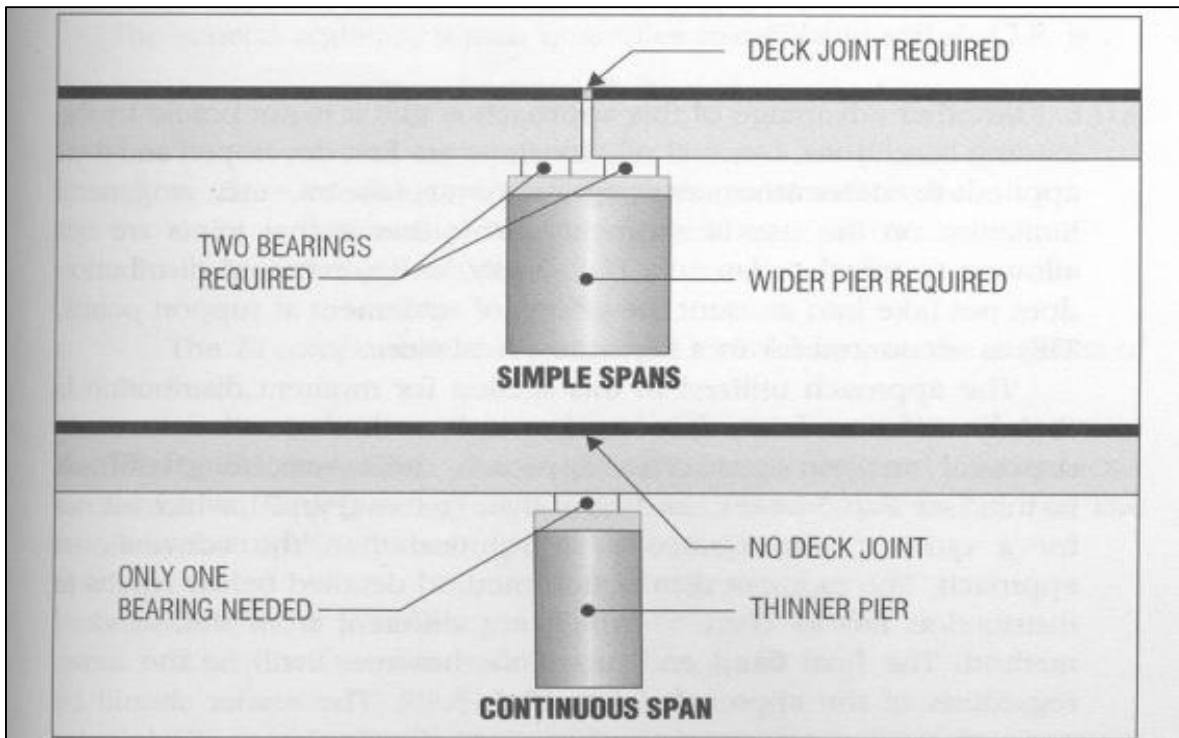
Tabla 2: Cuadro evolutivo de los puentes.

SIGLO	DESCRIPCION		
	DISEÑO	MATERIAL	NORMATIVIDAD
XVI	Puentes colgantes, puentes Suspendidos.	Madera, piedra.	No existía.
XVIII	Puente Viga.	Madera, piedra, concreto.	No existía.
XIX	Puente Viga, Losa, Atirantado.	Madera, Piedra, Concreto, hierro, Acero	No existía.
XX	Puente Colgante, Puente Viga, Puente Arco, Atirantado, Levadizo, Preeforzado, etc.	Madera, piedra, mampostería, concreto, acero, aluminio, etc.	AASHTO, NTC
XIX	Puente Colgante, Puente Viga, Puente Arco, Atirantado, Levadizo, Preeforzado, Losa, Eléctricos, Puentes inteligentes. etc.	Madera, piedra, mampostería, concreto, acero, aluminio, Acero, etc.	AASHTO, Manual de Diseño de Puentes 2003, NTC, etc.

En este Cuadro se ha presentado la evolución de los puentes a lo largo de la historia.

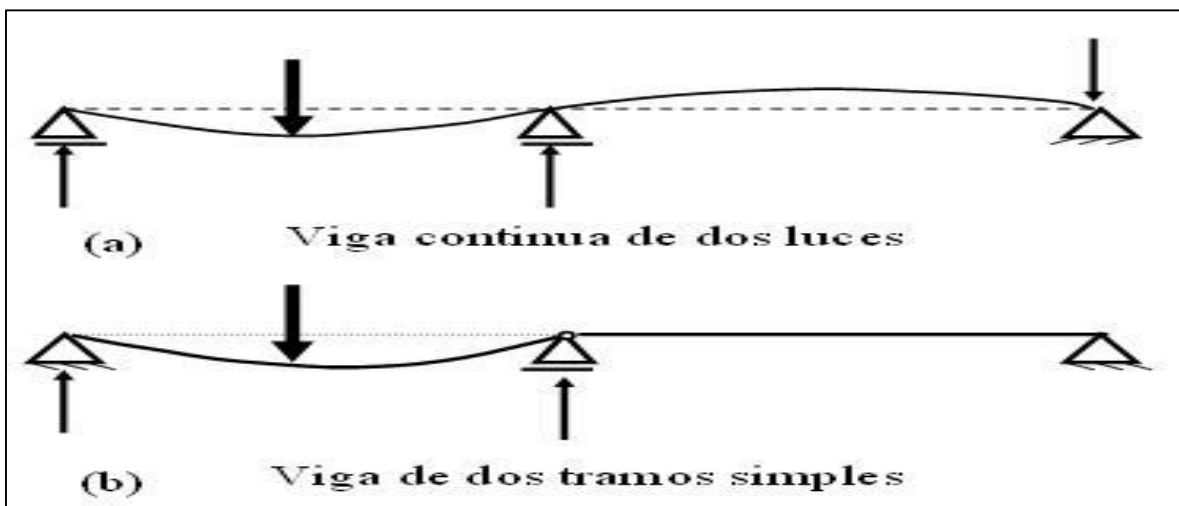
Un puente continuo es un análisis de paquetes persistentes que es algo complicado por la continuidad del miembro en el soporte. Sin embargo, el uso de varios programas de análisis permite cálculos fáciles, mientras que el ingeniero de diseño aún necesita conocer los métodos analíticos simples manualmente.

Figura 5. Componente de un sistema continuo.



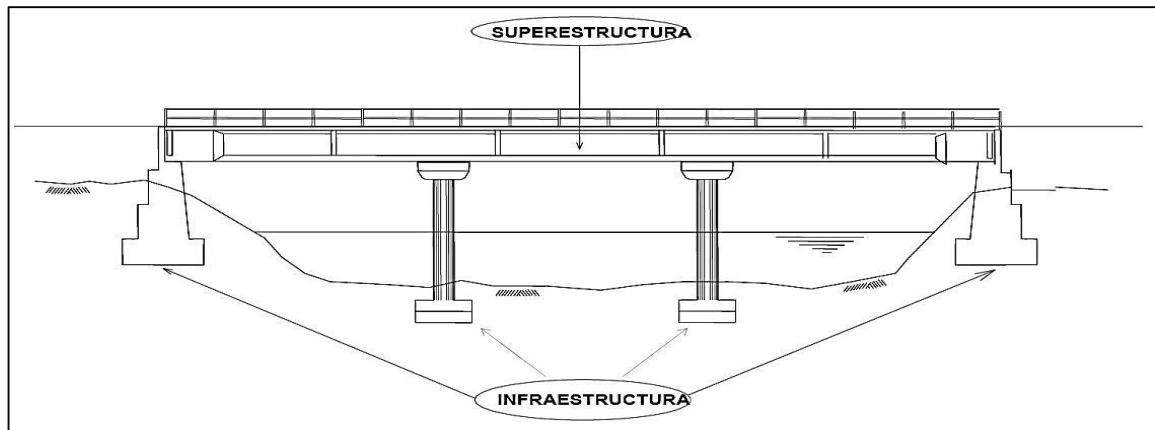
Fuente. TONIAS,1995.

Figura 6. Viga continua y con tramos simples.



Fuente. ARELLANO,2008.

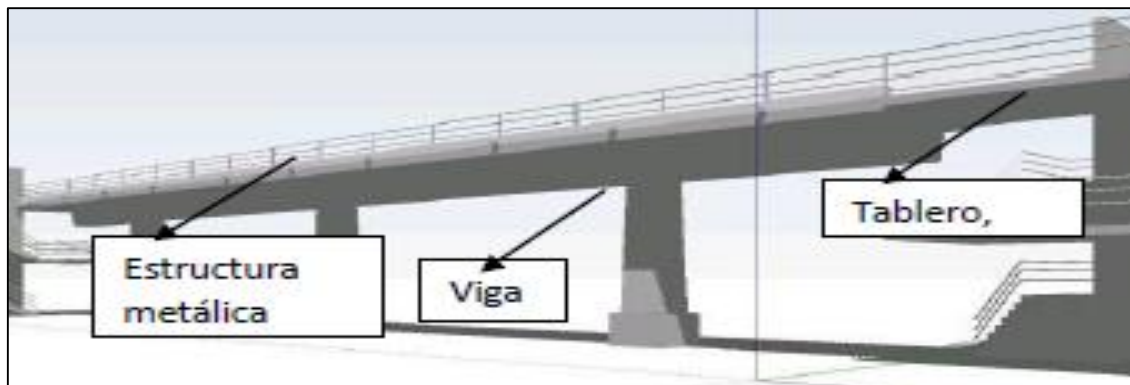
Figura 7. Partes de un puente.



Fuente. CABRERA,2010.

Una superestructura es una parte de la construcción sobre el suelo, ubicada sobre el tablero y construida sobre vigas como losas, vigas y acero estructural. Como los elementos estructurales que componen la sección transversal, sujetan y conectan los desniveles entre uno o más huecos, dependerá el espaciamiento. Está formado por la losa del deck (losa de piso) la cual está sujeta directamente a la carga y resistencia del pórtico; Las superestructuras incluyen: losas, vigas y estructuras metálicas (Tapias y Pinzón, 2014).

Figura 8. Superestructura de un puente, componentes principales.

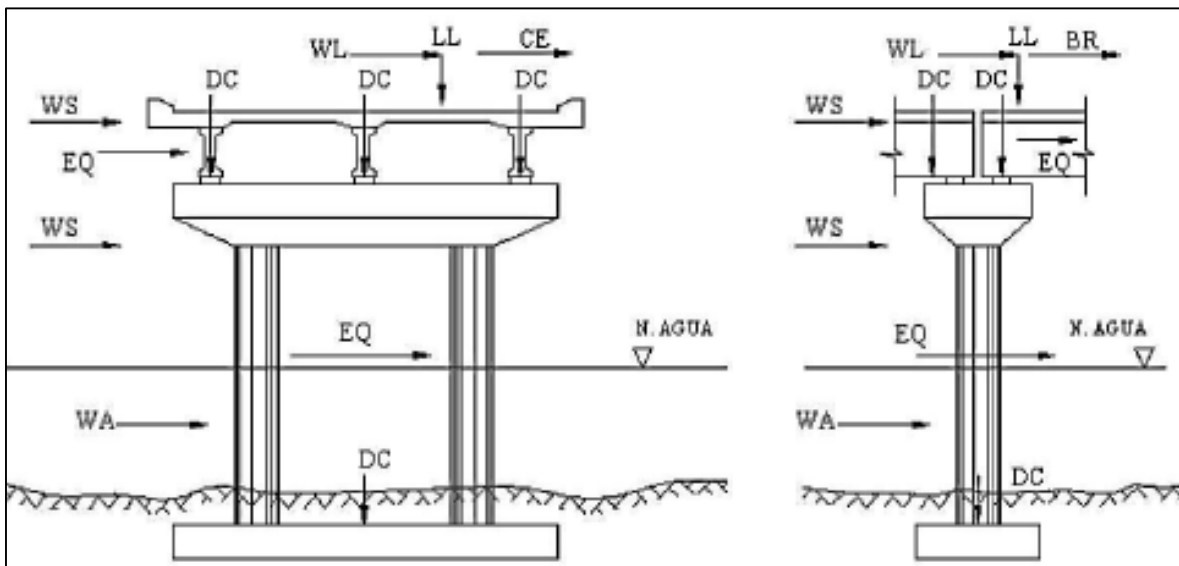


Fuente. TAPIAS Y PINZON, 2014.

Una infraestructura es la parte subterránea del edificio, incluyendo las cerchas y pilotes centrales. Son ellos quienes soportan la horizontal y todas las cargas en la parte superior e incluyen todos los elementos necesarios para soportar la superestructura” (Manrique, 2004).

Los pilares pueden ser el soporte intermedio o el soporte final de la superestructura del puente dependiendo del tipo de puente. Además, estas estructuras deben poder soportar la presión del puente, la presión del agua, las fuerzas sísmicas y los vientos. Estas cargas actúan tanto vertical como horizontalmente (MTC, 2003).

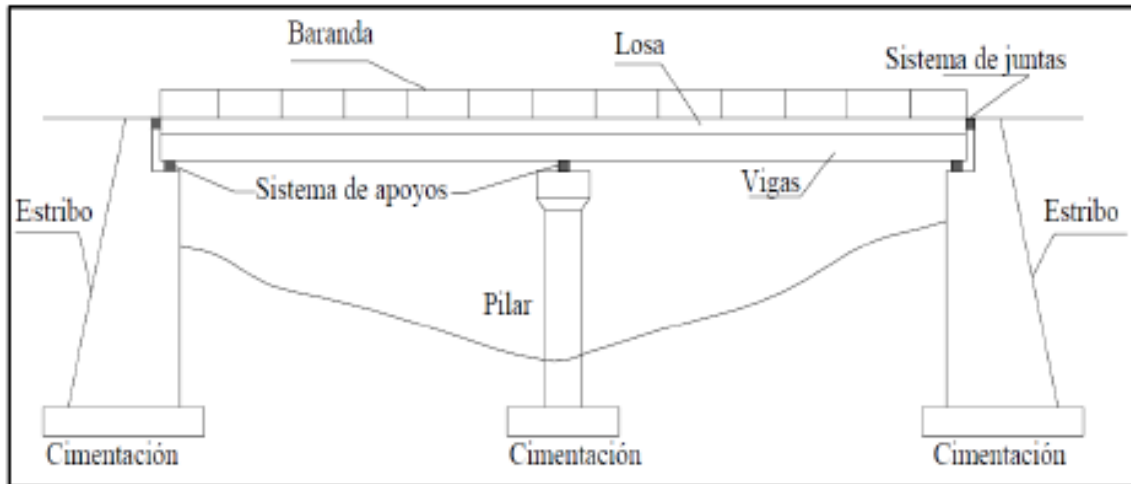
Figura 9. Tipos de fuerzas que actúan sobre pilares. Abreviaturas utilizadas por AASHTO



Fuente. MTC, 2003.

Los puentes de vigas son los más comunes. Estructuralmente, también son más simples y se pueden separar en puentes de soporte individuales. Puente en voladizo, puente de vigas continuas, puente de vigas continuas parciales; En la estructura de puente de marcos, tenemos: marco de viga de cuña, marco de persiana, marco de conexión, marco en T, marco de patas laterales y marco de patas laterales nervadas (Seminario, 2004).

Figura 10. Elementos de un puente tipo viga



Fuente. MANRIQUE, 2004.

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

Este tipo de investigación aplicada se enfoca en resolver problemas donde el aislamiento sísmico se separa horizontalmente de la estructura del suelo, los sistemas y dispositivos de aislamiento se utilizan para lograr metas y objetivos, y este criterio puede modificarse para adaptarse a las necesidades o preferencias del diseñador. Los aisladores, también conocidos como aisladores sísmicos, son elementos estructurales que son muy flexibles en la dirección horizontal y altamente rígidos en la dirección vertical en respuesta a esfuerzos sísmicos. La estructura sobre el aislamiento se llama superestructura y la estructura debajo se llama subestructura. La fachada aislada es el límite imaginario entre la superestructura y la subestructura (Korswagen, Arias y Huaranga, 2012).

Diseño de investigación:

El diseño de este estudio será experimental, ya que se mantendrá a nivel de diseño, y, por otro lado, el investigador interpretará las deformaciones y distorsiones del puente a través del Software CSi Bridge 22 para reducir la presencia de fisuras en el concreto postensado. Estructuras armadas (Peralta, 2018).

Enfoque de investigación:

Esta encuesta tendrá un enfoque cuantitativo, ya que incluye un conjunto de procesos de análisis técnico. Sin embargo, por un lado, omite una parte importante del proyecto, en la que no hay muchos problemas de cantidad y así sucesivamente, porque el modelo puede o no ser adecuado para la situación real.

3.2. Variables y Operacionalización:

Las variables y operacionalización están constituidas por un conjunto de procedimientos o pasos para desarrollar la medición de los valores de una variable definida conceptualmente, en esta se desea conseguir la mayor cantidad de información posible de la variable seleccionada, con la intención de captar el sentido y en el contexto en el que se encuentra, para conseguir esto se debe realizar una detallada revisión de la literatura existente, la operacionalización de las variables está muy unida al tipo de metodología que se usarán para conseguir los datos, los datos deben ser confiables y ser imprescindibles con la finalidad de lograr los objetivos planteados en la investigación, esta puede ser cualitativa o cuantitativa (Espinoza, 2019, p. 175).

Variable cuantitativa 1: Análisis y diseño de puentes de concreto postensado

Definición Operacional: En muchos sentidos, medir las dimensiones de un puente requiere un análisis cuidadoso y, por esta razón, es como resolver un problema matemático en el que el resultado se obtiene realizando pruebas de problemas y usando modelos matemáticos.

Variable Cuantitativa 2: Aislamiento y disipador sísmico

Definición Operacional: Sistemas que actúan como una solución global para dar respuesta a la posibilidad de fenómenos naturales como los sismos. Se utiliza en edificios, puentes y superestructuras en general.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

En el levantamiento actual se tendrá un puente de 210 m de largo, sobre el cruce de la carretera Chiclayo - Piura.

Tabla 1. Longitud en metros del puente Grau, Piura 2022.

	Ensayo						Total
	1 tramo	2 tramo	3 tramo	4 tramo	5 tramo	6 tramo	
Patrón	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m	210 m
TOTAL							210 m

Muestra:

En la investigación presente se tendrá una muestra y estará integrada por los 210 m de longitud de puente.

Muestreo:

En la presente investigación se tomará una muestra no probabilística por conveniencia debido a que la elección de los peatones en la zona de intersección no depende de la probabilidad, como se prepararon antes.

Unidad de análisis:

Aislador y disipador sísmico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica de recolección de datos: La técnica utilizada en este estudio fue la observación libre de los participantes, para el desarrollo de este proyecto se contó con libros, tesis, informes, artículos, revistas, normas y otros documentos. Para información relevante para la investigación, esta nota se relaciona con el movimiento promedio diario de peatones en el estudio o área de influencia en cuestión.

Instrumento de recolección de datos: En este proyecto se utilizó el Manual de Observación como herramienta de recopilación de la información necesaria, ya que se utilizaron los formatos necesarios para revisar cada experimento realizado.

3.5. Procedimientos:

Primero: Incluye el estudio de disipadores sísmicos, así como un estudio del uso actual de estos dispositivos en el Perú.

Segundo: Consulte a expertos durante las investigaciones de campo y busque información sobre el uso de sistemas alternativos de control sísmico, como aisladores y disipadores. Además de la normativa aplicable, pueden proporcionar información necesaria para la recogida en el país.

Tercero: Además, se construirá el prototipo con el software CSi Bridge 22, una losa común y una viga puente entre cercha y losa. Además de un modelo con sistema de buceo, fue diseñado en la localidad de Piura. Para la separación sísmica exacta se establece en la normativa peruana. Se trata de comparar desplazamientos y valorar si existe diferencia de tiempo entre la oscilación y otras oscilaciones, entre otros parámetros, se recogerán en el análisis y conclusión.

Cuarto: Comparar y evaluar las normas de diseño existentes en las Normas Peruanas de Diseño E-030 y E-031 (Normas de Resistencia Sísmica 2018 y 2019), (Normas Peruanas de Diseño de Puentes) MTC-2016. Una vez completada la fase de creación del diseño, se continuará con la evaluación cuantitativa y de comportamiento de los modelos implementados, análisis de resultados y conclusiones.

Quinto: Crear un documento final que incluya conclusiones y recomendaciones.

Preparar artículos y carteles.

3.6. Método de análisis de datos:

Analizar los datos a realizar para la técnica de imagen, similar al siguiente:

Reunir la información disponible.

Estudio de factibilidad.

Aplicación de software CSi Bridge 22 para el diseño.

Configuración del descriptor de memoria de cálculo.

Desarrollar la memoria computacional.

Elaboración de planos generales y de detalle.

3.7. Aspectos éticos:

Las normas éticas se encuentran dirigidos por el principio de la justicia, que procura la amabilidad con igualdad y tener en cuenta a la hora de resolver, considerando los valores.

El Código de Ética se sigue estrictamente porque se basa en el supuesto de que las diferentes tecnologías afectan la calidad de vida de las personas en todo el mundo. Los académicos respetan los derechos de propiedad intelectual de los investigadores independientes, por lo que no existe posibilidad de plagio parcial o total del trabajo de autores externos. Este estudio es científicamente riguroso porque fue diseñado con una secuencia rigurosa de pasos para recopilar e interpretar datos, así como para analizar cuidadosamente los resultados.

Este proyecto de investigación está realizado, de acuerdo a los principios establecidos en el “Código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo”, con Resolución N.º 0126-2017/UCV, por lo cual se tuvo en cuenta en todo el procedimiento de la elaboración de la tesis, cumplimiento así con los aspectos mencionados en el Artículo 1, ya que se cumple con los estándares máximos de rigor científico, responsabilidad y honestidad.

La presente investigación se basa fundamentalmente en el desarrollo de múltiples aspectos éticos, ya establecidos en la Norma mencionada para lo cual

la obtención de información fue recabada de fuentes confiables, las cuales no se modificaron ni alteraron, así mismo se realizó el citado adecuadamente de los libros, normas, tesis, artículos científicos, etc. La autoría de estos fue respetada.

Con lo expuesto se acredita que:

Se respetó la autoría de los autores de los libros, tesis y artículos científicos, cumpliendo con lo establecido en las normas mencionadas.

Los ensayos necesarios para la elaboración de la presente investigación fueron realizados en un laboratorio que contaba con la acreditación de sus equipos, dando validez a los resultados obtenidos.

IV.- RESULTADOS

El análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico en Piura, 2022.

El puente Grau cuenta con una superestructura conformada por 06 tramos de 35.00 metros cada una y su sección transversal tipo I está constituido en base a 03 vigas de concreto postensado.

Según lo verificado este puente de 03 vigas postensadas contempla esfuerzos de momento y de corte, sin embargo, las deformaciones se excedían los límites permitidos por el reglamento AASHTO. Entonces se planteo reducir la luz con el uso de disipador sísmico (puntales tubulares regulables) con la finalidad de disminuir la longitud central colocando estos apoyos de forma definitiva y con ello se llegaba a cumplir con las deformaciones mínimas, para los efectos del esfuerzo cortante y de momento que se genera al apoyar los puntales tubulares regulables.

Evaluación de reducción de desplazamiento lateral por solución nominal a flexión.

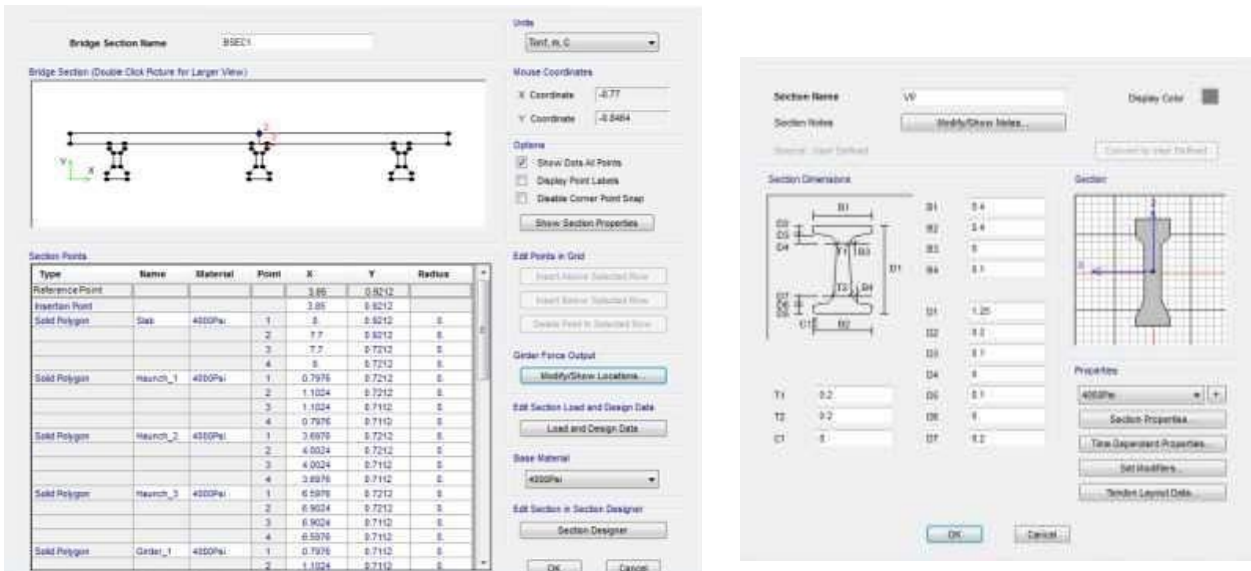


Figura 11. Resultados cálculo de resistencia nominal por flexión.

Fuente. Elaboración propia

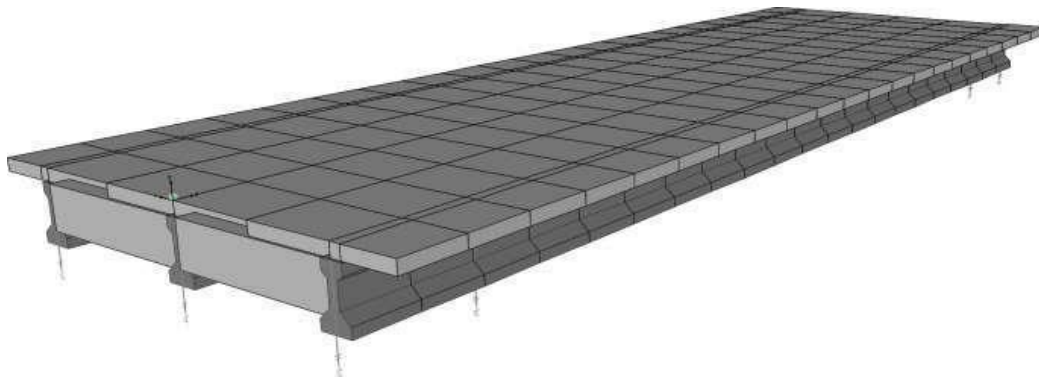


Figura 12. Modelamiento del puente por CSi Bridge.

Fuente. Elaboración propia.

Momento flector último

$M_u = 3,857.60 \text{ kN-m}$

Peralte efectivo de viga

$d_p = 0.82 \text{ m}$

Fuerza de presfuerzo

$F_p = 4,710.13 \text{ kN}$

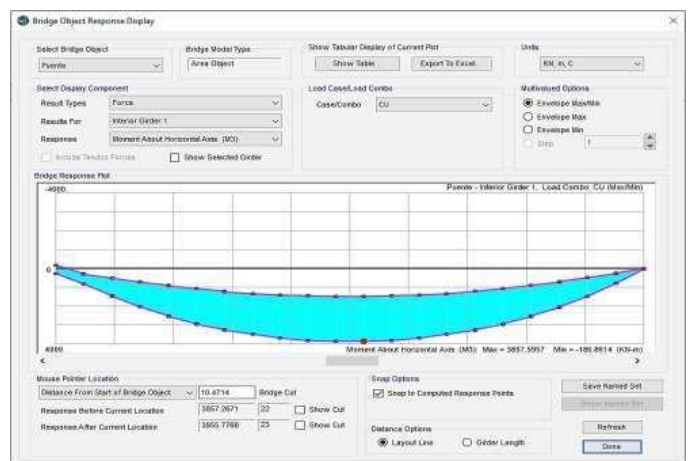
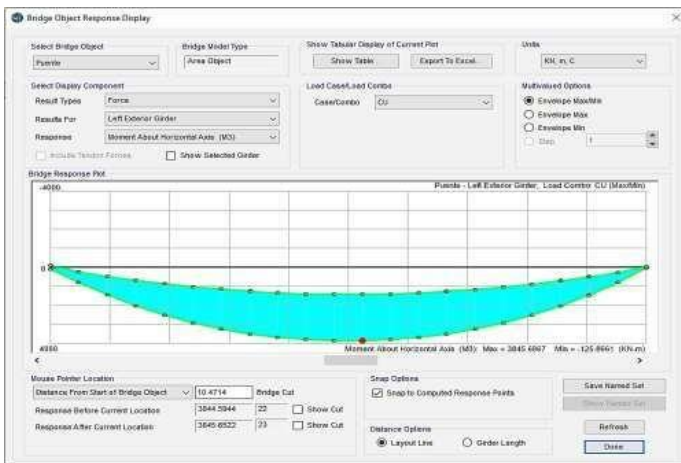


Figura 13. Resultados cálculo de resistencia por flexión.

Fuente. Elaboración propia

Con la fuerza de presfuerzo estimada se determinará el área de los tonos aproximado que se han colocado en cada viga principal, teniendo en cuenta la seguridad del puente.

Momento positivo

$k = 0.28$

$$f_{pu} = 1,860 \text{ Mpa}$$

$$d_p = 1.125 \text{ m}$$

$$A_c = 6.53 \text{ cm}^2$$

$$n_c = 4.00$$

$$A_{px} = 26.12 \text{ cm}^2$$

$$B_1 = 0.85$$

Cálculo de la distancia desde el eje neutro hasta la fibra en compresión:

$$c = 8.95 \text{ cm}$$

$$a = 7.61 \text{ cm}$$

Cálculo de la tensión media en el acero de pretensado:

$$f_{pu} = 1.803 \text{ Mpa}$$

Cálculo de la resistencia nominal en flexión:

$$M_n = 3,677.94 \text{ kN-m}$$

Determinación de la variación de la resistencia a momento de la viga principal de concreto postensado del puente Grau mediante la aplicación de solución de dissipador sísmico.

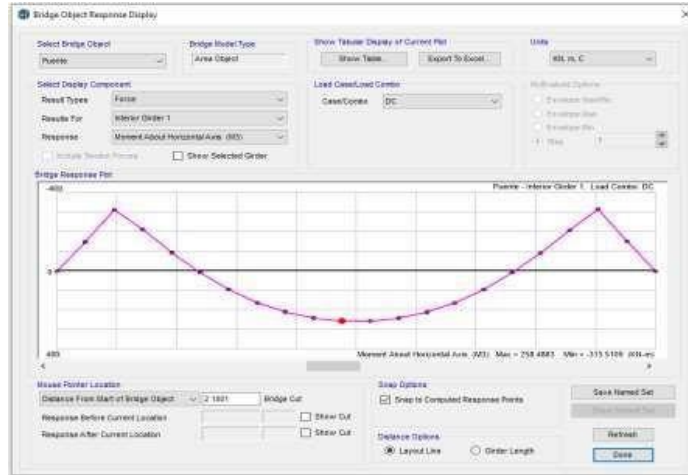


Figura 14. Resultados de cálculo de condición estructural por momento en viga principal.

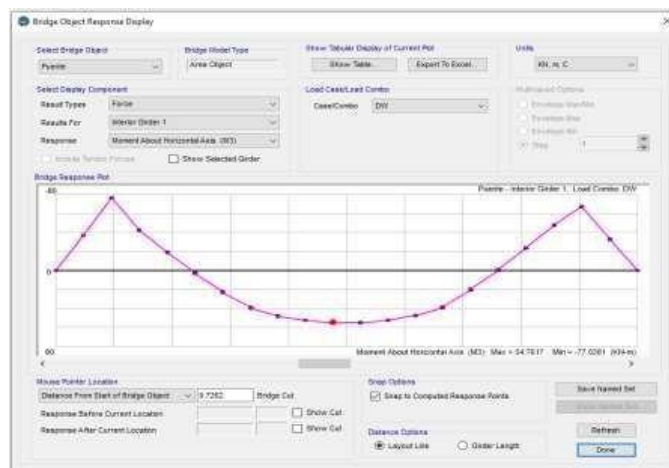


Figura 15. Resultados de acciones internas por cargas. Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4. Condición estructural por flexión en viga principal

Solicitación	Momentos
C	2,942.35 kN-m
DC	315.51 kN-m
DW	77.03 kN-m
LL	846.53 kN-m

$$RF = C - (\gamma_{DC})(D) + (\gamma_P)(P) + (\gamma_{LL})(LL + IM)$$

$$RF = 2.52$$

Verificación por deflexión

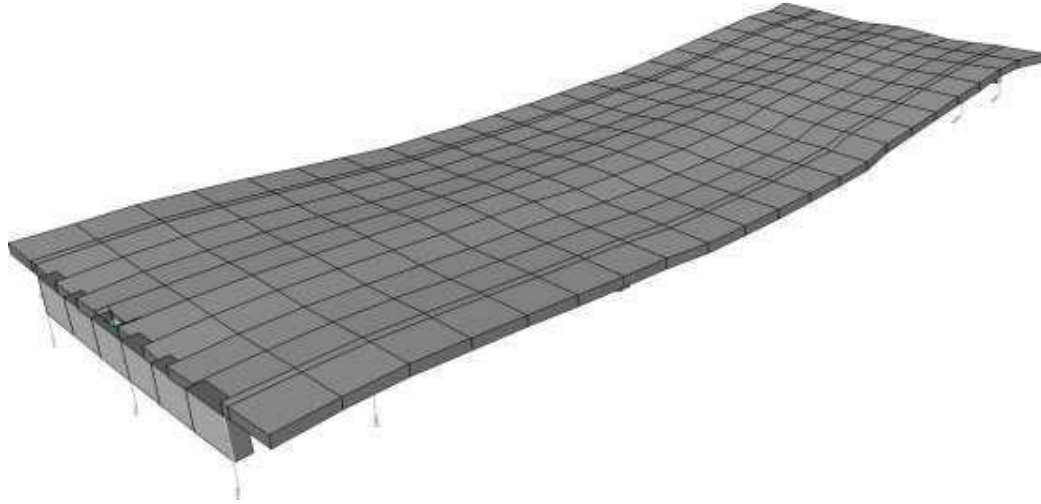


Figura 16. Verificación por deflexión.

Fuente. Elaboración propia

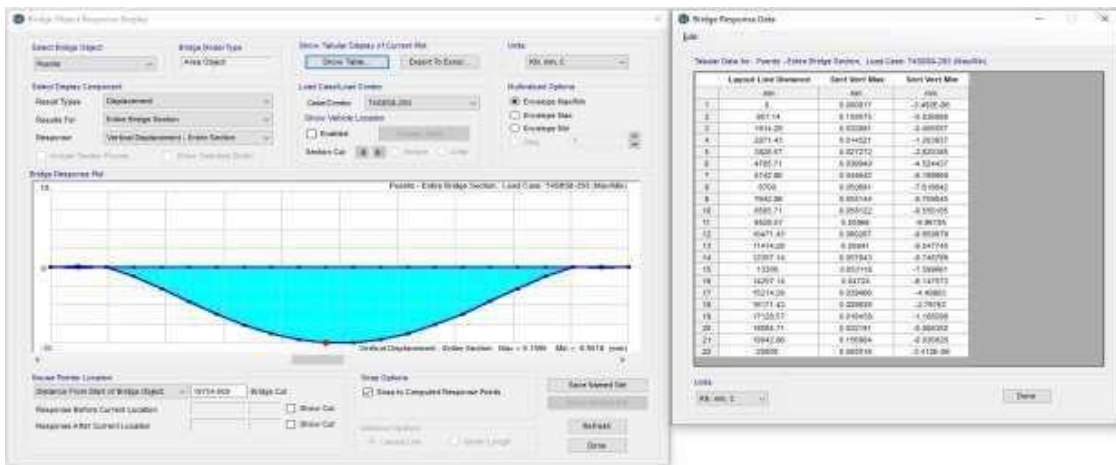


Figura 17. Resultados de verificación por deflexión.

Fuente. Elaboración propia.

Deflexión máxima: $L/800 = 30.00 \text{ mm}$

Deflexión por sobrecarga: $\delta = 9.96 \text{ mm}$

Por lo tanto, el puente pasa las deflexiones considerando puntales tubulares regulables; ubicados a 3.50 m de los ejes de apoyo.

Determinación de la variación de la resistencia a corte de la viga principal de concreto postensado del puente Grau mediante la aplicación de solución de disipador sísmico.

Cálculo de condición estructural por corte en viga principal

Figura 18. Resultados de acciones internas por carga DC

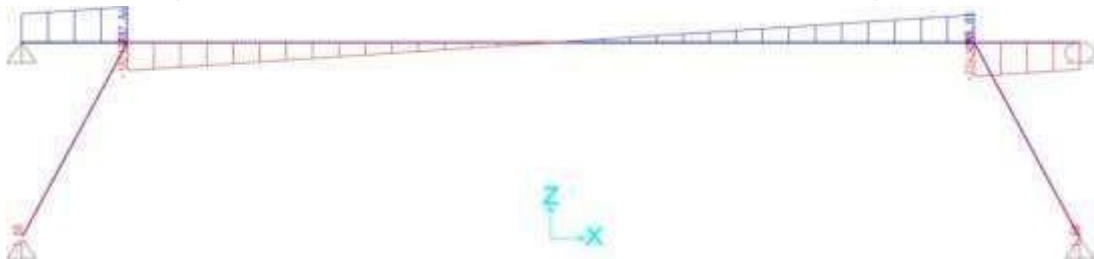


Figura 19. Resultados de acciones internas por carga DW

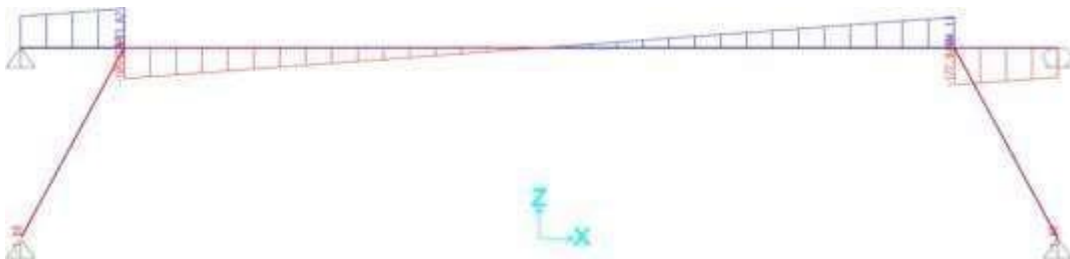


Figura 20. Resultados de acciones internas por carga LL

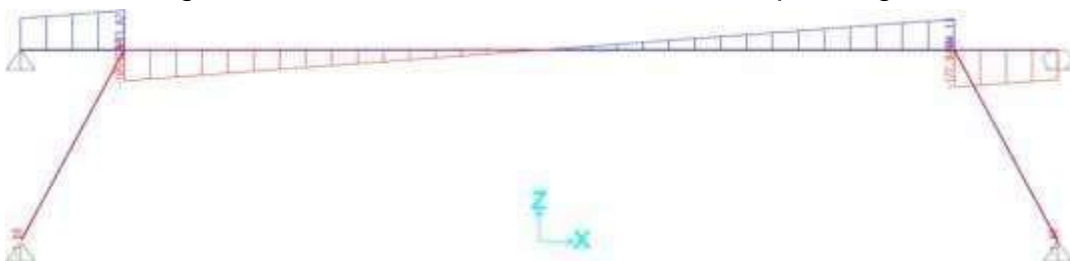


Tabla 5. Condición estructural por corte en viga principal

Cargas	Cortantes
C	619.16 kN-m
DC	237.86 kN-m
DW	133.82 kN-m
LL	366.92 kN-m

$$RF = \frac{C - (\gamma_{DC})(D) - (\gamma_{DW})(D) + (\gamma_P)(P)}{(\gamma_{LL})(LL + IM)}$$

RF = 0.67

V.- DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico, el puente Grau que cuenta con una superestructura de 35.00 metros por tramo con sección transversal tipo I está constituido en base a 03 vigas de concreto postensado. Según lo verificado este puente transmite esfuerzos de momento y de corte, sin embargo, las deformaciones se excedían los límites permitidos por el reglamento AASHTO (L/800). Entonces se planteó reducir la luz con el uso de disipador sísmico (puntales tubulares regulables) con la finalidad de disminuir la longitud central colocando estos apoyos de forma definitiva y con ello llegar a cumplir con las deformaciones mínimas, para los efectos del esfuerzo cortante y momento que se genera al apoyar los puntales tubulares regulables. A lo que Fuentes (2015) fue examinar el análisis dinámico de estructuras con disipadores de energía, este análisis se puede representar utilizando el modelo viscoelástico, que consiste en un amortiguador no lineal conectado en serie por un resorte.

Ambos análisis cumplen con las especificaciones mínimas establecidas en las Normas E – 0.30, E – 0.31; y resulta aceptable que la resistencia lateral de un puente sea solo una fracción de la resistencia requerida para garantizar el comportamiento elástico ideal del puente en un sismo severo. Así mismo, en un momento sísmico, disipan dicha energía a través del paso de fluido viscoso en su interior ocasionando una resistencia al movimiento libre del puente.

El empleo de la metodología para realizar estos cálculos del incremento estructural del disipador sísmico (puntales tubulares regulables) fue la adecuada ya que con respecto al análisis de resultados alcanzados de gabinete se pudo lograr el objetivo alcanzado.

D1. De acuerdo a la figura 11 el cálculo es la siguiente: se tiene una resistencia nominal a la flexión de $M_n = 3,677.94$ kN-m y cálculo de la tensión media en el acero de pretensado $f_{pu} = 1.803$ Mpa. A lo que Korswagen, Arias y Huaranga (2012) quienes en su investigación que realizaron, compararon el comportamiento de

diferentes diseños estructurales determinando la viabilidad de incorporar disipadores sísmicos, ya que no amplifican la aceleración.

Los cuales el uso de disipadores sísmicos (puntales tubulares regulables) son viables para los puentes ya que disipan la energía obteniendo más resistencia y durabilidad de dicho puente.

La utilización de la metodología fue óptima, en los cálculos de la resistencia estructural fue la adecuada, con respecto al estudio de los resultados conseguidos, se logró los objetivos planteados.

D2. De acuerdo a la figura 12 se determinó que la proporción óptima para incrementar la resistencia al momento de la viga principal es mediante disipador sísmico (puntales tubulares regulables), esta proporción de incremento es favorable ya que disminuye la deflexión máxima al momento, disipando su energía del puente. A lo que Ñañez y Hernández (2019) quien con su evaluación a la resistencia sísmica estructural, se implementará un sistema de disipador sísmico para reducir los esfuerzos de momento, ya que al disipar la energía, el daño a la estructura será mínimo y se minimizará la integridad de la estructura, y la estructura no se verá afectada.

Los disipadores sísmicos (puntales tubulares regulables) son viables para su uso en puentes ya que superan el valor mínimo en cuanto a la resistencia existente del mismo. Y con la incorporación del disipador sísmico se logra mejorar las características físico – mecánicas propias de la viga principal.

La metodología usada para el cálculo de este sistema de disipador sísmico (puntales tubulares regulables), fue la adecuada ya que, de acuerdo al análisis y diseño de los resultados obtenidos, se pudo lograr el objetivo planteado.

D3. De acuerdo a la figura 13 se determinó que la proporción óptima para incrementar la resistencia al corte de la viga principal es mediante disipador sísmico (puntales tubulares regulables), esta proporción de incremento es favorable ya que disminuye los esfuerzos al corte, disipando su energía del puente. A lo que Ñañez y Hernández (2019) quien con su evaluación a la resistencia sísmica estructural, se

implementará un sistema de disipador sísmico para reducir los esfuerzos al corte, ya que al disipar la energía, el daño a la estructura será mínimo y se minimizará la integridad de la estructura, y la estructura no se verá afectada.

Los disipadores sísmicos (puntales tubulares regulables) son viables para su uso en puentes ya que superan el valor mínimo en cuanto a la resistencia existente del mismo. Y con la incorporación del disipador sísmico se logra mejorar la características físico – mecánicas propias de la viga principal.

La metodología usada para el cálculo de este sistema de disipador sísmico (puntales tubulares regulables), fue la adecuada ya que, de acuerdo al análisis y diseño de los resultados obtenidos, se pudo lograr el objetivo planteado.

VI.- CONCLUSIONES

1. Dando respuesta al objetivo general, se concluye que el incremento estructural en el disipador sísmico (puntales tubulares regulables) respecto al esfuerzo máximo del momento y de corte ofrecido por el disipador en cada una de los elementos estructurales (vigas principales de concreto postensado) se alcanzó en un incremento favorable con referencia a la resistencia existente del mismo.
2. Dando respuesta al objetivo específico 1, se concluye que las propiedades físico – mecánicas son las siguientes, $M_n = 3,677.94$ kN-m de resistencia nominal a la flexión, $f_{pu} = 1.803$ Mpa en la resistencia a la tensión media en el acero de pretensado, aplicado en los extremos de cada tramo del puente con una absorción de energía al momento y corte.
3. Dando respuesta al objetivo específico 2, se concluye que la proporción óptima para incrementar la resistencia al momento de la viga principal es mediante disipador sísmico (puntales tubulares regulables), incremento favorable ya que disminuye la deflexión máxima al momento, disipando su energía del puente.
4. Dando respuesta al objetivo específico 3, se concluye que la proporción óptima para incrementar la resistencia al corte de la viga principal es mediante disipador sísmico (puntales tubulares regulables), incremento favorable ya que disminuye sus esfuerzos al corte, disipando su energía del puente.

VII.- RECOMENDACIONES

Es recomendado la utilización de los datos presentados para fines prácticos se tomen en cuenta las características del elemento disipador y los demás componentes con los que se trabajaron en el presente estudio.

Se recomienda realizar un transporte del disipador de forma cuidadosa debido a que el personal capacitado pueda sufrir lesiones a su integridad física si no se los maneja de manera correcta.

Se recomienda usar las unidades de disipador en donde exista mínima resistencia a los esfuerzos y deformaciones propio del puente y sus cargas eventuales ya que este fenómeno frecuente puede llevar al colapso del mismo por resonancia.

Es recomendado, que en futuras investigación se haga una determinación de la influencia en unidades elaboradas con proporciones de viscosidad, que pueden ofrecer mayor resistencia.

Para la elaboración de los cálculos estructurales del puente tener en cuenta lo señalado en la norma E-030, E-031, AASHTO-LRFD 2021.

REFERENCIAS

AGUIAR, Roberto, PAZMIÑO, Esteban. Detalles constructivos debido a los aisladores sísmicos en las construcciones de la universidad de fuerzas armadas ESPE, en Ecuador. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras. Publica, 21(2): 2016. ISSN: 1390-0315

OVIEDO, Juan, DUQUE, María. Sistemas de control de respuesta sísmica en edificaciones. Revista EIA. Escuela de ingeniería de Antioquia. 2006. ISSN: 1794-1237.

Para VILLAVICENCIO, Erik. Análisis sísmico estructural comparativo para edificios con aisladores de base tipo elastoméricos y friccionantes, para diferentes tipos de suelos en Ecuador. Tesis (Magister en estructuras). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015, 272 pp.

Para KORSWAGEN, Paul, ARIAS, Julio y HUARINGA, Pamela. Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2012, 104 pp.

Para FUENTES, Juan. Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2015, 105 pp.

Para PFLEIDERER, Christian. Análisis comparativo entre el uso del sistema de dovelas voladizas vaciadas in situ con la ayuda de carritos de avance contra las dovelas prefabricadas, para la construcción del puente evitamiento del tramo dos de la línea uno del tren eléctrico de lima metropolitana. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014, 75 pp.

Para PERALTA, Franklin. Diseño estructural de puentes peatonales sobre la autopista Pimentel-Chiclayo. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Señor de Sipán, 2018, 198 pp.

Para MARTINEZ, Luis. Diseño de encofrado viga cajón de un puente a construirse sobre una quebrada en el departamento de Arequipa. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018, 124 pp.

Para GAGO, Gino, LIMACHE, José. Análisis comparativo del comportamiento estructural entre un puente extradado y un puente atirantado de 220 metros de luz. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019, 172 pp.

Para GONZÁLEZ, Viviana. Puentes afectados por licuefacción del terreno de fundación debido al terremoto 27F. Tesis (magister en ingeniería geotécnica). Santiago: Universidad de Chile, 2015, 246 pp.

Para ÑAÑEZ, Angie, HERNÁNDEZ, Saúl. Estudio comparativo del diseño de la estructura de una edificación típica apoyada sobre aisladores sísmicos y apoyos rígidos. Tesis (título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2019, 93 pp.

Para MANRIQUE, Ernesto, Guía para el diseño de puentes con vigas y losas. Tesis (título de ingeniero civil). Piura: Universidad de Piura, 2004

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Carreteras Diseño Geométrico Dg-2013. Lima, 2013.

MTC. Manual de diseño de puentes. Lima: DGCF, 2003.

MTC. Manual de diseño de puentes. Perú, 2003.

Para ORTIZ, Alfredo. Evaluación del comportamiento vibratorio de puentes peatonales bajo carga peatonal. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.

Para RODRÍGUEZ, Danilo, RODRÍGUEZ, Diego. Diseño y simulación de un puente de acero mediante CSi Bridge 22. Tesis (título de ingeniero civil). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2010.

Para SEMINARIO, Ernesto. Guía para el diseño de puentes con vigas y losas. Tesis (título de ingeniero civil). Piura: Universidad de Piura, 2004.

Para TAPIAS, Javier y PINZÓN, Andrés. Pre diseño para un modelo de puente peatonal en intercepciones viales aplicadas a calzadas de alto flujo vehicular. Tesis (título de ingeniero civil). Bogotá: Escuela de Ingenieros Militares, 2014.

Para KARAVASILIS, Teodoro. Diseño sísmico y evaluación de marcos de acero resistentes al momento con amortiguadores de elastómero comprimido. Tesis (título de ingeniero civil). Japón: Universidad de Western Sydney, 2012.

Para OVIEDO, Juan. Disipadores histeréticos metálicos como técnica de control de respuesta sísmica en edificaciones colombianas. Revista EIA, ISSN-e. 1794-1237, Vol. 6, N°. 11, 2009.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Análisis y diseño de puentes en concreto postensado.	En muchos sentidos, el diseño de puentes se basa en un análisis exacto y, por esta razón, es similar a la resolución de problemas matemáticos, ya que los resultados se obtienen examinando el problema y utilizando modelos matemáticos.	El concreto estructural muestra un gran desempeño y resistencia a la compresión, su principal característica es la resistencia y la durabilidad.	Concreto en estado fresco	Asentamiento	Longitud
			Concreto en estado endurecido	-Resistencia a la flexión -Resistencia a la compresión	Kg/cm ²
Aislamiento y disipador sísmico.	Son sistemas que actúan como una solución global ante la posible presencia de fenómenos naturales como los terremotos. Se utilizan para edificios, puentes y superestructuras en general.	El desplazamiento unitario en el análisis estructural incluye el proceso de determinar la respuesta de una estructura a diversas acciones externas que actúan sobre ella durante su vida útil.	Tipo de desplazamiento	Horizontal	Unidad
			Estado	- Moderada - Alta	Unidad

ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos.

INFORME TÉCNICO DE LOS PUNTALES TUBULARES REGULABLES

**INFORME TÉCNICO DE LOS
PUNTALES TUBULARES REGULABLES
PARA PUENTE GRAU, PIURA, 2022.**

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

El Puente Grau cuenta con una superestructura conformada por seis tramos de 35.00 m. c/u y su sección transversal está construida en base a 03 Vigas de Concreto Postensado, cuya sobrecarga vehicular de diseño es HS-20.

DEL USO DE PUNTALES TUBULARES REGULABLES

Según lo verificado este puente de 03 Vigas Postensadas pasaban los esfuerzos de momento y cortante; sin embargo las deformaciones se excedían los límites permitidos por el reglamento AASHTO (L/800). Entonces se planteó reducir la luz con el uso de Puntales Tubulares Regulables con la finalidad de disminuir la longitud central colocando estos apoyos de forma definitiva y con ello se llegaba a cumplir con las deformaciones. Quedando solo en la zona de apoyo de los Puntales Tubulares Regulables, para los efectos del Esfuerzo Cortante y momento que se genera al apoyar los Puntales Tubulares Regulables.

DE LA INSTALACIÓN DE PUNTALES TUBULARES REGULABLES

Para poder hacer trabajar convenientemente este tipo de estructuras se debe cumplir lo siguiente:

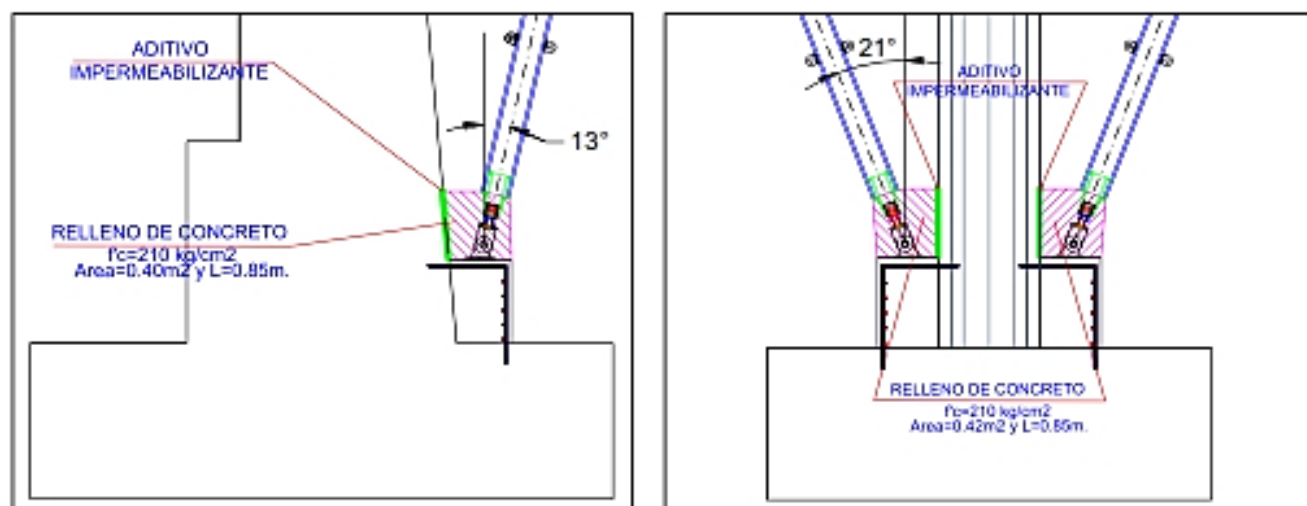
1.- ZONA SUPERIOR DEL PUNTALE TUBULAR REGULABLE

Se tiene previsto colocar planchas metálicas que permitirán conectar el Puntal Tubular Regulable (PTR) con las Vigas de Concreto Postensado. Y a su vez se adhiere a la viga a través de conexiones tipo bridas y 02 perforaciones de $D=20.00\text{mm}$, en el alma de la viga que permitan la fijación de estas planchas metálicas de espesor de 1/2" a la zona de concreto,

2.- ZONA INFERIOR DEL PUNTAL TUBULAR REGULABLE

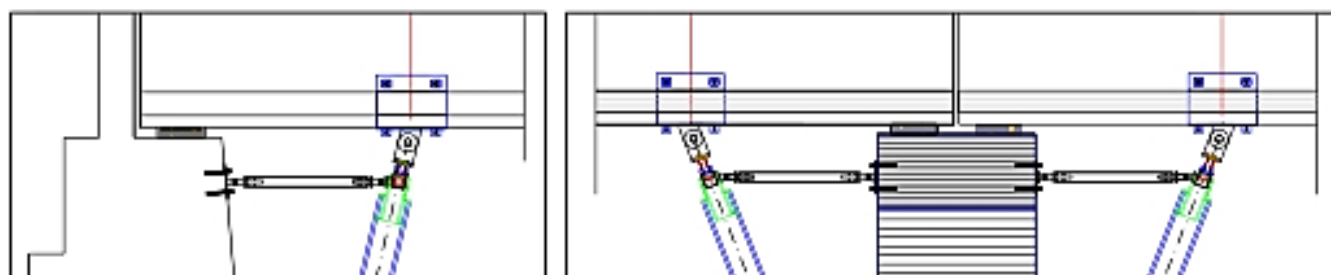
Para tener un apoyo en la zona inferior del PTR se ha previsto construir estructuras de concreto armado con un $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$; donde a su vez estarán adheridas planchas de espesor $\frac{1}{2}$ " con la conexión para el PTR.

Finalmente luego de la instalación y fijación del PTR se colocará concreto con un $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para proteger de la corrosión en la zona inferior del PTR. Y en la unión de concreto nuevo y existente se protegerá con aditivo impermeabilizante.



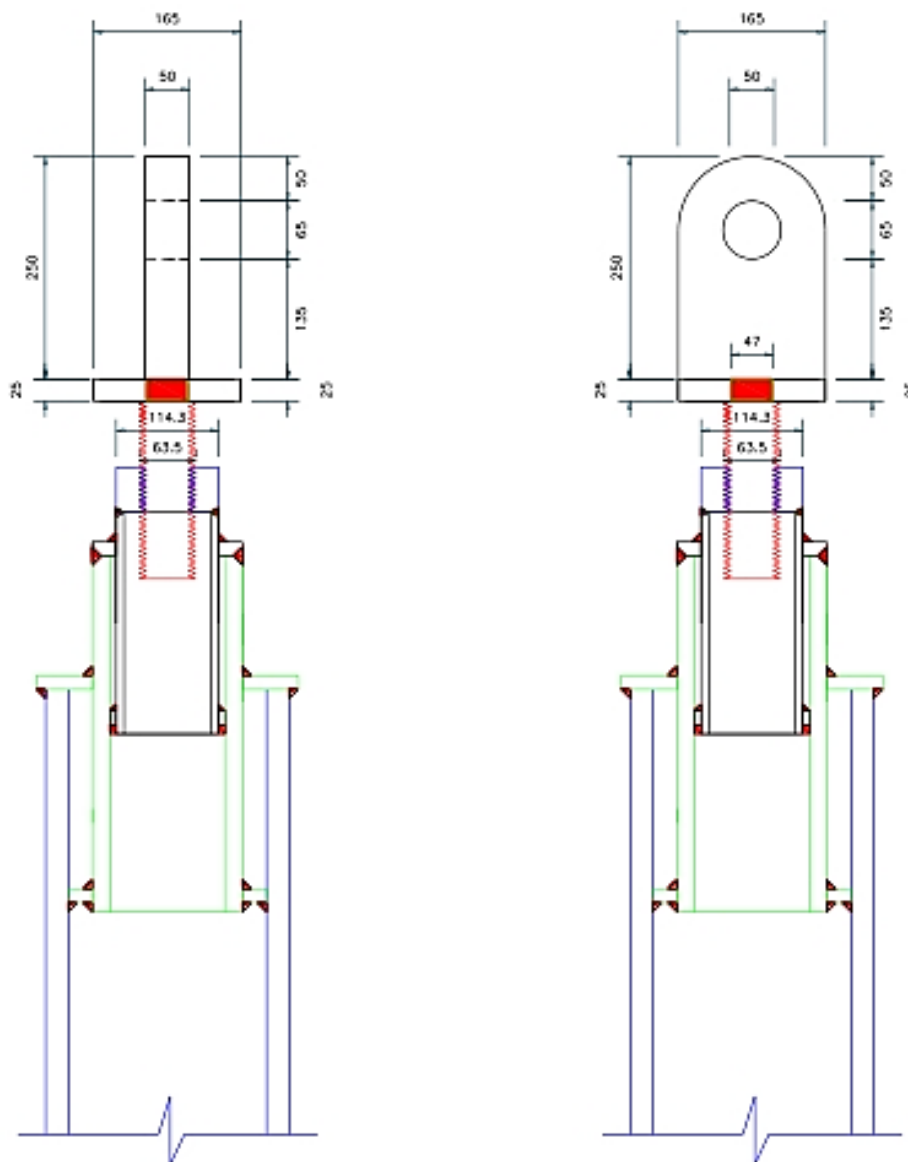
3.- DE LA FIJACIÓN DE LOS PUNTALES TUBULARES REGULABLES

Para la fijación de los Puntales Tubulares Regulables se tiene previsto colocar en la parte superior del PTR bridas de 4" de ancho y espesor $\frac{1}{2}$ " que se aseguran dejando las conexiones para instalar un templador horizontal; el mismo que estará adherido a la viga cabezal del pilar y/o estribo según corresponda.



DE LOS TERMINALES EN LOS PUNTALES TUBULARES REGULABLES

Los terminales están constituidos por el ESPARRAGO de 2 ½" de grado 10.9 y la plancha de unión entre el esparrago y el terminal que es de 165x165x25mm y el terminal es de 165x250x50mm con un agujero de 65mm., están fabricados con Acero Estructural A-709, G-50.



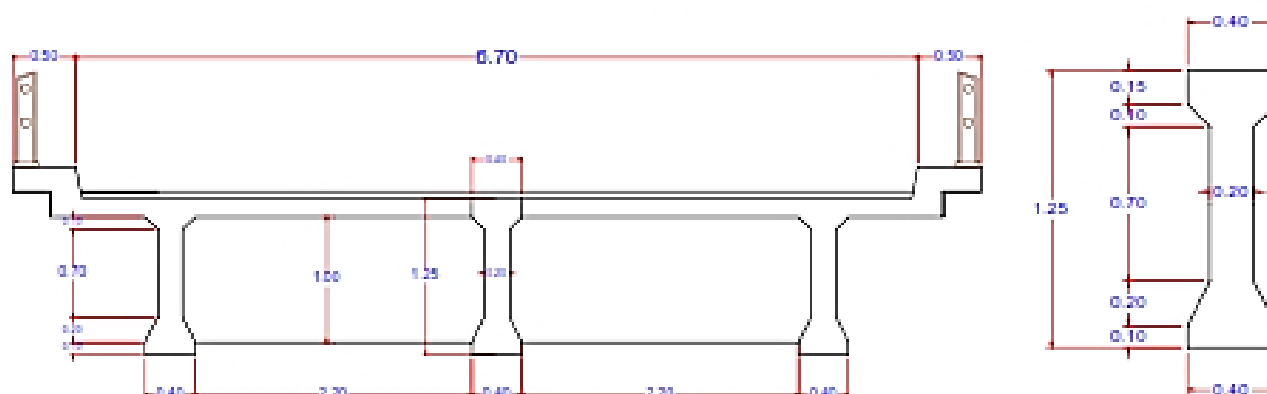
MEMORIA DE CÁLCULO

**VERIFICACION
ESTRUCTURAL CON
APUNTALAMIENTO**

REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

I- CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Sobrecarga de diseño	HS-20
Longitud de viga	$L = 35.00$ m
Separación entre ejes de vigas	$S = 2.60$ m
Ancho de ala efectiva	$b_f = 2.60$ m
Ancho de alma de viga	$w = 0.20$ m
Perfil de viga	$h = 1.25$ m
Perfil efectivo de viga	$d_p = 1.16$ m
Perfil de losa	$t_s = 0.20$ m



II- ESPECIFICACIONES:

*** Concreto Preforzado:**

Resistencia del concreto en viga principal	$f_c = 28.0$ Mpa
Peso específico del concreto en viga principal	$\gamma_c = 24$ kN/m ³
Elasticidad del concreto en viga principal	$E_c = 26,752.50$ Mpa
Resistencia del concreto en losa	$f_c = 21.0$ Mpa
Peso específico del concreto en losa	$\gamma_c = 24$ kN/m ³
Elasticidad del concreto en losa	$E_c = 23,168.34$ Mpa

*** Parámetros del Prestuerzo:**

Resistencia efectiva del acero de pretuerzo	$f_{pe} = 1,138$ Mpa
Resistencia a la fluencia del acero de pretuerzo	$f_{py} = 1,586$ Mpa
Resistencia última del acero de pretuerzo	$f_{pu} = 1,860$ Mpa
Módulo de elasticidad del acero	$E_s = 1.96E+05$ Mpa

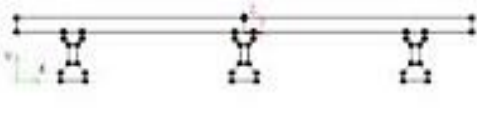
REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

III- CÁLCULO DE RESISTENCIA NOMINAL POR FLEXIÓN:

Modelamiento estructural del puente

Bridge Section Name:

Bridge Section (Double-Click Node for Larger View):



Section Points:

Type	Name	Material	Point	X	Y	Radius
Reference Point				3.89	0.9212	
Reference Point				7.81	0.9212	
Steel Polygon	Sas	4100Pa	1	3	0.9212	0
			2	7.7	0.9212	0
			3	7.7	0.7212	0
			4	3	0.7212	0
Steel Polygon	Reinfor_1	4100Pa	1	0.7919	0.7212	0
			2	1.1024	0.7212	0
			3	1.1024	0.7112	0
			4	0.7919	0.7112	0
Steel Polygon	Reinfor_2	4100Pa	1	3.6979	0.7212	0
			2	4.0024	0.7212	0
			3	4.0024	0.7112	0
			4	3.6979	0.7112	0
Steel Polygon	Reinfor_3	4100Pa	1	4.4979	0.7212	0
			2	0.9024	0.7212	0
			3	0.9024	0.7112	0
			4	4.4979	0.7112	0
Steel Polygon	Gravel_1	4100Pa	1	0.7919	0.7112	0
			2	1.1024	0.7112	0

Units:

Water Coordinates:

X Coordinate:

Y Coordinate:

Options:

Show Eds At Points

Display Point Labels

Disable Corner Point Snap

Full Points in Grid:

Order Point Output:

Full Section Load and Design Data:

Base Material:

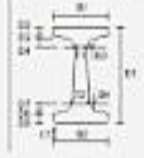
Full Section in Section Designer:

Section Name:

Section Name:

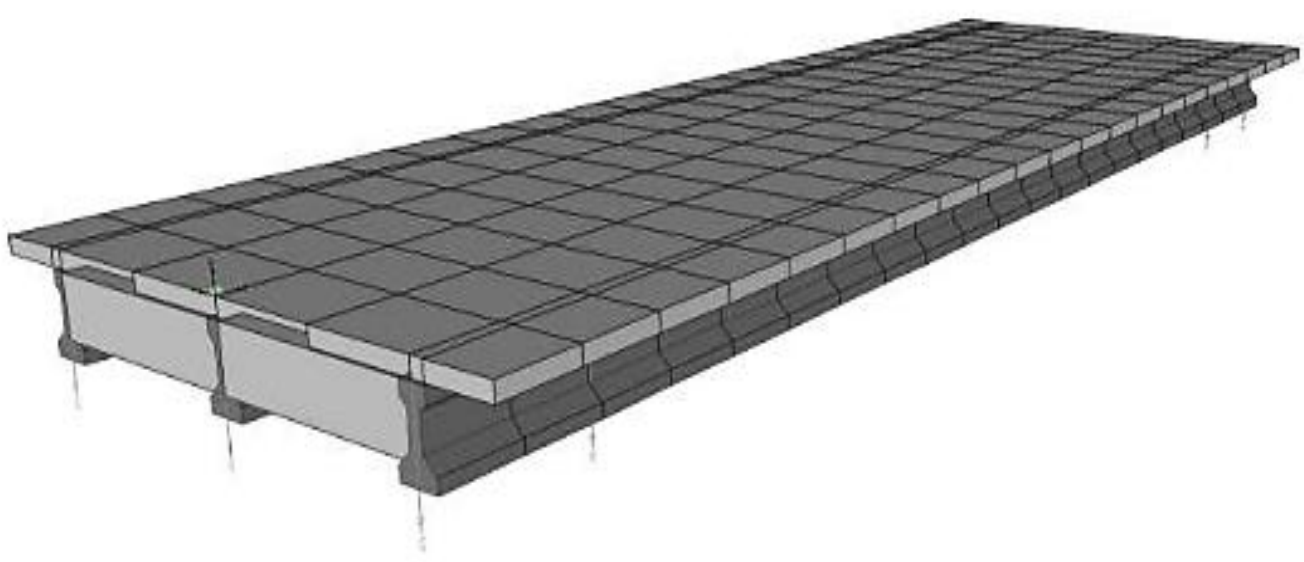
Section Name:

Section Dimensions:

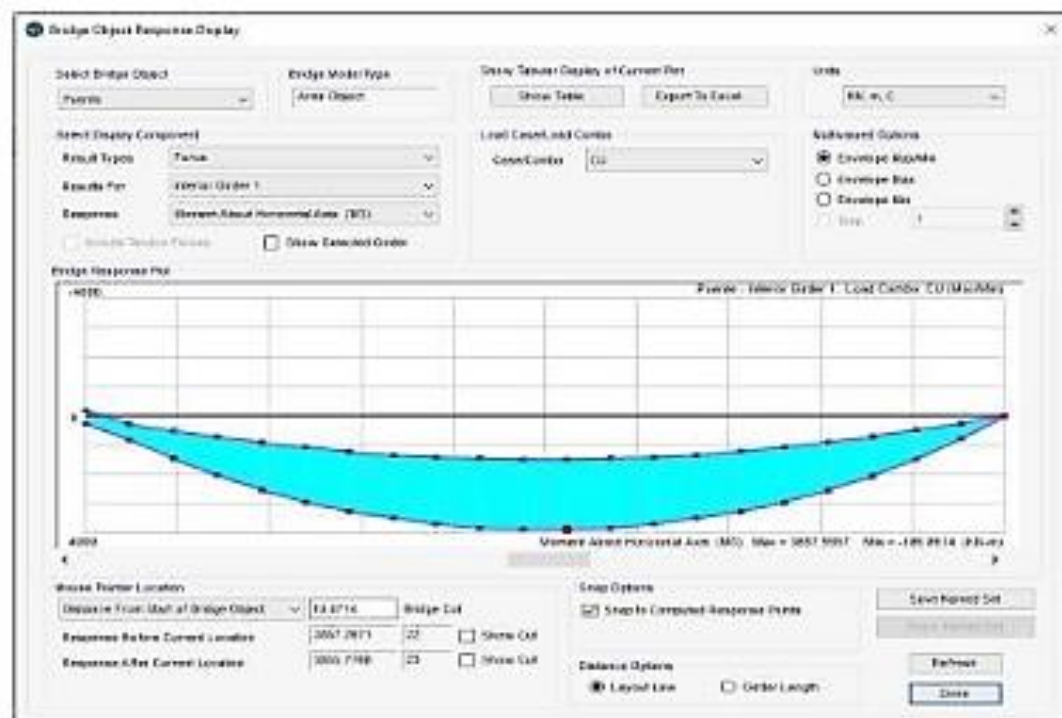
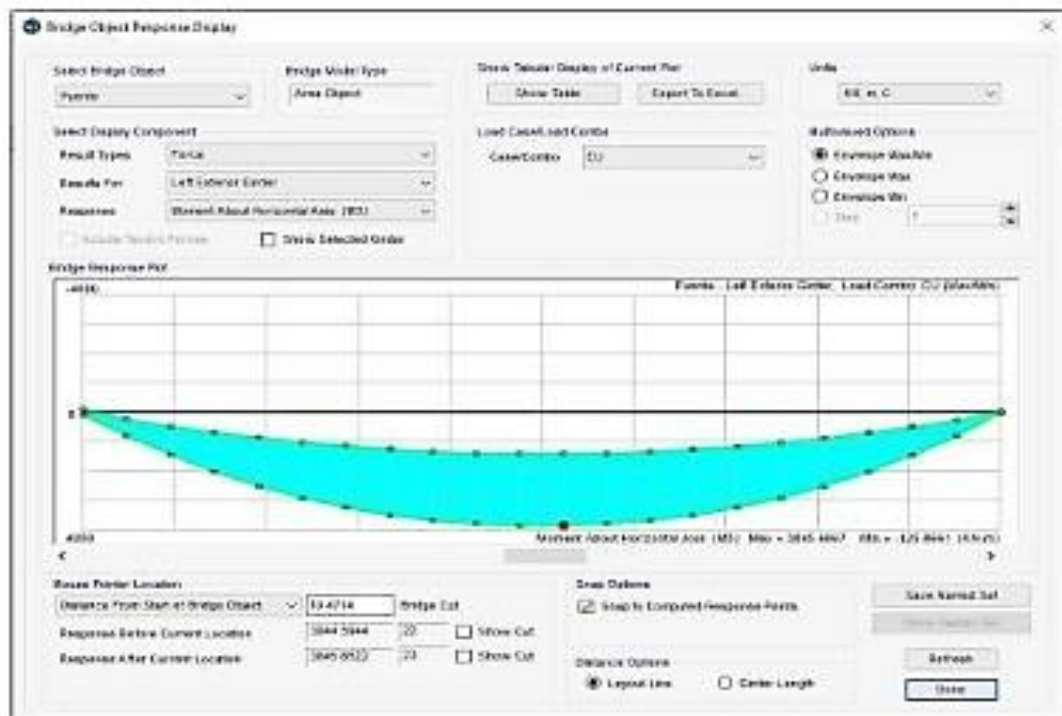


01	1.4
02	1.4
03	6
04	1.7
05	1.2
06	0
07	0.1
08	0
09	0.1
10	1.1
11	1.1
12	1.1
13	1
14	0.2
15	0.2
16	0
17	0.2

Properties:



REFORZAMIENTO PUENTE GRAU



Momento flector último $M_u = 3,857.60 \text{ kN-m}$

Peralte efectivo de viga $d_p = 0.82 \text{ m}$

Fuerza de presfuerzo $F_p = 4,710.13 \text{ kN}$

* Con la fuerza de presfuerzo estimada se determinará el área de los torones aproximado que se han colocado en cada viga principal, teniendo en cuenta la seguridad del puente.

REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

Momento positivo

$$k = 0.28$$

$$f_{cm} = 1.860 \text{ Mpa}$$

$$d_p = 1.125 \text{ m}$$

$$A_s = 6.53 \text{ cm}^2$$

$$n_s = 4.00$$

$$A_{ps} = 26.12 \text{ cm}^2$$

$$\beta_1 = 0.85$$

Cálculo de la distancia desde el eje neutro hasta la fibra en compresión:

$$c = 8.95 \text{ cm}$$

$$a = 7.61 \text{ cm}$$

Cálculo de la tensión media en el acero de prefensado:

$$f_{ps} = 1.803 \text{ Mpa}$$

Cálculo de la resistencia nominal en flexión:

$$M_n = 3,677.94 \text{ kN-m}$$

IV.- CÁLCULO DE MOMENTO POR CARGA :

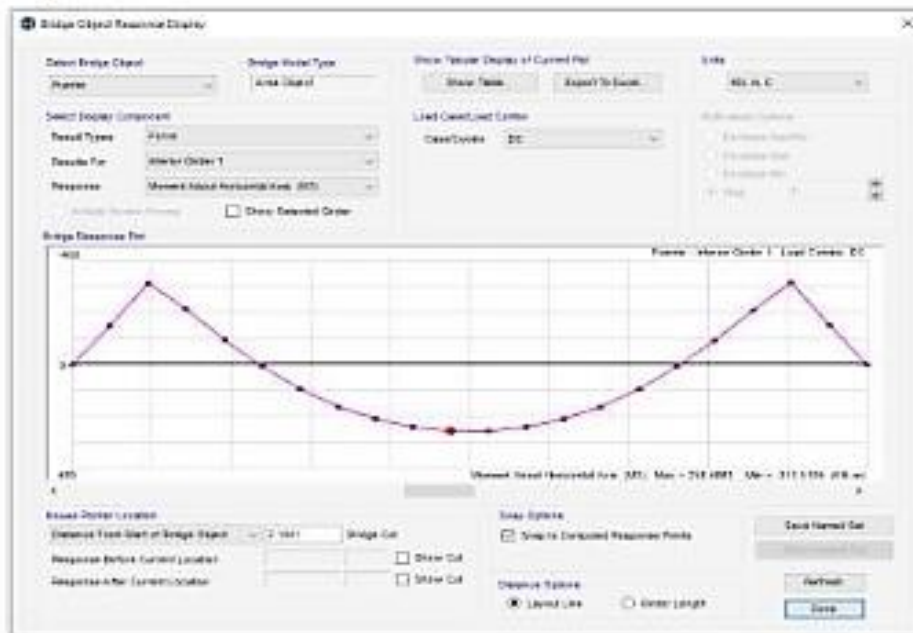


Nota: Se considera la Estructura del Puenle Apoyada con Puntales Tubulares Reguables a 3.50m del eje en ambos extremos.

REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

V- CÁLCULO DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL POR FLEXIÓN EN VIGA PRINCIPAL:

Acciones internas por carga DC



Acciones internas por carga DW



Condición estructural por flexión en viga principal

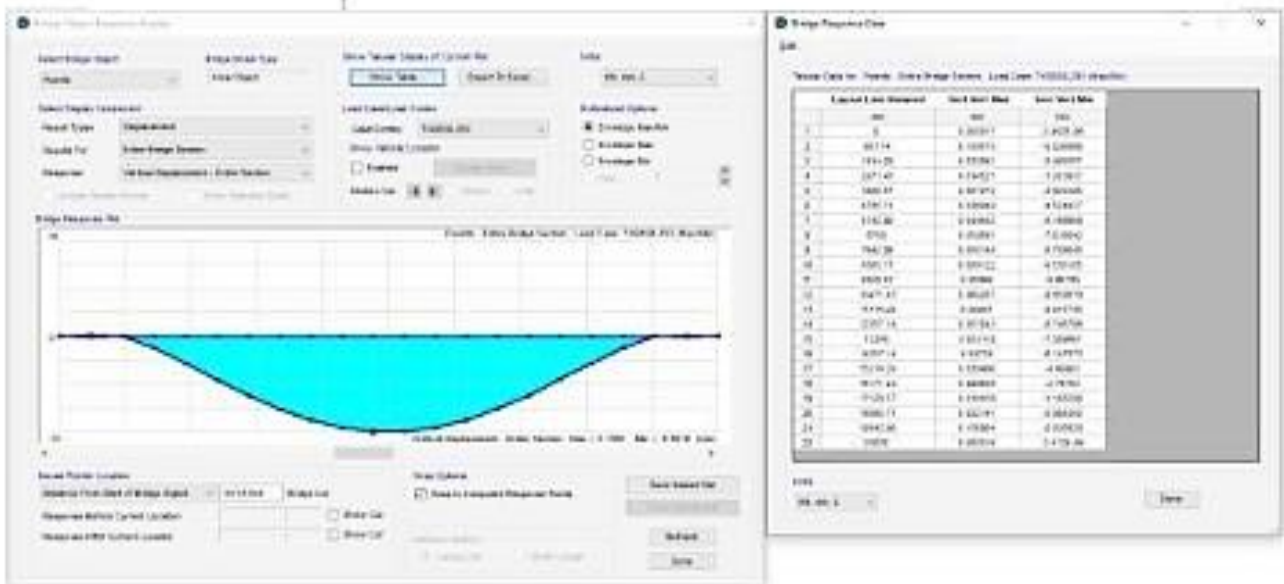
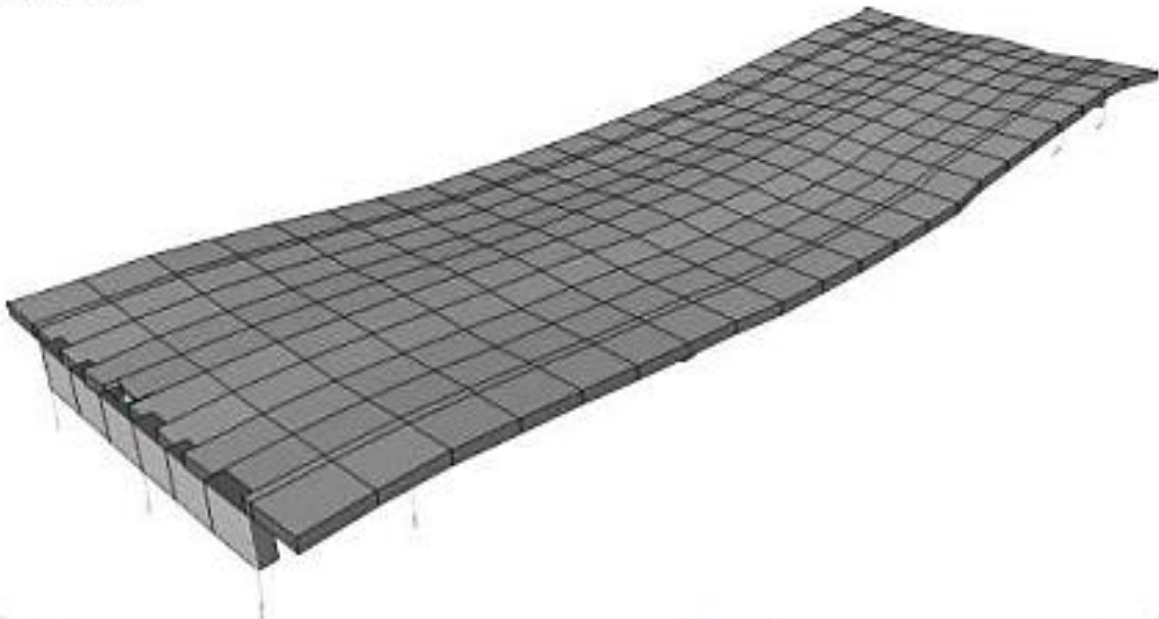
Solicitación	Momentos
C	2.942.35 kN-m
DC	315.51 kN-m
DW	77.03 kN-m
LL	646.53 kN-m

$$RF = C - (\gamma_{DC})C^D - (\gamma_{DW})D - (\gamma_{LL})LL + (\gamma_P)(P)$$

$$RF = 2.52$$

REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

Verificación por deflexión



Deflexión máxima: $L/800 = 35.00 \text{ mm}$

Deflexión por sobrecarga especial: $\delta = 9.96 \text{ mm}$

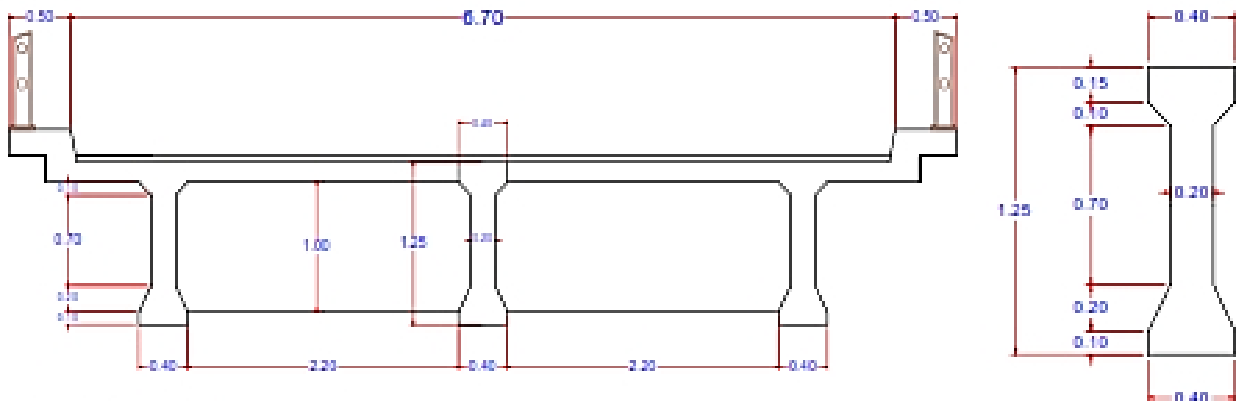
Por lo tanto, el puente pasa por deflexiones considerando Puntales Tubulares Regulables; ubicados a 3.50m de los ejes de apoyo.

REFUERZO POR CORTE EN ZONA DE APOYOS

REFORZAMIENTO PUNTE GRAU

I- CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Sobrecarga de diseño	HS-20
Longitud de viga	$L = 35.00 \text{ m}$
Separación entre ejes de vigas	$S = 2.60 \text{ m}$
Ancho de ala efectiva	$b_e = 2.60 \text{ m}$
Ancho de alma de viga	$w = 0.20 \text{ m}$
Peralte de viga	$h = 1.25 \text{ m}$
Peralte efectivo de viga	$d_p = 1.16 \text{ m}$
Peralte de losa	$t_s = 0.20 \text{ m}$



II- ESPECIFICACIONES:

* Concreto Prestresado:

Resistencia del concreto en viga principal	$f_c = 28.0 \text{ Mpa}$
Peso específico del concreto en viga principal	$\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$
Elasticidad del concreto en viga principal	$E_c = 26,752.50 \text{ Mpa}$
Resistencia del concreto en losa	$f_c = 21.0 \text{ Mpa}$
Peso específico del concreto en losa	$\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$
Elasticidad del concreto en losa	$E_c = 23,168.34 \text{ Mpa}$

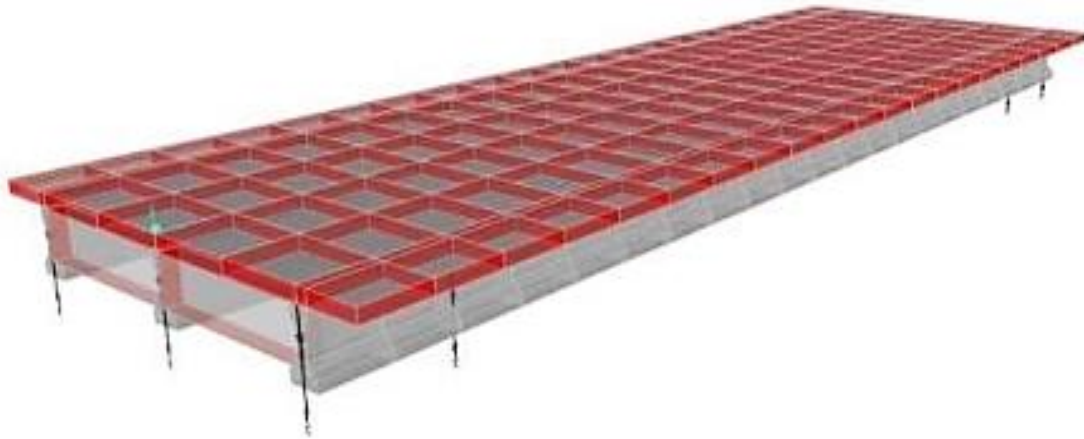
* Parámetros del Prestuerzo:

Resistencia efectiva del acero de prestuerzo	$f_{ps} = 1,138 \text{ Mpa}$
Resistencia a la fluencia del acero de prestuerzo	$f_{py} = 1,586 \text{ Mpa}$
Resistencia última del acero de prestuerzo	$f_{pu} = 1,860 \text{ Mpa}$
Módulo de elasticidad del acero	$E_p = 1.96\text{E}+05 \text{ Mpa}$

REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

III.- MODELAMIENTO ESTRUCTURAL:

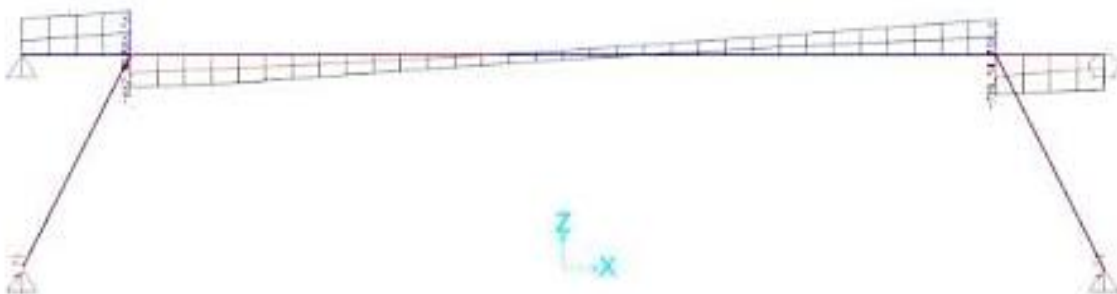
Modelamiento espacial del puente



Modelamiento Plano Considerando Puntales



Fuerza Cortante Última



REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

IV.- CÁLCULO DE RESISTENCIA NOMINAL POR CORTE:

Cálculo de la deformación por tracción longitudinal en la armadura de tracción, AASHTO 5.8.3.4.2-4

$$V_u = 292.84 \text{ kN}$$

$$M_u = 1,464.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_u = 0.00 \text{ kN}$$

$$\varepsilon_s = 3.12\text{E-}03 \text{ Mpa}$$

Cálculo del factor de capacidad del hormigón fisurado diagonalmente, AASHTO LRFD (5.8.3.4.2-1):

$$\beta = 1.44$$

Cálculo del ángulo de inclinación de las tensiones por compresión diagonal, AASHTO LRFD (5.8.3.4.2-3):

$$\theta = 39.93^\circ$$

Resistencia al corte del concreto, AASHTO LRFD (5.8.3.3-3):

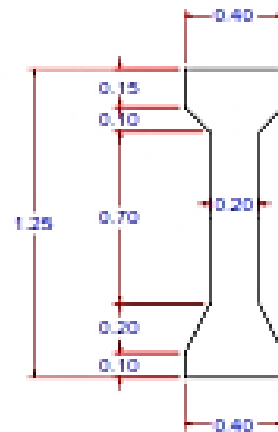
Ancho efectivo $b_v = 20.00 \text{ cm}$

Altura efectiva $d_v = 112.50 \text{ cm}$

$$0.9d_v = 101.25 \text{ cm}$$

$$0.72h = 90.00 \text{ cm}$$

$$V_u = 77.48 \text{ kN}$$



Resistencia al corte del acero, AASHTO LRFD (5.8.3.3-4):

Diámetro de la varilla $\phi_s = 1/2''$

Área de la varilla $A_s = 2.53 \text{ cm}^2$

Espaciamiento $S = 0.125 \text{ m}$

$$V_u = 831.72 \text{ kN}$$

Cálculo del cortante nominal resistente, AASHTO LRFD (5.8.3.3):

$$V_u = 909.20 \text{ kN}$$

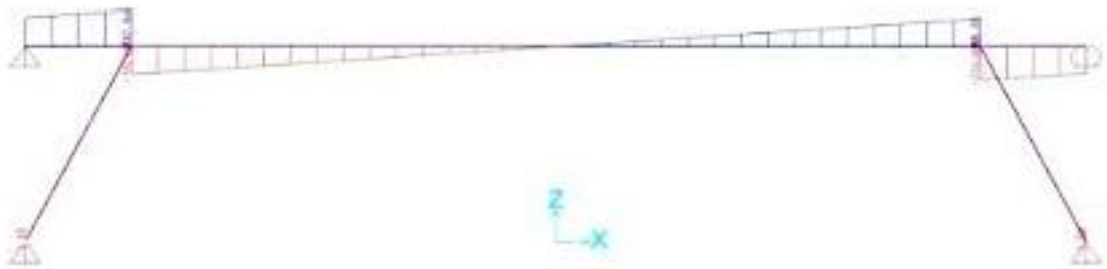
$$V_u = 859.95 \text{ kN} \quad \text{AASHTO LRFD}$$

Por lo tanto: $\phi V_u = 773.96 \text{ kN}$

REFORZAMIENTO PUENTE GRAU

V- CÁLCULO DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL POR CORTE EN VIGA PRINCIPAL:

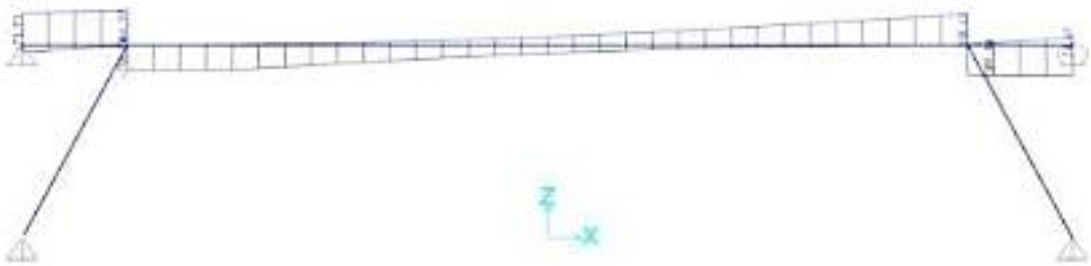
Acciones Internas por carga DC



Acciones Internas por carga DW



Acciones Internas por carga LL



Condición estructural por corte en viga principal

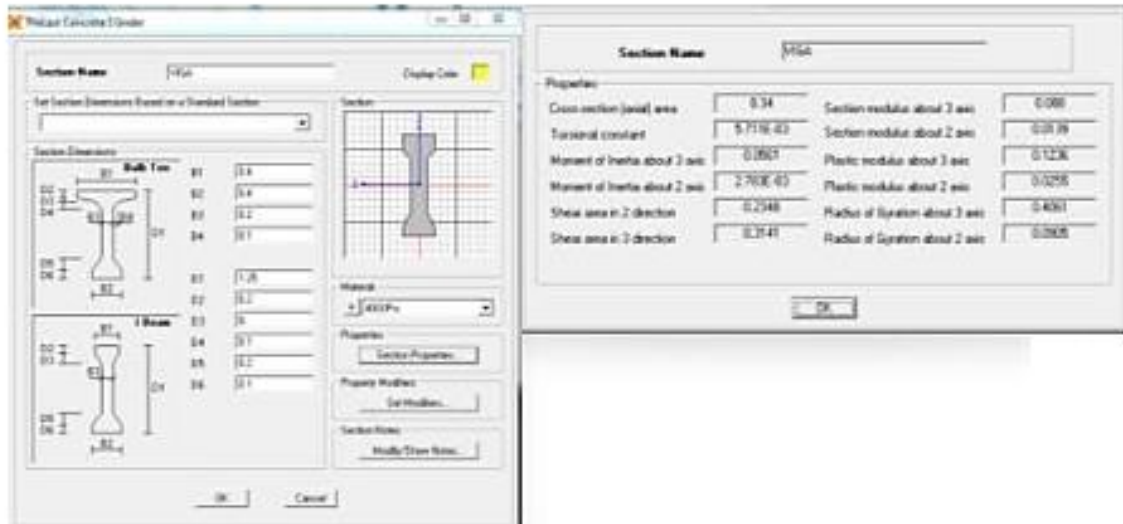
	Cargas	Cortantes
	C	619.16 kN-m
	DC	237.66 kN-m
	DW	133.62 kN-m
	LL	366.92 kN-m

$$RF = \frac{C - (\gamma_{DC})(D) - (\gamma_{DW})(D) + (\gamma_P)(P)}{(\gamma_{LL})(LL + IM)}$$

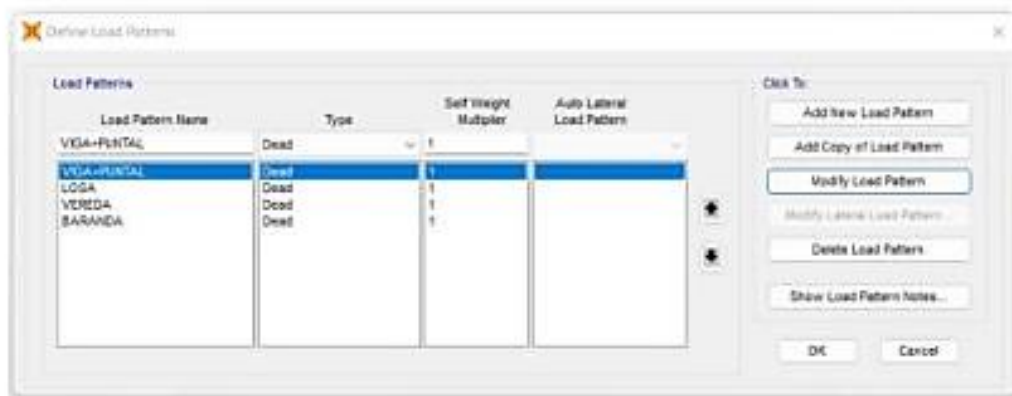
RF = 0.67

**FUERZA AXIAL MAXIMA
EN PUNTALES TUBULARES
REGULABLES**

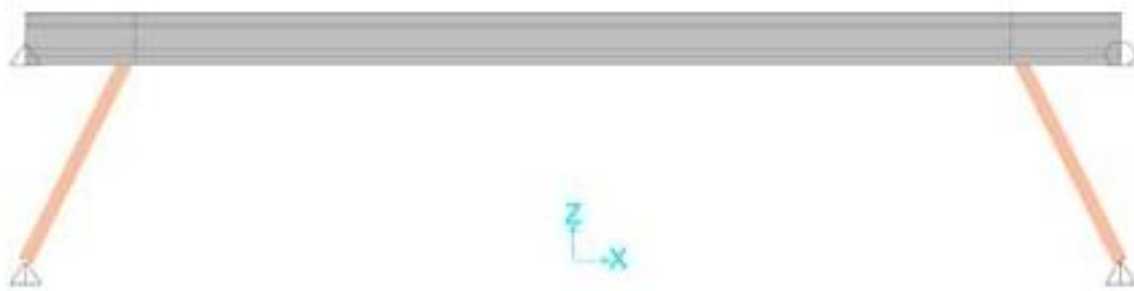
PUENTE GRAU



Cargas Permanentes:



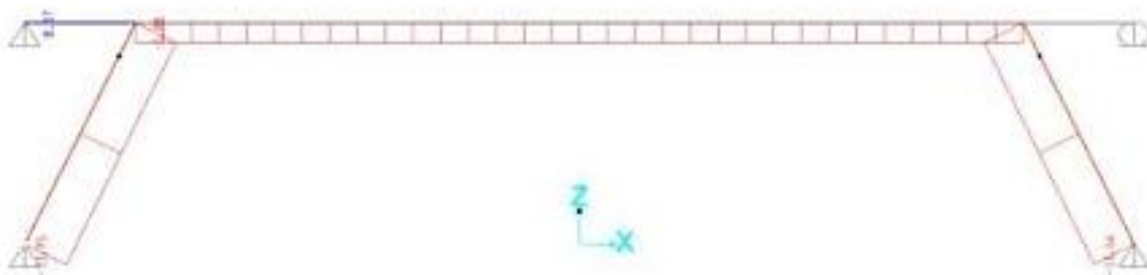
Carga de Viga + Puntal:



Reacción



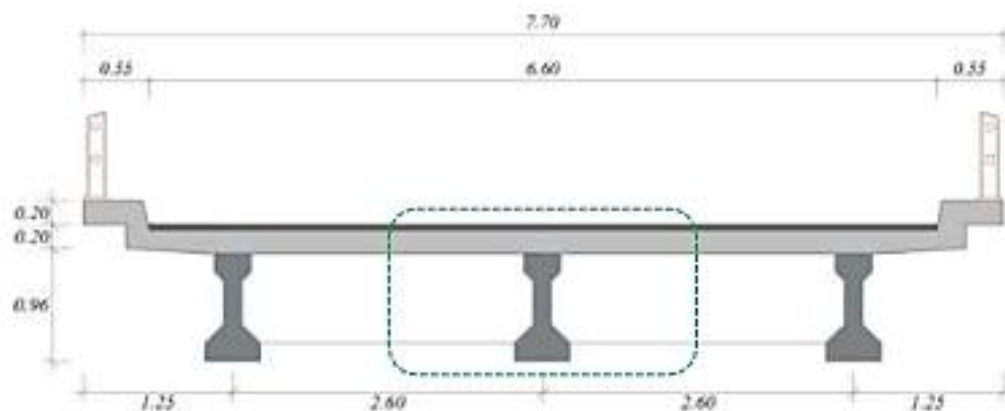
Fuerza Axial

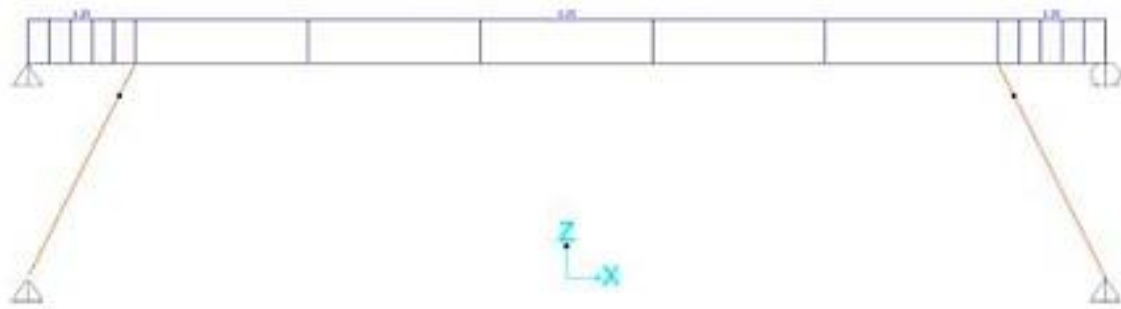


Carga de Losa:

Ancho tributario 2.60m

$W = 2.60 \times 0.20 \times 2.40 = 1.25 \text{ t/m}$

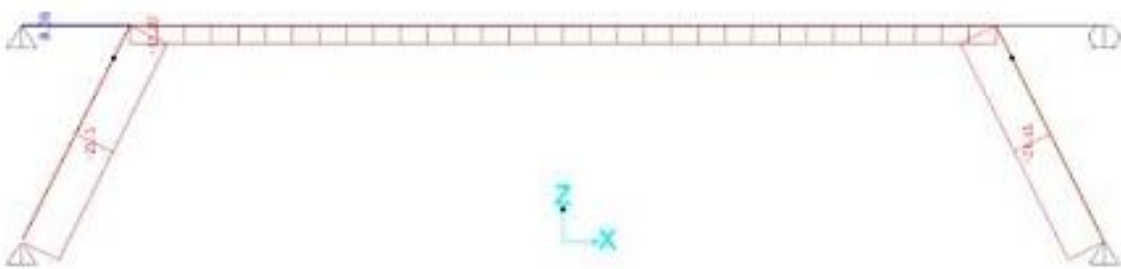




Reacción

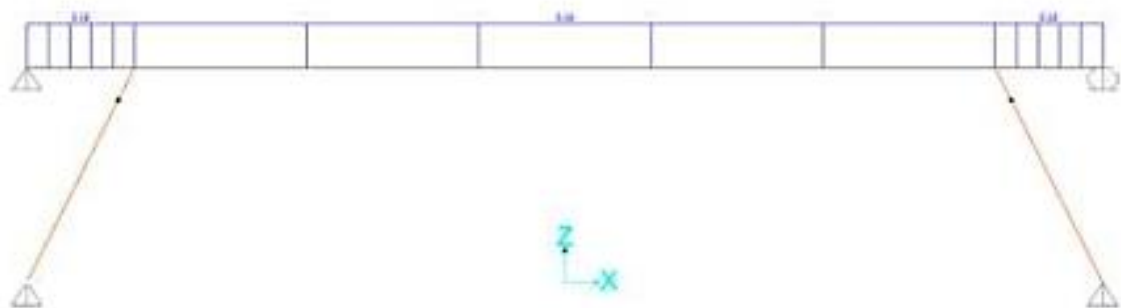


Fuerza Axial



Carga de Vereda:

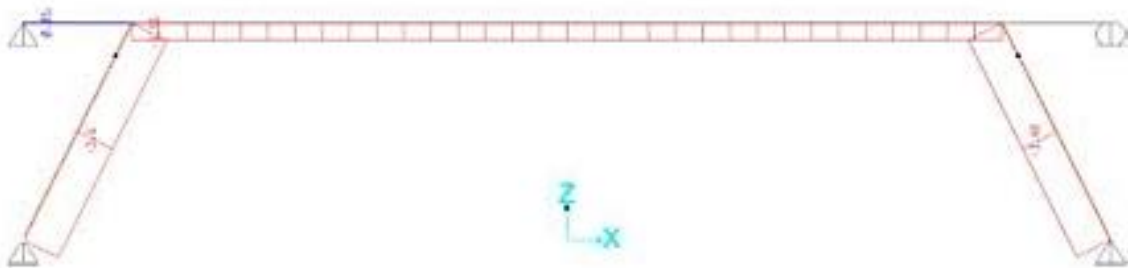
$$W = 0.20 \cdot 0.55 \cdot 2.40 \cdot 2/3 = 0.18 \text{ t/m}$$



Reacción

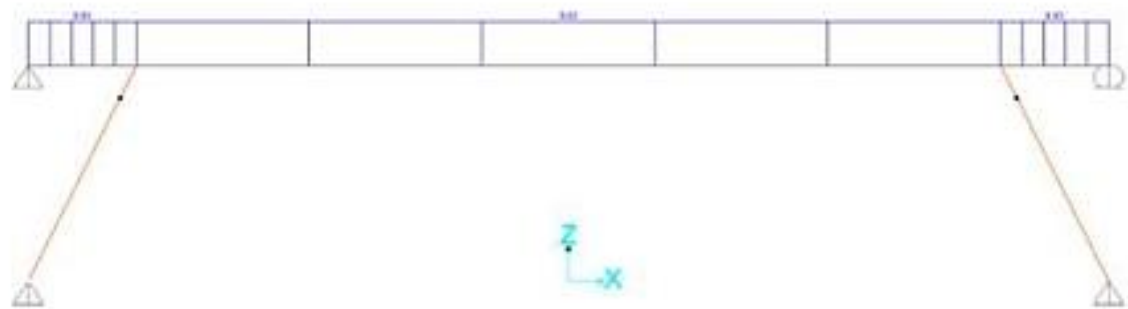


Fuerza Axial



Carga de Baranda:

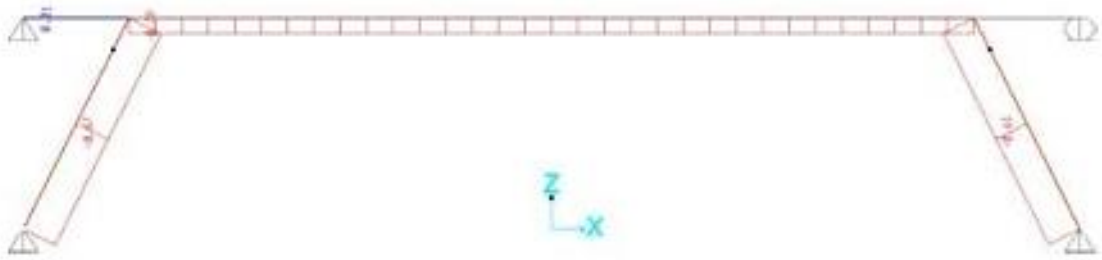
$$W = 0.05 \cdot 2/3 = 0.03 \text{ t/m}$$



Reacción



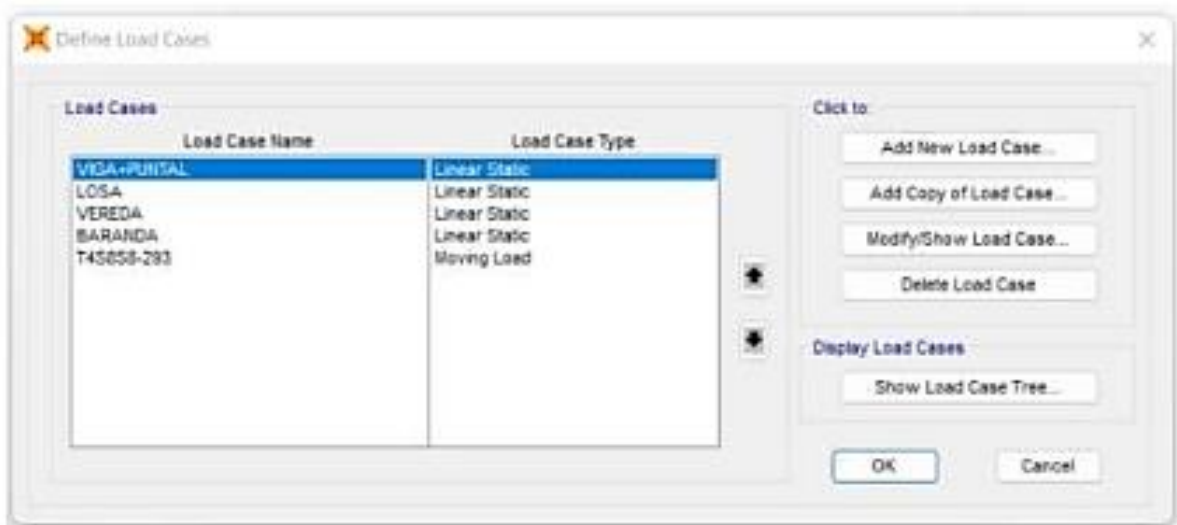
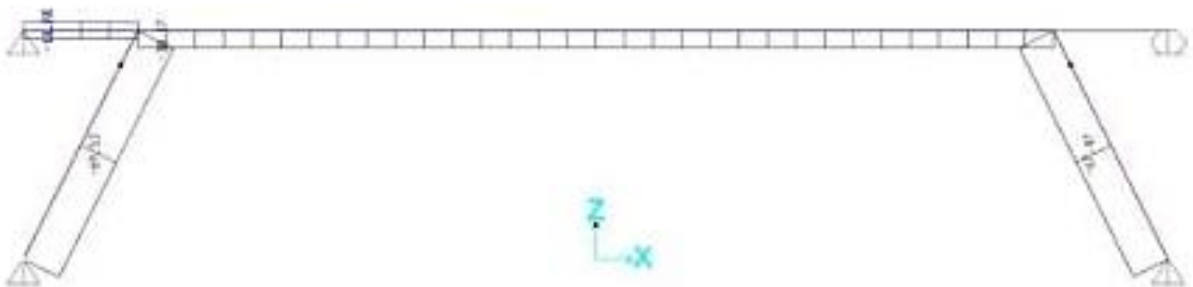
Fuerza Axial

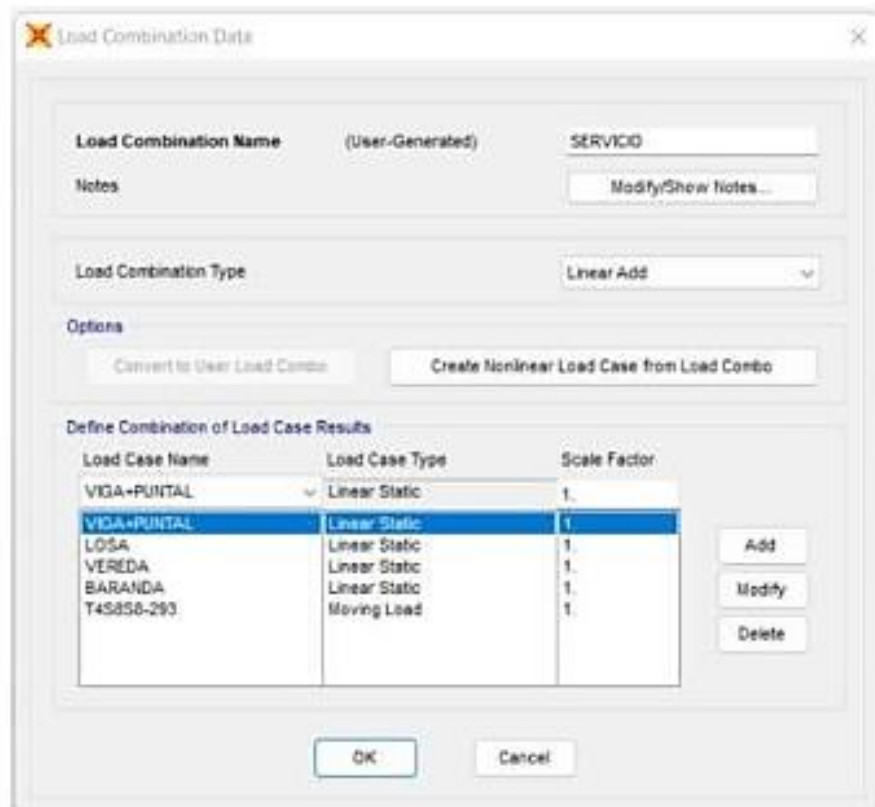


Reacción



Fuerza Axial

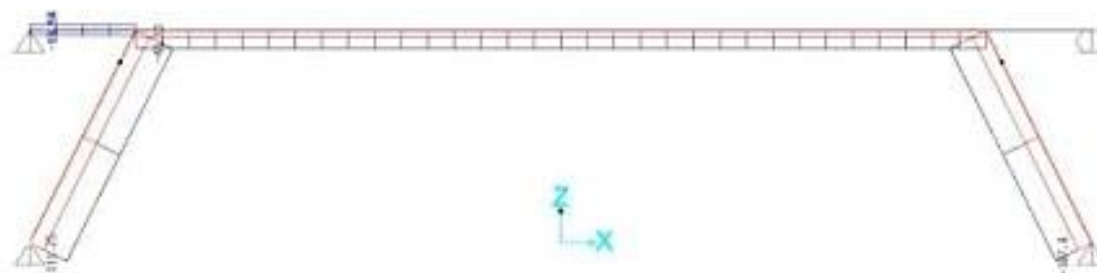




Reacción



Fuerza Axial



FUERZA AXIAL MAXIMA = 111.25 TON.

**VERIFICACION ESTRUCTURAL DE
LOS PUNTALES TUBULARES
REGULABLES**

VERIFICACION ESTRUCTURAL DE LOS PUNTALES TUBULARES REGULABLES

1.- CALCULO DE LA FUERZA MAXIMA AXIAL

RESUMEN DE FUERZAS AXIALES		
FUERZA AXIAL POR VIGA PREESFORZADA Y PUNTAL	11.95	Ton.
FUERZA AXIAL POR PESO EN LOSA	25.50	Ton.
FUERZA AXIAL POR PESO EN VEREDAS	3.60	Ton.
FUERZA AXIAL POR PESO EN BARANDAS	0.67	Ton.
FUERZA AXIAL POR CARGA ESPECIAL	69.53	Ton.
111.25	Ton.	

FUERZA MAXIMA AXIAL = 111.25 Ton.

2.- VERIFICACION DE PUNTALES:

Como en este caso el PUNTAL TUBULAR REGULABLE recibe la carga axial de: Veredas + Barandas + Losa + Vigas + Puntales + Sobrecarga Especial. Se analizará con las Fuerzas Axiales obtenidas según el sap-2000.

2.1.- Reaccion en cada Puntal

$$R_p = 111.250 \text{ t}$$

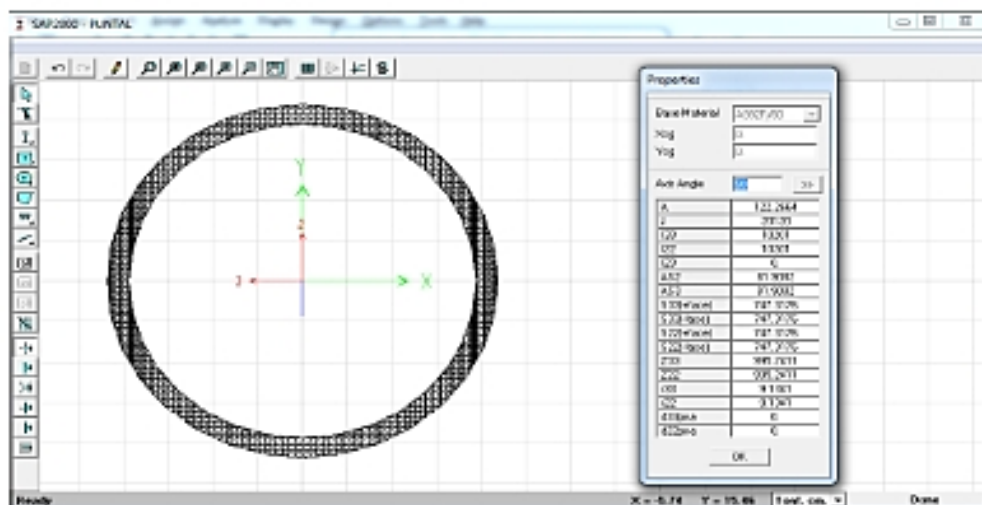
2.2.- Capacidad Maxima del Puntal

Se proyecta utilizar Tuba de Acero de 10' sin costura Tipo ASTM A-53 GRADO B de Shedulle 80 ;

2.3.- Cálculo del Area del Puntal

$$A = 122.2664 \text{ cm}^2$$

$$r = 9.1341 \text{ cm}^2$$



Los Puntales Tubulares Regulables están fabricados en base a tuberías de 6", 10" con cedula 80, con las características siguientes:

PROPIEDADES MECÁNICAS

NORMA TÉCNICA	GRADO	LÍMITE DE FLUENCIA mínimo		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN mínimo	
		ksi	MPa	ksi	MPa
ASTM A 53/A 53M	B	35	240	60	415

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR DE PARED		PESO kg/m	PESO TIPO	SCH N°	PRESIÓN DE PRUEBA GRADO B psi
	pulgada	mm	pulgada	mm				
6"	6.625	168.3	0.432	10.97	42.56	XS	80	2,740
10"	10.750	273.0	0.594	15.09	95.97	-	80	2,320

2.4.- Carga Máxima Axial en el Puntal

$$F_a = (F_y / F_S) * (1 - 0.50 * (K L / r)^2 / (C_c^2))$$

Donde :

$$F_y = 2530.00 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo de Fluencia

$$F_S = 2.12$$

Factor de Seguridad

$$K = 0.75$$

Factor de Esbeltez

$$L = 300.00 \text{ cm}$$

Longitud del Elemento

$$r = 9.1341 \text{ cm}$$

Radio de Giro

$$C_c = 126.1$$

Según AASHTO

Reemplazando Valores tenemos que :

$$F_a = 1170.626 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = F_a \times A = 143128.3 \text{ kg} = 143.13 \text{ t} > 111.25 \text{ t}$$

$$F.S. = 1.29 \text{ OK}$$

Se concluye que la verificación es conforme

3.- **VERIFICACION DEL ESPARRAGO**

Tabla B.1 Dimensiones de roscas unificadas (UNS), serie de roscas bastas (UNC) y finas (UNF).

Tamaño	Diámetro mayor (nominal) d (in)	ROSCA BASTA (UNC)			ROSCA FINA (UNF)			Ancho aproximado entre caras A_T (in)	
		Número de hilos por pulgada	Diámetro menor d_r (in)	Área de esfuerzo a tracción A_t (in ²)	Número de hilos por pulgada	Diámetro menor d_r (in)	Área de esfuerzo a tracción A_t (in ²)	Cabeza	Tuerca
0	0.0600	-	-	-	80	0.0438	0.0018		
1	0.0730	64	0.0527	0.0026	72	0.0550	0.0028		
2	0.0860	56	0.0628	0.0037	64	0.0657	0.0039		
3	0.0990	48	0.0719	0.0049	56	0.0758	0.0052		
4	0.1120	40	0.0795	0.0060	48	0.0849	0.0066		
5	0.1250	40	0.0925	0.0080	44	0.0955	0.0083		
6	0.1380	32	0.0974	0.0091	40	0.1055	0.0101		
8	0.1640	32	0.1234	0.0140	36	0.1279	0.0147		
10	0.1900	24	0.1359	0.0175	32	0.1494	0.0200		
12	0.2160	24	0.1619	0.0242	28	0.1696	0.0258		
¼	0.2500	20	0.1850	0.0318	28	0.2036	0.0364	7/16	7/16
5/16	0.3125	18	0.2403	0.0524	24	0.2584	0.0581	½	½
3/8	0.3750	16	0.2938	0.0775	24	0.3209	0.0878	9/16	9/16
7/16	0.4375	14	0.3447	0.1063	20	0.3725	0.1187	5/8	11/16
½	0.5000	13	0.4001	0.1419	20	0.4350	0.1600	¾	¾
9/16	0.5625	12	0.4542	0.1819	18	0.4903	0.2030	13/16	7/8
5/8	0.6250	11	0.5069	0.2260	18	0.5528	0.2560	15/16	15/16
¾	0.7500	10	0.6201	0.3345	16	0.6688	0.3730	1 1/8	1 1/8
7/8	0.8750	9	0.7307	0.4617	14	0.7822	0.5095	1 5/16	1 5/16
1	1.0000	8	0.8376	0.6057	12	0.8917	0.6630	1 ½	1 ½
1 1/8	1.1250	7	0.9394	0.7633	12	1.0167	0.8557	1 11/16	1 11/16
1 ¼	1.2500	7	1.0644	0.9691	12	1.1417	1.0729	1 7/8	1 7/8
1 3/8	1.3750	6	1.1585	1.1549	12	1.2667	1.3147	2 1/16	2 1/16
1 ½	1.5000	6	1.2835	1.4053	12	1.3917	1.5810	2 ¼	2 ¼
1 ¾	1.7500	5	1.4902	1.8995				2 5/8	2 5/8
2	2.0000	4.5	1.7113	2.4982				3	3
2 ¼	2.2500	4.5	1.9613	3.2477				3 3/8	3 3/8
2 ½	2.5000	4	2.1752	3.9988				3 ¾	3 ¾
2 ¾	2.7500	4	2.4252	4.9340				4 1/8	4 1/8
3	3.0000	4	2.6752	5.9674				4 ½	4 ½
3 ¼	3.2500	4	2.9252	7.0989				4 7/8	
3 ½	3.5000	4	3.1752	8.3286				5 ¼	
3 ¾	3.7500	4	3.4252	9.6565				5 5/8	
4	4.0000	4	3.6752	11.083				6	

La longitud roscada de los tornillos UNS está dada por $L_r = 2d + 0.25$ in, si la longitud total, L_{Tb} , es menor o igual a 6 in, y por $L_r = 2d + 0.50$ in, si L_{Tb} es mayor de 6 in.

3.1.- Cálculo de la capacidad Máxima

Diámetro de Paso

$$dp = (d + dr)/2$$

dp: Diámetro de paso

d : Diámetro mayor

dr: Diámetro menor o de raíz.

Reemplazando valores tenemos:

$$dp = (2.50 + 2.1752)/2 = 2.3376$$

3.2.- Área de Esfuerzo a Tracción:

$$At = (\pi/4) \times (dp + dr)(dp + dr)/4$$

Reemplazando valores tenemos que:

$$At = 3.9988 \text{ pulg}^2.$$

$$At = 25.7986 \text{ cm}^2$$

3.3.- Esfuerzo Máximo a Compresión:

$$F_{adm} = A_t \times F_y (G8) \times 0.90$$

Donde:

$$A_t = 25.7986 \text{ cm}^2$$

$$F_y (G8) = 8,000 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores tenemos que:

$$F_{adm} = 185.75 \text{ ton.}$$

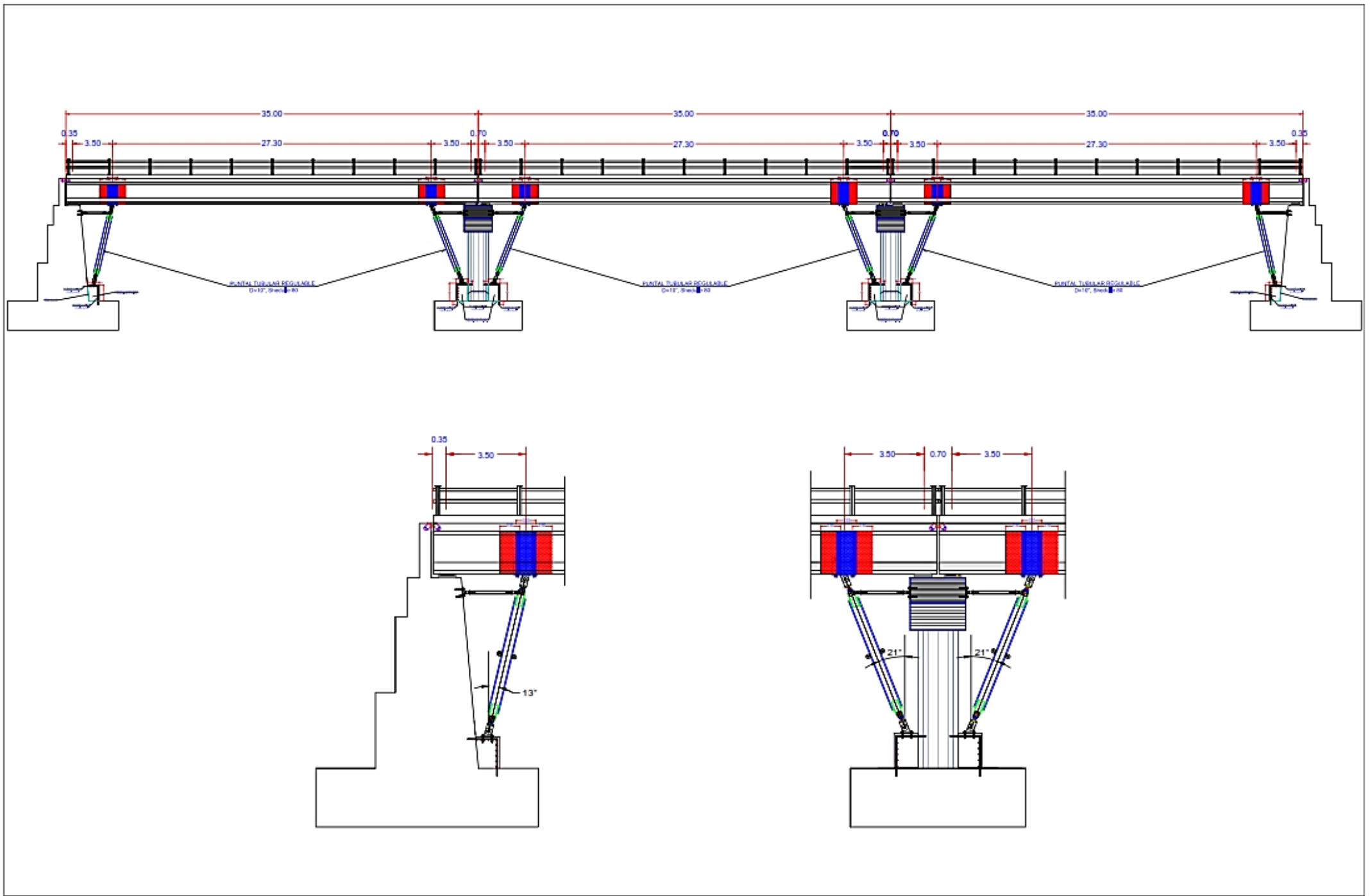
3.4.- Cálculo del Factor de Seguridad

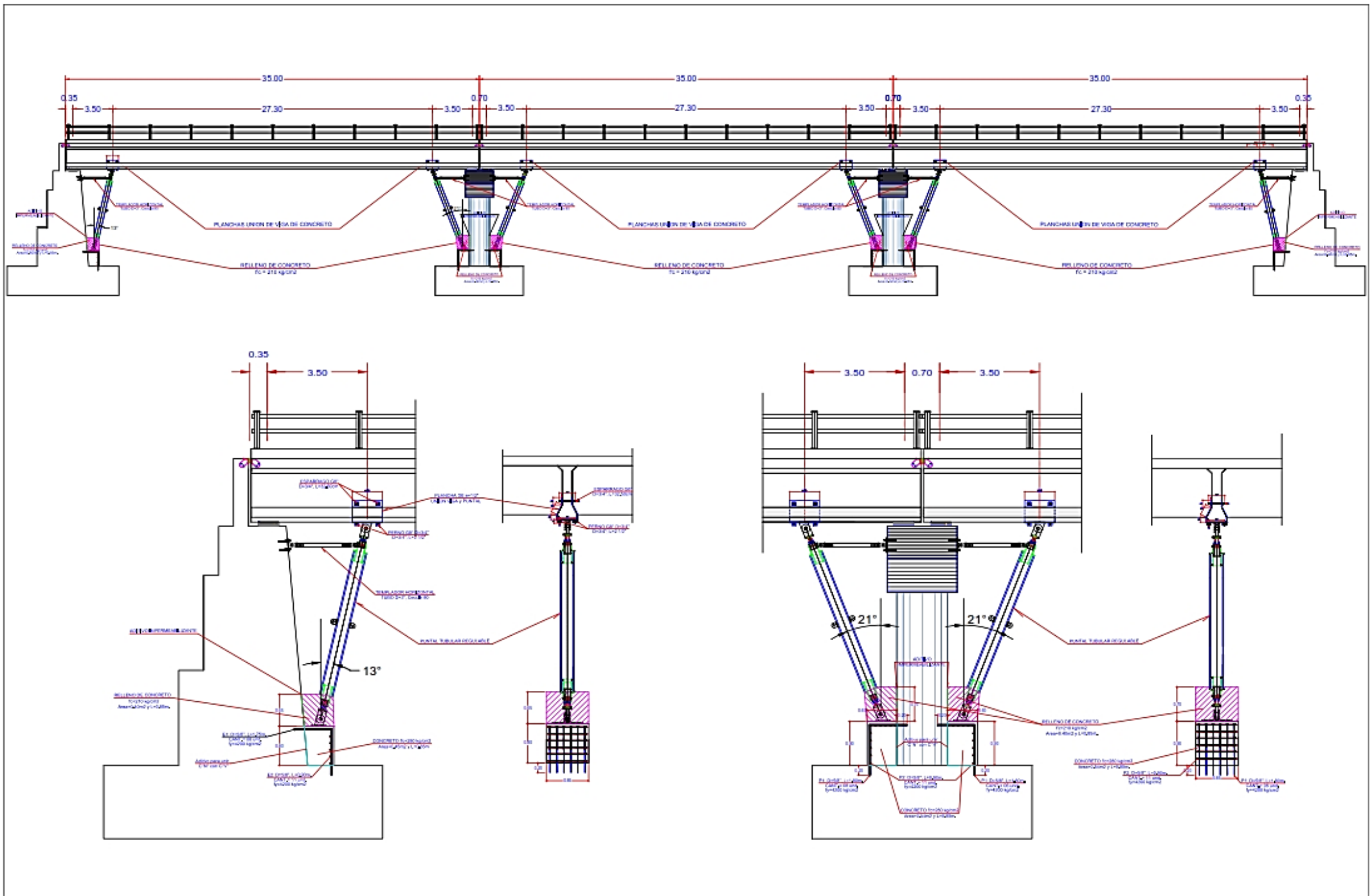
$$F. S. = F_{adm} / \text{Fact.}$$

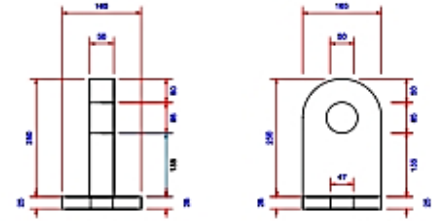
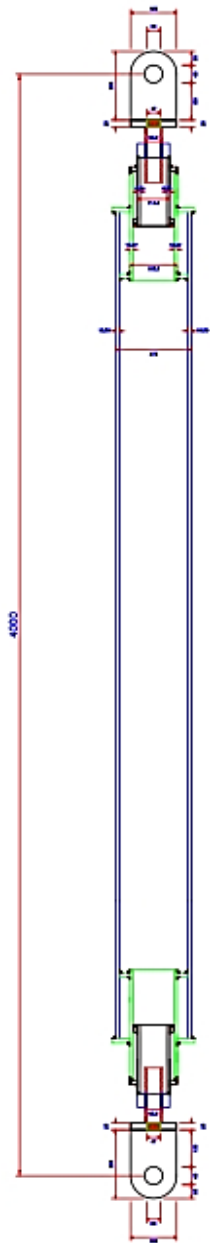
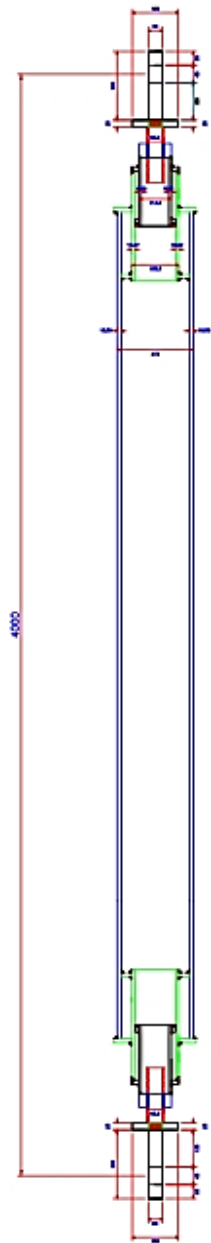
Reemplazando valores:

$$F. S. = 185.75 / 111.25 = 1.67$$

**PLANOS DE DETALLES DE LOS
PUNTALES TUBULARES
REGULABLES**



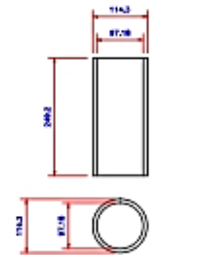
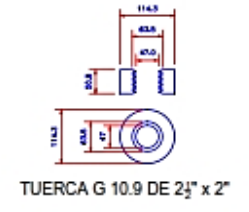
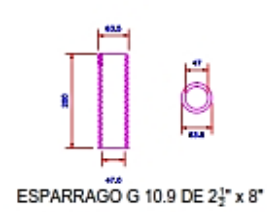




TERMINAL EN PLANCHA ESTRUCTURAL G-50



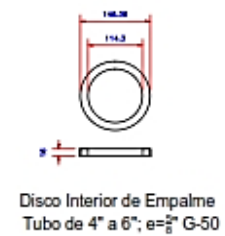
BASE DEL TERMINAL EN PLANCHA ESTRUCTURAL G-50



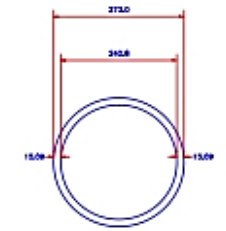
TUBO D=4", Cedula 80



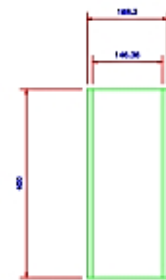
Disco Exterior de Empalme
Tubo de 4" a 6"; e=1/2" G-50



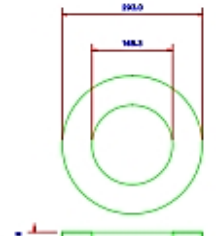
Disco Interior de Empalme
Tubo de 4" a 6"; e=1/2" G-50



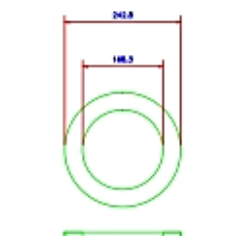
TUBO D=10", Cedula 80
Longitud = 3.00m.



TUBO D=6", Cedula 80



Disco Exterior de Empalme
Tubo de 6" a 10"; e=1/2" G-50



Disco Interior de Empalme
Tubo de 6" a 10"; e=1/2" G-50

ANEXO 3: Panel fotográfico



Figura 21. Investigador identificando la superestructura.



Figura 22. Investigador recolectando datos del funcionamiento del puente.



Figura 23. Identificación de los aisladores del puente Grau, Piura 2022.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico, Piura, 2022.", cuyo autor es PACHERRES ADANAQUE JERSSON RAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 05 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 17-12- 2022 13:05:52

Código documento Trilce: TRI - 0474363