



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. La Arena - Piura. 2020.

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

**AUTORES:**

Flores Peña, Raúl (ORCID: 0000-0003-4839-9332)

More Durand, Percy (ORCID: 0000-0003-4313-0588)

**ASESOR:**

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID:0000-0002-0566-6827)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA-PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedicamos principalmente al todopoderoso por brindarnos la vida y por darnos una familia maravillosa que siempre nos apoyó en la buenas y en las malas, que nos ha hecho personas fuertes, sin ellos no lo hubiéramos logrado todo lo alcanzando hasta ahora.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por bendecirnos la vida, cuidándonos y brindarnos fortaleza para continuar.

A nuestros padres porque son quienes a lo largo de nuestras vidas han estado con nosotros inculcándonos los valores para seguir adelante.

Asimismo, a los docentes que nos impartieron sus conocimientos en clase y llevarnos a desarrollar una buena formación profesional tanto en el campo académico y laboral.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	133
VI. CONCLUSIONES.....	137
VII. RECOMENDACIONES.....	139
REFERENCIAS.....	140
ANEXOS.....	142

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 1:</b> Rangos de luces según el tipo de estructura .....	10
<b>Tabla N° 2:</b> Ensayos en suelos.....	14
<b>Tabla N° 3:</b> Ensayos realizados en esta investigación .....	21
<b>Tabla N° 4.</b> condición global de puente.....	25
<b>Tabla N° 5.</b> Resumen general de conteo .....	26
<b>Tabla N° 6.</b> Resumen IMDs del puente san José.....	27
<b>Tabla N° 7.</b> Distribución porcentual del índice medio diario (IMDs).....	27
<b>Tabla N° 8.</b> índice medio diario anual (IMDA) .....	28
<b>Tabla N° 9.</b> Demanda proyectada .....	29
<b>Tabla N° 10.</b> Coordenadas georreferenciales .....	30
<b>Tabla N° 11.</b> Coordenadas UTM .....	33
<b>Tabla N° 12.</b> Localización del proyecto .....	35
<b>Tabla N° 13.</b> contenido de humedad de la calicata C-1.....	47
<b>Tabla N° 14.</b> contenido de humedad de la calicata C-2.....	47
<b>Tabla N° 15.</b> análisis granulométrico Calicata 1 .....	48
<b>Tabla N° 16.</b> análisis granulométrico Calicata 2 .....	48
<b>Tabla N° 17.</b> Relación número de golpe con limite liquido .....	50
<b>Tabla N° 18.</b> límite de Atterberg de la calicata 1 .....	50
<b>Tabla N° 19.</b> límite de Atterberg de la calicata 2.....	51
<b>Tabla N° 20.</b> capacidad portante y presión de trabajo de Calicata 1.....	57
<b>Tabla N° 21.</b> capacidad portante y presión de trabajo de C-2.....	58
<b>Tabla N° 22.</b> Ensayo de penetración estándar (SPT) .....	61
<b>Tabla N° 23.</b> compacidad del suelo (granulares).....	63
<b>Tabla N° 24.</b> compacidad del suelo (cohesivos).....	63
<b>Tabla N° 25.</b> rangos de formas aproximados de cuencas .....	69
<b>Tabla N° 26.</b> rangos aproximados de la densidad de drenaje.....	69
<b>Tabla N° 27.</b> parámetros geomorfológicos de la cuenca en estudio .....	70
<b>Tabla N° 28.</b> números de curvas de escorrentía para los usos selectos de tierra agrícola, suburbanas y urbanas .....	71
<b>Tabla N° 29.</b> caudal máximo de diseño.....	72
<b>Tabla N° 30.</b> precipitaciones máximas en 24 horas. ....	73
<b>Tabla N° 31.</b> Análisis estadístico de datos hidrológicos. ....	74
<b>Tabla N° 32.</b> precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.....	77
<b>Tabla N° 33.</b> coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas .....	78
<b>Tabla N° 34.</b> Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias ...	78
<b>Tabla N° 35.</b> Intensidades de lluvia, según Duración de precipitación y Frecuencia. ....	79
<b>Tabla N° 36.</b> Aplicación Regresión de regresión potencial .....	79
<b>Tabla N° 37.</b> regresión potencial .....	80
<b>Tabla N° 38.</b> intensidades máximas, diferente tiempo de duración y frecuencia .....	81
<b>Tabla N° 39.</b> valores de periodo de retorno T (n año).....	82
<b>Tabla N° 40.</b> valores máximos de riesgo admisible de obras de drenaje .....	82

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura N° 1.</b> Sección longitudinal .....	22
<b>Figura N° 2.</b> Sección transversal.....	22
<b>Figura N° 3.</b> Gráfico Perfil estratigráfico de la calicata 1 (ASTM D 2487) .....	45
<b>Figura N° 4.</b> Gráfico Perfil estratigráfico de la calicata 2 (ASTM D 2487) .....	46
<b>Figura N° 5.</b> Gráfico diagrama del ensayo de corte directo de la calicata 1 .....	52
<b>Figura N° 6.</b> Gráfico diagrama del ensayo de corte directo de la calicata 2 .....	53
<b>Figura N° 7.</b> Gráfico Proctor modificado en la calicata C-1 .....	55
<b>Figura N° 8.</b> Gráfico Proctor modificado en la calicata C-2 .....	55
<b>Figura N° 9.</b> Gráfico análisis químico por agresividad calicata C-1 .....	59
<b>Figura N° 10.</b> Gráfico análisis químico por agresividad calicata C-2 .....	60
<b>Figura N° 11.</b> Gráfico Esquema general del equipo de perforación.....	62
<b>Figura N° 12.</b> Gráfico ensayo de penetración standard SPT.C-1 .....	65
<b>Figura N° 13.</b> Gráfico ensayo de penetración standard SPT.C-2.....	66
<b>Figura N° 14.</b> Gráfico precipitaciones máximas registrado por el SENAMHI .....	74
<b>Figura N° 15.</b> Gráfico distribución normal con la aplicación HIDROESTA 2.....	75
<b>Figura N° 16.</b> Gráfico distribución log Gumbel con la aplicación HIDROESTA 2 .....	76
<b>Figura N° 17.</b> curvas intensidad, duración, frecuencia para lluvias máximas.....	81
<b>Figura N° 18.</b> Gráfico diseño de la vida útil de obra .....	84

## Resumen

La localización del proyecto está ubicado entre los pueblos tablazo norte de la unión y alto la cruz de la arena departamento de Piura, cuyo nombre del puente es el puente san José que en épocas de lluvias presenta una gran carencia de conectividad entre los pueblos tablazo norte con altos la cruz, ocasionando la inundación en el Canal el Melizo que dicho canal sirve como drenaje del río Piura, de esta manera afectando la economía de los pobladores, tanto en las cultivos agrícolas, ganadería como también en el sector de educación, por ellos hemos decido realizar el diseño de un puente, utilizando la especificaciones AASTHO LRFD, por lo que es importante la transitabilidad de la población, el cual tendrá múltiples beneficios como la reducción de tiempo y costo. El diseño de un puente viga losa con una luz de 15m para la mejora de la conectividad entre los pueblos de tablazo norte de la unión y alto la cruz de la arena-Piura estará diseñado para una sola vía porque actualmente es una carretera de tipo trocha carrozable, principalmente se realizo los estudios básico de la ingeniera como son: la topografía, estudio de suelo, hidrológico e hidráulico y de tráfico, para tener la información completa llevando los resultados al diseño, guiando del manual de puente del 2016.

**Palabras clave:** reconstrucción, diseño, puente viga-losa

## **Abstract**

The location of the project is located between the Tablazo towns north of the union and high the cross of the sand department of Piura, whose name of the bridge is the bridge San José that in rainy seasons presents a great lack of connectivity between the towns tablazo north with stops the Cruz, causing the flooding in the Canal el Melizo that said canal serves as drainage of the Piura river, thus affecting the economy of the inhabitants, both in agricultural crops, livestock and also in the education sector, for them we have decided to carry out the design of a bridge, using AASTHO LRFD specifications, reason why the passability of the population is important, which will have multiple benefits such as reducing time and cost. The design of a girder-slab bridge with a 15m span to improve connectivity between the towns of tablazo north of the union and Alto la Cruz de la Arena-Piura will be designed for a single track because it is currently a gauge road floatable, Mainly, basic engineering studies were carried out, such as: topography, soil, hydrological, hydraulic and traffic studies, in order to have complete information leading the results to the design, guiding the 2016 bridge manual.

**Keywords:** reconstruction, design, beam bridge - slab

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo comercial de cualquier lugar está directamente relacionado con el estado de sus vías de transporte y obras de infraestructura vial que son fundamentales para la conectividad de localidades siendo así los puentes, estructuras que ayudan a salvar obstáculos para dar continuidad y permitir eficazmente una comunicación entre ambos pueblos. (LA INFRAESTRUCTURA DE PUENTES EN LAS VÍAS SECUNDARIAS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUÍA, 2014). En este sentido, el mundo entero es testigo del vertiginoso avance científico y tecnológico que se puede observar en el día a día, sobre todo cuando se observan puentes que son construidos con tecnología de punta; mientras otros en países llamados subdesarrollados todavía se encuentran en pleno desarrollo en este campo.

GRATTESAT, G (VIDA ÚTIL DE PUENTES). (s/f) en su artículo Vida útil de puentes, menciona que en Europa está muy extendida la creencia que los puentes tienen un periodo de vida útil muy largo, lo que se ve reflejado en la explicación de que diversos puentes y acueductos construidos por los romanos hace 2.000 años, aún sobreviven. En diversos países europeos, gran parte de los puentes existentes son de mampostería y parecen soportar la prueba del tiempo además menciona que cuanto más antiguo es un puente mayor es su vida residual ya que ha resistido a todas las agresiones, pero también algunos puentes, así como otras construcciones se debilitan y deterioran con los años.

En el Perú, el programa de puentes mencionó que son estructuras de mucha importante para el progreso del país y que tienen en cartera de reconstrucción cambios 226 puentes con una inversión de s/1,218 millones además el Ministro de Transportes y Comunicaciones (MTC), quien alista la licitación para la construcción de 700 puentes por s/ 5,100 millones hasta el 2021, al fin de mejorar la conectividad de los ciudadanos e impulsar el desarrollo de actividades económicas y el intercambio comercial entre las localidades aledañas que dichas infraestructuras mejoran la calidad de vida de los ciudadanos. RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS (2018).

En lo que corresponde a Piura, la reconstrucción vial se ha visto favorecida por los diferentes fenómenos pluviales se ha han visto favorecidos, lo que le ha permitido elevar la competitividad en el sector transportes, agrícola y el rubro de exportaciones, pues disminuye los costos del transporte y tiempo de viaje, constituyéndose los puentes como caminos principales que aseguran la conectividad vial de las poblaciones.

En la Región Grau durante las épocas de lluvia, son los meses que más ocurren las precipitaciones pluviales en todas sus provincias y distritos. En esta zona, debido a este acontecimiento el Canal el Melizo tiende a desbordarse, por lo que impedía y sigue impidiendo el tránsito de vehículos y personas afectando la conectividad de los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena, de esta manera afectando la economía de los pobladores, tanto en los cultivos agrícolas, ganadería como también en el sector de educación, por ellos hemos decidido realizar la reconstrucción del puente San José para la mejora de la conectividad, el cual se enfoca en el diseño de un puente tipo viga-losa, considerado el más adecuado por la luz de 15 metros del puente que es el factor primordial a considerar.

Por lo que en el Centro Poblado del Tablazo Norte ubicado en el distrito de La Unión departamento de Piura persiste un gran problema en la conectividad entre los pueblos del Tablazo Norte con el pueblo Alto La Cruz. A esto se suma las dificultades en lo referente a la transitabilidad de la población y de los vehículos. Por lo que es importante la reconstrucción de puentes, los cuales pasan a ser un factor prioritario en la conectividad de las poblaciones, pues mediante ellos, se logra la disminución de tiempos en el traslado de un lugar a otro y por ende disminuye tiempos, mejora la actividad comercial y optimiza los costos operativos al momento de trasladar ya sea habitantes y/o alimentos.

El problema latente en el distrito es la carencia de la conectividad entre los pueblos antes mencionado, además de ocasionar pérdidas en sus diversos cultivos agrícolas, ganadería, así como también se ve afectados la educación inicial, primaria y secundaria, igual en salud en la atención médica y medicamentos, puesto que para adquirir estos servicios es necesario contar con esta infraestructura. Para su diseño y la construcción, es importante que se realicen los estudios como son:

hidrológico e hidráulico, para que puedan soportar los posibles riesgos que ocasionaría una nueva aparición del Fenómeno del Niño. Se sabe que a lo largo de la historia han ido evolucionando las técnicas para el desarrollo de los diversos tipos de diseños de puentes, en cuanto a su material, disposición del suelo, estimación de costos, etc. Siendo de suma importancia la revisión estructural y de la cimentación.

La incomodidad de las personas para sus respectivos traslados por causas del mal estado en que se encuentra el puente, la suciedad que se encuentra en ellos productos del arrojo de basura y diversos desechos que tiran los mismos pobladores, además no tiene la profundidad adecuada para un buen funcionamiento para soportar caudales en tiempos de lluvias, al no estar resuelto este problema las probabilidades de riesgos aumentarán en la comunicación de un pueblo a otro entre las personas que transitan por dicho lugar.

Esta situación, hace necesaria la elaboración de un diseño para su debida reconstrucción del puente con la finalidad de beneficiar a la población otorgando un adecuado proceso constructivo, una buena gestión y planificación, el cumplimiento del reglamento para inspeccionar puentes y parámetros que conlleven el desarrollo constructivo para el país, mediante estas obras de arte.

Con respecto a la formulación del problema es la siguiente, pregunta general: ¿Cuál será el diseño para la reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena-Piura.2020? y como preguntas específicas: ¿cuál será la evaluación del estado actual del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena-Piura.2020?; ¿Cuál será el estudio de tráfico en el puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena-Piura.2020?; ¿Cuál será el estudio topográfico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. La Arena-Piura.2020?; ¿Cuál será el estudio de la mecánica de suelos del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena - Piura. 2020?; y finalmente ¿cuál será el estudio hidrológico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena - Piura. 2020?

Esta investigación se justifica porque contribuye en la solución de una problemática social y económico de los pobladores de los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena.

La reconstrucción del puente, nace de una necesidad al fin de mejorar la conectividad vial a nivel regional y nacional, permitiendo un mejor y adecuado pase vehicular y peatonal, siendo una zona de alta producción agrícola y así no interferir en las actividades cotidianas.

En la actualidad con la inversión realizada por el gobierno nacional y el ministerio de transporte y comunicaciones (MTC), a través de Provias descentralizado (PVD), en mejorar las vías del país, con el fin de disminuir los tiempos de desplazamiento y comunicando las zonas de producción más importantes, para intervenir en el sector comprendido entre los distritos de la Unión y la Arena, zona donde se encuentra localizado nuestro proyecto propuesto.

Este tipo de estudio es conveniente ya que garantiza que se pueda desarrollar la reconstrucción de un puente en base a un buen diseño de estudio, ya formados profesionalmente damos las condiciones a los problemas existentes que engloban a nuestro entorno, reflejándonos como beneficio de dichos conocimientos lo que concierne a hacer énfasis en la importancia de estos en la zona donde se construyen, en la necesidad de evitar que la construcción de estos no afecte el medio ambiente y la importancia de realizarles un chequeo físico rutinario cada cierto tiempo para que estos no se vean afectados por la corrosión producida por el abandono.

Por ser un proyecto de investigación de tipo de estudio descriptivo, la hipótesis es implícita, el cual, esta se comprobará con los resultados de los estudios realizados.

En este trabajo de investigación se han tenido en cuenta como objetivo general: Determinar el diseño manual para la reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020. Además, se contempla como objetivos específicos: Evaluar el estado actual del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020; determinar

el estudio de tráfico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020; determinar el estudio topográfico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020.; determinar la mecánica de suelos del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020; y finalmente determinar el estudio hidrológico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

En el proceso de búsqueda de información respecto a trabajos previos hemos encontrados a nivel internacional los siguientes:

SANTIAGO, E (2015) en su tesis titulada *Análisis y Diseño de la superestructura de un Puente Viga-Losa de concreto armado de 20 metros de longitud, según normas de AASHTO STANDARD y AASHTO LRFD, mediante la aplicación de recursos informáticos*. Universidad de San Carlos- Guatemala, planteó como objetivo principal estudiar el concreto reforzado en un puente de 20 metros de longitud, de acuerdo a las normas AASHTO Standard y LRFD, para luego comparar y utilizar en un software de diseño. Donde la metodología que se empleó fue la ejecución de un trabajo eminentemente analítica, para analizar y diseñar una superestructura de un puente de concreto de 20 metros de longitud, usando las normas globalizadas: AASHTO Standard y AASHTO LRFD. La conclusión fue analizar y diseñar el puente utilizando las normas AASTHO LRFD con programa especializado CSi Bridge, que sirve para el proceso de planificación en obras viales.

CAMPOS, F. (2013) en su proyecto de investigación *Proyecto y Construcción del Puente Vehicular, ubicado en el km 10+300 de la AV. Pacífico tramo: Toluca-Tejupilco, edo. de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuyo objetivo principal es el menester del proyecto de este puente vehicular ubicado a la altura del k m10+300.00. donde la metodología que empleó fue de tipo descriptivo porque este estudio indica que, gracias a las técnicas, métodos y teorías de análisis existen estructuras con gran belleza arquitectónica cumpliendo una necesidad funcional en la sociedad. Finalmente concluyó que el proyecto se realizó con zapatas aisladas pocas profundas gracias a la buena calidad de terreno del lugar. Lo cual resulto una cimentación económica.

AGUAYO, Sofia (2017) en su tesis *Evaluación funcional y estructural del puente sobre el río chibunga, ubicado en la vía calpi-gatazo grande, parroquia Cajabamba, cantón colta, provincia Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo-Ecuador, definió el objetivo principal realizar la inspección, evaluación y análisis del puente sobre el Río Chibunga, cuya metodología que empleo es el método científico para buscar comprobar las hipótesis y lograr los objetivos antes planteados y concluyó

la evaluación del puente en cinco áreas: superestructura. Infraestructura, accesorios, obras de protección y seguridad, y el cauce, de esa manera describió el grado del deterioro de una manera simple y ordenada.

Así mismo, en nivel nacional hemos encontrado los siguientes estudios:

ESPINOZA, W. (2018), en su tesis titulada *Diseño del Puente para Trocha Carrozable Mejorando el Tránsito del Centro Poblado de Vichón provincia Huari, Ancash – 2018*, Universidad César Vallejo, Ancash, cuyo objetivo general es Evaluar la incidencia del diseño de puente para trocha carrozable en la vialidad que tiene para el tránsito en el centro poblado de Vichón. La metodología utilizada fue de tipo aplicada porque se utilizará herramientas, así como la tecnología como los softwares en diseño de estructuras y también se dotará de dichos materiales en el presente trabajo de investigación. Y su conclusión fue que el puente soportará una cierta carga calculada por el estudio de tráfico a su vez por el metrado de cargar y el estudio climatológico, ya que se sabe la gran influencia que podría tener un desastre natural.

MEJIA, T (2014), en el trabajo de investigación *Construcción del Puente Carrozable Carretera Cajamarca - Centro Poblado la Paccha*, Universidad nacional de Cajamarca. Planteó como objetivo principal la elaboración de estudio para la construcción de un puente carrozable en la provincia de Cajamarca -Centro Poblado la Paccha. La metodología utilizada por el autor es de tipo descriptivo porque se desarrollaron diferentes actividades y estudios como son: Identificar la zona para donde se va hacer el diseño, realizar levantamientos topográficos, estudios de tráfico, mecánica de suelos como también estudio geológico, el cual se llegó a la conclusión que el puente fue diseñado con 2 vigas principales de 0.70 m de ancho y de 1.70 m de peralte. 5 vigas transversales (diafragma) de 0.30 m de ancho y de 1.25 m de peralte. 2 veredas laterales de 0.80 m de ancho, espesor del tablero es 0.25 m. 2 estribos en voladizo de 8.50 m de altura y de 5.00 m de ancho de zapata. 4 aletas de 8.70 m de altura y de 4.20 m de ancho de zapata.

Para ARONES A y CORTES C. (2018), en su tesis con título *Evaluación Estructural del Puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO*

*LRFD 2012 y Norma Técnica Peruana Sismorresistente E.030*, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas-Moquegua. Tuvieron como objetivo principal evaluar un puente de concreto armado con las normas y guías pertinentes actuales y contrastar el diseño resultante con el obtenido en el análisis del puente con las normas vigentes en la época en que se construyó (Standard Specifications for Highway Bridges AASHTO 1996, DGCF). En base a los momentos, fuerzas de flexión y corte, derivadas que se obtienen en base a la capacidad actual del puente, donde la metodología para su investigación fue de tipo exploratoria, ya que por primera vez buscan obtener nueva información de convencimiento para dejar en claro el objeto de estudio a estudiantes, practicantes y profesionales que tienen el interés de promover un diseño de estas estructuras para este tipo de puentes, el cual el instrumento permita introducirse en el análisis de la evaluación, así de esta forma cumplir todos los parámetros y especificaciones para un diseño de puentes en el Perú, porque aún no se respeta la norma actual vigente, llegaron a la conclusión en base a las indicaciones del Manual de Diseño de Puentes del MTC y el mapa de isoaceleraciones, el coeficiente que le corresponde a la zona donde se ubica el puente Huaracane está entre 0.40 y 0.42. La Norma E.030 2016 indica que, respecto a la ubicación del puente en estudio, el coeficiente de aceleración horizontal asociado es de 0.45. Puede observarse que las aceleraciones recomendadas por ambos documentos mantienen cercanía. Para llevar a cabo un análisis prudente del puente, se ha optado por emplear el valor de aceleración recomendada por la Norma E.030 2016, porque dicho documento presenta investigaciones más actuales y la magnitud seleccionada es más desfavorable y debe analizarse.

El argumento de este trabajo se basa en reconstrucción, ya que muchas vías de esta ciudad se encontraban orientadas a rehabilitarse y reconstruirse en todo lo referente a su infraestructura dañada por algún fenómeno producido por la naturaleza como son inundaciones fluviales, pluviales. Presidencia de consejos de ministros. RECONSTRUCCION CON CAMBIOS (2018)

COLINA, J. y RAMIREZ, H. (2000) en su artículo la ingeniería estructural, fundamenta que la reconstrucción es el proceso que enfoca un diseño en ingeniería, el cual inicia desde las primeras etapas del proyecto en conjunto de otros

diseños como: arquitectura, eléctrico y sanitario; de esta forma, el proceso de diseño es muy importante que en día a día se ha convertido en un arduo trabajo en equipo, ocupando un lugar muy innovador que beneficia a todo el proyecto de pequeñas y grandes infraestructuras generando el desarrollo de un país que generalmente va acompañando de la construcción.

En relación con lo que explica los autores interpretan que un diseño en ingeniería nace de una idea que sirve para darle solución a un problema de manera innovadora, para llegar a un resultado concreto y a la vez sirve de guía para llevarlo a la práctica, es decir para construirlo y verificar.

COLINA, J y RAMIREZ, H. (2000) en su artículo científico, manifiesta que en los puentes de viga-losa, se constituye por tener vigas principales(longitudinales) y vigas diafragma (transversales). Para un puente simplemente apoyado la superestructura es sostenido por la subestructura o infraestructura.

PLASENCIA, P. (2014) en su artículo Puentes sociedad e ingeniería, manifiesta que los Puentes son obras viales, también llamado edificación en servicio que son diseñados y construidos que salvan los obstáculos que nos separan y a la vez juntan pueblos, comunidades en unidades más íntimas, el cual ayudan a acortar distancias, disminución de tiempo en el traslado de un lugar a otro, aceleran el transporte y facilitan el comercio, asimismo (BARKER, y otros, 2007) conforman una serie de cualidades como: el puente como desarrollo constructivo, el puente como sinónimo de crecimiento de toda una sociedad, el puente como logro tecnológico en brindar un servicio satisfactorio, donde no existen obstáculos para la circulación vehicular y peatonal, el puente como superador de fronteras, el puente como herramienta económica y comercial.

Los puentes están conformados básicamente de dos partes muy importante que son la superestructura y la subestructura o infraestructura, además se consideran las cimentaciones y los elementos de conexión.

La superestructura, está conformada por un tablero y la estructura portante, el tablero puede estar diseñado por una losa de concreto, madera, etc., esto es soportado sobre la estructura portante del puente que puede ser de diferentes tipos por ejemplo vigas principales en puente viga-losa, anillos que forma el arco en

puede de arco o cables en puentes colgantes. Las partes que también constituye la superestructura, son las vigas diafragmas, la capa de rodadura, berma, postes, pasamanos, veredas, cunetas.

La subestructura o infraestructura compuesta por elementos que cuales reciben cargas provenientes de la superestructura, para que luego estas cargas sean transmitidas a la cimentación del puente. Está conformados por estribos y pilares. Los estribos son apoyos extremos que transmiten cargas a la cimentación y a su vez sirven como soporte del relleno y el pilar son apoyos intermedios de puente que reciben reacciones de dos tramos adyacente transmitiendo la carga al terreno.

LOPEZ, J. (1993). Los puentes se pueden clasificar de diferentes maneras, por ejemplo:

Según por sus dimensiones: pontón, acueducto, viaducto, pasarela.

Según el uso: Puente carrozable, Puentes de carreteras, Puentes peatonales, Puentes de ferrocarril.

Según forma geométrica: Puentes rectos, Puentes desviados y Puentes curvos.

Para la elección del tipo de estructura, es importante identificar los rangos de luces, estos indicarán los tipos de materiales que contemplará la estructura.

**Tabla N° 1:** Rangos de luces según el tipo de estructura

Tipo de estructura	Material	Rango de luces (m).
Losa	C. Armado	0-12
	C. Preforzado	10-40
Vigas	C. Armado	12-25
	C. Preforzado	25-325
	Acero	30-300
Reticulado	Concreto	80-390
	Acero	130-400
	Acero ret.	240-520
atirantado	Concreto	100-600
	Acero	100-1000
colgante	Acero	300-2000

Fuente: LOPEZ, J

De acuerdo al tipo del sistema estructural principal tenemos:

Para RODRIGUEZ, A (2014) en su libro titulado puentes manifiesta el sistema constructivo del puente viga losa están construidas de vigas T, están hechas de concreto armado y conformado de una losa, la cual esta sometida a un esfuerzo de flexión y cortadura.

Según LOPEZ, J (1993) afirma que las luces para puentes viga-loosa se encuentra en los rangos de 10.00 hasta 25 metros diseñado sin apoyos intermedios (pilares), la ventaja de este puente es que son muy comunes y económicos en el rubro de la construcción.

Puente en arco: se caracteriza por el hecho de que gracias a su forma es capaz de transmitir las cargas trabajando a un estado en los que los esfuerzos primarios son de compresión. Actualmente, el concreto es el material más utilizado en los puentes en arco por su alta capacidad resistente a la compresión. Es una ventaja que se pueden utilizar para salvar grandes distancias construyéndolos con una serie de arcos sucesivos. Y una desventaja es que las piedras y sus derivados, tiene fuerza en esfuerzos de compresión, pero poseen poca resistencia a esfuerzos que implican atracción.

Puentes atirantados: esta conformado por torres, el tablero y cables. Cuyo tablero es sostenido por los cables que transmiten las cargas a las torres. los puentes atirantados son considerados los puentes del futuro. Como ventaja y desventaja tenemos: para el primero es que tienen mayor rigidez que el puente colgante. Y para el segundo es que tiene un índice de fallas que presentan cuatro factores fundamentales: problemas de diseño, a los materiales constitutivos, al procedimiento constructivo, y a la operación bajo cargas vivas.

Puentes colgantes: su estructura principal lo constituyen los cables curvos que soportan las cargas y transmiten a las torres, los cables sostienen el tablero por medio de tirantes denominadas péndolas. Las ventajas son: se puede decir que es el único que permite ocultar las luces más grandes y también se considera una estructura muy flexible y se evitan cargas precisas de mayor nivel se pueden producir movimientos importantes. La desventaja es: necesario el mantenimiento

en varias ocasiones para evitar el deterioro y ya que una gran porción de la estructura es hecha en metal.

Puentes reticulados: son aquellas estructuras que están hechas de material acero generalmente rectos formando conjuntos de triángulos. El tablero está constituido por una losa que se apoya en vigas transversales que transmiten las cargas a los nodos de los dos reticulados longitudinales.

Puente de viga: conformado por un sistema estructural más económico y corta duración en el proceso constructivo, sus principales esfuerzos de estos puentes viga son de flexión. Su ventaja es que se pueden adecuarse a las distintas cargas vehiculares que transitan en el puente. y la desventaja es que siempre va a tener gastos adicionales en el mantenimiento de las estructuras metálicas del puente para evitar la corrosión de los elementos, igualmente es necesario el mantenimiento de la plataforma.

El tipo de puente para nuestro trabajo de investigación que hemos escogido es el puente viga-losa:

(AASHTO) (s/f) en el libro diseño de puentes, manifiesta que un puente viga-losa consiste en una losa de concreto armado transversalmente apoyada por vigas longitudinales. El sistema se apoya a su vez con estribos laterales cuando se trata de un puente simplemente apoyado. A los estribos se adiciona pilares cuando se trata de un puente de dos tramos y sin que vea una continuidad entre ellas. Para puentes viga losa del tipo desviado tiene un encofrado más complejo en tramos relativamente cortos, refiriéndose a luces menores de 40 pies (12 mts).

DUQUE, M. (2004) en su artículo Lecciones del concurso de puentes expone que un puente tipo viga tiene la estructuración menos complicada, con una característica de una estructura rígida horizontal que descansa a través de dos apoyos con la finalidad de generar reacciones verticales. Todo el peso del puente está constituido por sus sistemas estructurales a la que se le llama la superestructura y la subestructura, la cual genera dos fuerzas compresión y tracción.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018) en su libro titulado “Manual de Puentes” menciona una de las desventajas que pocas veces se toman en cuenta:

La mejora continua de una sociedad radica también en las construcciones de infraestructuras de diferentes índoles, dentro de ello la construcción de puentes; como bien sabemos esto va traer como consecuencia la modificación del medio y como ventaja la mejora de condiciones socio – económicas, de igual forma en el aspecto cultural y por qué no decir ecológicas y es allí donde va surgir la bajo un enfoque global relacionado al medio ambiental [..] En algunas circunstancias por falta de una planificación estratégica en los fases de construcción como también en los etapas de operación, tiende a generar un desbalance con ciertos desajustes por algunas alteraciones del medio.

Para realizar el diseño de puentes abarca dos tipos de investigación principales dominado estudio de campo y estudio de gabinete. Las primeras son todas las investigaciones que deben realizarse en in situ del proyecto, con la finalidad de dar un diseño estructural económica y viabilidad constructiva. Los estudios de gabinete se utilizan datos determinados en el campo y en base de un análisis de las normas de diseño, se lleva a cabo el cálculo estructural y cuantificar el proyecto. (New jersey department of transportation, 2016).

Para la elaboración del diseño del puente, es indispensable ya contar con los estudios básicos para obtener los datos necesarios y asimismo realizar los anteproyectos y del proyecto definitivo del puente, son los siguientes:

La topografía: es el primer paso para llevar a cabo el diseño estructural de puentes. se realiza un levantamiento topográfico de precisión, lo cual se debe determinar tanto la planimetría (las curvas de nivel) como la altimetría (dimensiones de las abscisas del eje del proyecto y variación en altura). KOENIG, V. (2012).

Estudios de tráfico: se refiere a la estadística de vehículo que se transita en la estructura existente.

Estudio de suelos: Cuyos estudios se realizan en in situ para hallar la capacidad portante de subsuelo y así establece los parámetros del diseño de la cimentación que sean económica y segura. Estos estudios pueden ejecutados por varios métodos diferentes, excavación cielo abierto, perforaciones profundas, geofísicas, estratigrafía del suelo, nivel de cimentación y nivel friático, parámetros para el

diseño de cimentación, tipo de cimentación y presencia de fallas geológicas. LANDAZAURI, C. (2002) en ingeniería de puentes.

Para el estudio de suelos se realizan ciertos ensayos de laboratorio que son especificados a normas técnicas especializadas con los ensayos respectivos, que se listan a continuación:

**Tabla N° 2:** Ensayos en suelos

tipo de ensayo	designación	
	aashto	astm
Análisis granulométrico de los suelos	T-88	D-422
Limite liquido de los suelos	T-89	D-423
Limite plástico e índice de plasticidad de los suelos	T-90	D-424
Humedad natural		D-2216
Clasificación SUCS		D-2487
Peso unitario		C-97
Corte directo		D-3080-72
Proctor modificado	T-180-D	
Capacidad portante		D-1194
Análisis químico por agresividad		D-2348
Prueba de ensayo de penetración standard		D1586-84

Fuente: Manual ensayo de materiales (2016)

Estudio de hidrología: este estudio permite establecer las características hidrológicas de la zona, cuyos son los requisitos mínimos para el diseño de un puente. MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE (2018)

Asu vez el presente trabajo de investigación actuará como posible efecto, que esto será generado por el diseño del puente viga-losa, nos referimos a una mejora de la conectividad.

La conectividad, sinónimo de integración que establece relaciones de accesibilidad teniendo como adjetivo del fácil acceso o la transitabilidad de mayor comodidad para cualquier persona, de esta manera haciendo uso para salvar los obstáculos o barreras de accesibilidad, incluyendo los factores que están adaptados a la comunicación de lugares como en la movilidad de llegar a un lugar ofrecido por un

servicio, asimismo generar mayor circulación de vehículos de un lugar a otro, ya sea por una carretera o puente, reduciendo tiempo y costo.

CASTILLO, H. (2017) en su artículo, Accesibilidad, movilidad y conectividad, claves de las ciudades futuras, expresa que la conectividad hace referencia a la capacidad de enlace o de existencia de conexión, y todo ello, en el marco del tránsito en la ciudad (la movilidad urbana) y de la dualidad infraestructura-servicio.

Respecto a las posiciones de diferentes autores en nuestro trabajo de investigación, concordamos que la realización de un puente es la solución en el caso de querer conectar dos puntos divididos por un río, ya que, al dejar pasar el caudal por su canal original, nos evitaríamos de hacer una carretera que una a ambos pueblos o quizás de desviar el río en otra dirección, como también resultan más económicas para luces menores a 18 m.

El puente viga losa, puede ser realizado para todo tipo de situaciones, pero la calidad y seguridad del mismo nos indican que es para paso vehicular y peatonal, en el caso de este proyecto, se está realizando para un IMDA bajo, por lo tanto, es más que suficiente un puente viga losa.

Descifrando una de las ventajas del portal Matiere nos explica que el proceso de construcción de un puente losa es de manera sencilla, pero para el ingeniero que está familiarizado con el tema. Además de que soportaría esta misma soportara grandes cargas para la cual está diseñada sin mostrar algún tipo de hundimiento en la base sobre la cual se edifican los cimientos o taludes. Aparte, requiere de poco mantenimiento al ser culminado, por lo que resultaría muy factible en el aspecto económico, ya que, de esta manera, los pobladores de la zona no perderían muchos días el poder usar el puente cuando se realice algún mantenimiento difícil y duradero como para puentes de mayor magnitud.

Un concepto que está relacionado con este aspecto es el cambio del clima y el aumento del caudal en el río, ya que esto nos podría generar el hundimiento y colapso del puente.

Gracias a la estructura maciza del puente y el diseño correcto que se le hará durante el proceso de estudios y ejemplificación, siguiendo además la historia del río y realizar una investigación histórica, junto a un ensayo hidrológico, nos determinarán en que cada cierto tiempo el caudal aumentará en  $m^3/s$  y altura, para

lo que el puente deberá contar con un borde libre promedio para que el puente se mantenga firme.

En algunos antecedentes como estos nos damos cuenta que el estudio relacionado al impacto ambiental (EIA) es de suma importancia al momento de querer realizar cualquier tipo de edificación u obra de gran o poca magnitud, en este caso para la realización de un puente losa se debe tomar en cuenta si genera o no daños al ambiente con algún tipo de aditivo que se pueda usar al momento de los encofrados o vaciado de concreto en las losas.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de Investigación**

##### **Tipo de investigación:**

El tipo de investigación es aplicada, porque el diseño de la reconstrucción del puente San José de viga-losa se realizará de acuerdo al levantamiento de datos que se tomarán en el campo. Se utilizará herramientas, así como la tecnología, los softwares se centra específicamente en el procesamiento de datos, en diseño y también en los materiales.

VARGAS, Z. (2009), en su artículo La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia, explica que la investigación aplicada también es llamada investigación práctica o empírica, porque busca realizar hechos y sucesos que se han realizado en forma práctica de nuestro contorno y adaptándose a la realidad.

##### **Diseño de la investigación**

Por otra parte, el diseño de esta investigación es No Experimental-transversal descriptivo, esto porque no se van a manipular variables, porque primordialmente se utiliza la observación en la zona del proyecto. tal como nos explica JIMENEZ, R. (2015) en su libro de Metodología de investigación afirma, que toda investigación no experimental significa no posee el control de sus conclusiones definitivas a través de una serie de acciones o procesos reproducibles para obtener resultados interpretables por medio de experimentos, sino más bien se contenta con observar los fenómenos de su interés en el ambiente dado.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **variable independiente**

Reconstrucción del puente San José tipo viga – losa.

##### **variable dependiente**

conectividad.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

ARIAS, J; VILLASIS, K y MIRANDA, M. (2016) en su artículo El protocolo de investigación III: la población de estudio, indica que la población de estudio es un conjunto total de individuos, cosas u objetos como también se refieren a los casos, definido, limitado y accesible, que formará ciertas características que los hacen comunes y similares. Partiendo de este concepto; nuestra población está comprendido por todos los puentes del distrito de la unión.

#### **Muestra:**

LOPEZ, P. (2010) en su sitio web, conceptualiza que la muestra es el subconjunto representativo de la población. Existen diversos tipos de muestra. Por lo tanto, la muestra de nuestro trabajo de investigación es el puente localizado entre los caseríos del Tablazo Norte con el Alto de la Cruz.

#### **Muestreo:**

HERNANDEZ, R y otros (2014) en su libro metodología de la investigación expresa, es el proceso que se utiliza para seleccionar a los componentes o los elementos de la muestra del total de la población.

El trabajo de investigación es de tipo intencional o también llamado muestreo por conveniencia.

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

para la determinación del primer objetivo que corresponde a Evaluar el estado actual del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020; se utilizará la técnica de observación en campo, asimismo como instrumentos se utilizaron: la Guía para la inspección de puentes, aprobado mediante la directiva N° 01-2006 – MTC/2014, una wincha, cámara fotográfica, crayolas y los elementos de seguridad.

Para la evaluación del segundo objetivo que corresponde determinar el estudio de tráfico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020; se utilizará la técnica de observación

en campo, de esta manera, como instrumento se utilizó la ficha de recolección de datos, el cual describe el conteo de tráfico, clasificación vehicular y sentido, este ayudará a obtener la información necesaria sobre el IMD actual en la zona de estudio.

Para la evaluación del tercer objetivo que corresponde determinar el estudio topográfico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020; donde la técnica es la observación en campo, asimismo como instrumentos se utilizaron: la estación total, GPS, el prisma topográfico, jalones y el software civil 3D.

Para la evaluación del cuarto objetivo en lo que se refiere determinar la mecánica de suelos del puente San José, cuya técnica que se aplicó fue la observación en campo, asimismo los instrumentos utilizados en el ensayo de campo fueron: equipos de perforación (brocas de arrastre, brocas de cono – rodillo, varillas de muestreo); muestreador de caña partida, ensamblaje de caída – peso (martillo y yunque, equipos accesorios). Además, los ensayos que hemos realizado en el laboratorio de suelos se han utilizado los siguientes instrumentos: fichas de registro de datos de laboratorio y las normas reconocidas internacionalmente como AASHTO, ASTM.

En lo que respecta el estudio hidrológico, se utilizará la técnica del análisis de datos y en cuanto a los instrumentos se utilizaron el software de la especialidad como: AUTOCAD, GLOBAL MAPPER, etc. Asimismo, se tuvo en cuenta la orientación de un especialista en la elaboración de puentes.

### **3.5. Procedimientos**

El lugar de estudio de esta tesis es el puente san José, localizado entre los caseríos del Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena, en donde el objetivo de este proyecto de investigación es determinar el diseño manual para la reconstrucción del puente, el cual para desarrollarlo nos lleva a un desglose de actividades, por consiguiente, nuestro primer propósito es Evaluar el estado actual del puente de nuestro lugar en estudio, haciendo la visita al terreno donde se

reconstruirá el puente por medio de la guía para inspección de puentes con la finalidad de conocer el estado actual que se encuentra el puente.

Otras de las actividades para llevar a cabo el desarrollo del proyecto es obtener el índice medio diario anual (IMDA), el cual se obtiene por medio de un estudio en campo con un formato de ficha de Excel proporcionado por el Ministerio de transportes. El trabajo de gabinete consiste en la selección de la estación del control para el conteo, clasificación y tabulación de la información, las mismas que son procesadas en una hoja de cálculo empleando sistemas de cómputo y afines. Obteniendo el IMD en la carretera existente en estudio. El conteo volumétrico tiene la finalidad de conocer el flujo vehicular en el sector del proyecto.

se identificó la localización geográfica, ubicado en los caseríos del Tablazo norte con el Alto de la Cruz. Por lo consiguiente, se realizó el estudio topográfico, con la finalidad de dar a conocer el relieve del terreno en investigación. Se realizarán trabajos en campo y procesados en gabinete usando el software civil 3D y el AutoCAD, los cuales se detallará con exactitud en el presente proyecto de investigación.

Para el estudio de mecánica de suelos se realizó el estudio en el área de terreno donde se llevará a cabo nuestro desarrollo de investigación, llamado Ensayo de Penetración Estándar (SPT), cuyo ensayo claramente referido a prácticas establecidas y normas técnicas especializadas, con la finalidad de obtener la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Una vez realizado el ensayo en campo se procedió a evaluar las muestras de las calicatas en el laboratorio especializado, trabajando con las normas AASTHO o ASTM, que sirve para determinar el tipo y la calidad del suelo mediante el Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS). Nuestras muestras fueron sometidas por los siguientes ensayos:

**Tabla N° 3:** Ensayos realizados en esta investigación

tipo de ensayo	designación	
	aashto	astm
Análisis granulométrico de los suelos	T-88	D-422
Limite liquido de los suelos	T-89	D-423
Limite plástico e índice de plasticidad de los suelos	T-90	D-424
Humedad natural		D-2216
Clasificación SUCS		D-2487
Peso unitario		C-97
Corte directo		D-3080-72
Proctor modificado	T-180-D	
Capacidad portante		D-1194
Análisis químico por agresividad		D-2348
Prueba de ensayo de penetración standard		D1586-84

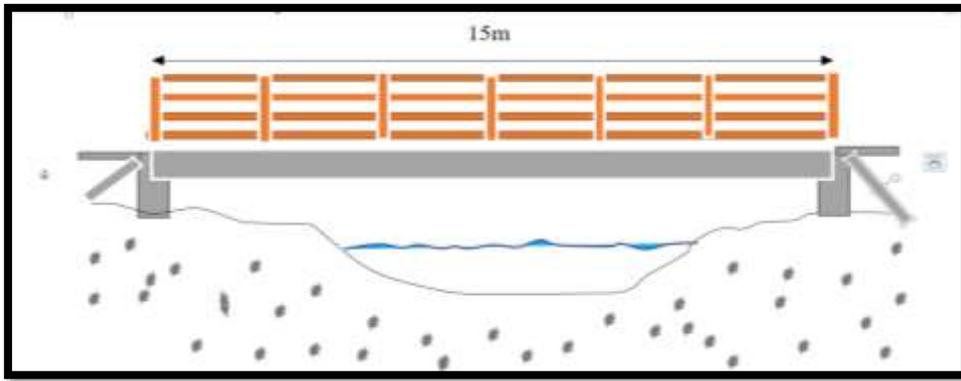
Fuente: Manual ensayo de materiales (2016)

Otra de las actividades para llevar a cabo el desarrollo del proyecto es obtener el caudal de diseño y periodos de retorno para tener la apreciación real del comportamiento hidráulico del canal, todo este proceso se realizó como referencias el programa Google Barth para extraer las coordenadas de la zona de estudio luego exportar cuyos datos a Google Mapper proporcionando el área de la cuenca y visualizado en el programa AUTOCAD.

Teniendo los datos de los estudios antes mencionado, se comenzará el cálculo estructural para el diseño del puente con el predimensionamiento de los elementos estructurales que se trabajó con lo establecido en el manual de diseño de puentes Aprobado con Resolución Ministerial N.º 589-2003-MTC/02 del 31 de Julio del 2003 tomando como camión de diseño el HL -93, se diseña el puente teniendo en cuenta los diversos parámetros que nos señala el reglamento de puentes. Para una buena calidad de diseño tanto funcional, estructural, económico y estético.

**La determinación de la luz del puente** es el primer parámetro que se toma en cuenta al momento de la selección del tipo o tipos de puentes. En tanto la luz libre del Puente San José tiene 15 metros de longitud.

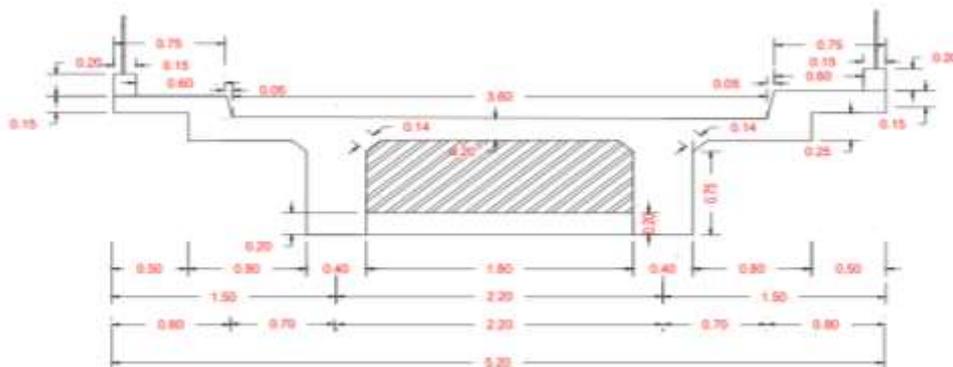
**Figura N° 1.** Sección longitudinal



Fuente: elaboración propia

El tipo de estructura a diseñar es un puente viga losa de concreto armado porque se encuentra en el rango de luz libre de 12 a 25m de longitud según el manual de puentes.

**Figura N° 2.** Sección transversal



Fuente: elaboración propia

En cuanto a la forma geométrica y dimensiones el manual de puentes, nos determina las características necesarias para diseñar un puente.

- Se debe realizar un diseño proyectándose hacia el futuro sobre las ampliaciones de las vías vehiculares de lugar.
- Ancho libre de la vía es generalmente igual al ancho de la calzada de tráfico incluyendo las bermas, si las estructuras tienen sardinales, deben conservarse sus dimensiones.
- Las barandas vehiculares no deben ser menores de 0.70m desde la parte superior de la superficie de referencia.
- Un puente es una obra vial que permite salvar un obstáculo y su alineación horizontal de la carretera no siempre es perpendicular al eje de la corriente de agua.
- El ancho mínimo para veredas es 0.75m, lo cual su función es el tránsito de los peatones.
- Gálibos
- ✓ El galibo sobre vías principales en área rurales debe ser como mínimo de 5.50m.
- ✓ Los puentes sobre un curso de agua están comprendidos entre los siguientes valores  $1.50 \leq \text{Galibo} \leq 2.50\text{m}$ .
- ✓ El valor puente se puede modificar si el puente se encuentra sobre ríos navegables. a esto no debe ser menor a los 1.50m.

**Las dimensiones de las vigas diafragma** se dimensionan igual al 75% o 70% del peralte de las vigas longitudinales de esta manera dejando un vacío entre la losa y viga, esta estructura está diseñado para resistir los momentos y esfuerzos cortantes de las cargas de los vehículos, estos diafragmas se colocan en los extremos y el centro de la superestructura.

**Para el diseño geométrico de la calzada**, Según ASSHTO el ancho mínimo del diseño de una vía de tráfico es 3.60 m y asume que el ancho que ocupa el camión diseño es de 3.00m, si un puente mide 6.00 - 7.20m de ancho de superficie de rodadura se le considera de dos vías.

Según el manual de puentes 2016 indica que se va trabajar con ASSTHO-LFRD. Utilizando el camión de diseño HL-93.

Según el MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2018) en su manual de carreteras DG-2018 afirma que es una trocha carrozable debido que su IMDA es menor a 200 veh/día.

**Las cargas del diseño** son acciones que causan esfuerzos y deformaciones a las estructuras, estas se basan en las especificaciones de ASSHTO.

Existen diferentes cargas que actúan sobre un puente: Peso propio, peso muerto, sobrecarga, impacto, frenado, sismo, empuje de tierra y subpresión.

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

Para el análisis de datos de la investigación se tomarán en cuenta ciertos criterios técnicos englobados a la ingeniería civil, donde la naturaleza de los resultados sea válida para corroborar en la investigación.

El análisis de datos se desarrollará mediante textos, guías establecidas por el ministerio de transporte y comunicaciones, guías de recolección de datos, fichas de observación, siendo cada uno de estos, interpretados de manera clara y sencilla. Se hará uso de software como: Excel, S10, AutoCAD, Hidroesta, global Mapper.

Los análisis, mayormente se acopla en los usos y la interpretación de métodos, dejando de lado los procedimientos de cálculo, porque hoy en día se realizan todo en la computadora. HERNANDEZ, R y otros (2014).

### **3.7. Aspectos éticos**

En esta investigación, se han respetado escrupulosamente las normas, métodos y técnicas científicas obtenidas en la recolección de datos durante el desarrollo del proyecto. Se ha cumplido con el filtro de ingreso del trabajo para evitar el plagio utilizando el software turnitin, demostrando la honestidad y veracidad referente al tema de investigación, respecto a las ideas y privacidad de los autores.

#### IV. RESULTADOS

En relación al primer objetivo que consistió evaluar el estado actual del puente san José cuya información se consiguió aplicando la Guía De Inspección para Puentes decretada por el (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN 2006). Detectando que el puente San José presentó las siguientes patologías estructurales y su clasificación por orden de gravedad.

**Tabla N° 4.** condición global de puente

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA CONDICIÓN
0	<b>MUY BUENO:</b> no se observa problemas
1	<b>BUENO:</b> hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia
2	<b>REGULAR:</b> los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	<b>MALO:</b> las pérdidas de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidades de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatiga en el acero.
4	<b>MUY MALO:</b> avanzando deterioro de los elementos estructurales primarios. <ul style="list-style-type: none"><li>- Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto.</li><li>- La socavación compromete el apoyo que debe de la infraestructura.</li><li>- Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado.</li></ul>
5	<b>PÉSIMO:</b> gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. <ul style="list-style-type: none"><li>- Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura.</li><li>- El puente se cierra al tráfico, pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unida ligera.</li></ul>

**Fuente:** Guía de inspección de puente (2006).

Interpretación: como se observa en la tabla 04, la guía para inspección de puentes evaluó la condición actual del puente san José determinándole una calificación 3, equivalente a un estado malo, por lo siguiente: La superestructura de puente presentó grietas o aberturas que afectaban toda la sección, también presentó fisuras o aberturas superficiales en área y falla o presencia de corrosión de acero. En cuanto a la subestructura o infraestructura: las anomalías encontradas en los estribos y pilar del puente también presentaron las mismas

fallas de la superestructura, de allí la necesidad de crear necesario hacer una reconstrucción del puente. De igual manera la municipalidad de dicho distrito estará a próximos de ejecutar el proyecto (oficio en anexo).

En cuanto al segundo objetivo que consistió determinar el estudio de tráfico del puente, es por ello que, para determinarlo, primero se encontró el índice medio diario (IMD), en donde La carretera del puente san José que conecta los caseríos tablazo norte y alto la cruz, pertenece a una trocha carrozable según el MANUAL DE CARRETERA D-G2018, debido que transitan menos 200 Veh/día. La gran mayoría de vehículos de que transitan son vehículos ligeros.

El índice medio diario, se realizó por un periodo de 7 días, desde el día miércoles 08 de enero hasta el martes 14 de enero del 2020 y en hora punta 7:00 a 12:00 AM y 3:00 a 6:00PM, justificándose esto por ser un puente que tiene poco flujo vehicular y también por encontrarse en un mal estado.

**Tabla N° 5.** Resumen general de conteo

DIA	AUTO	C. 2E	C. 3E	PICK UP	MICROS	COMBIS RURAL	TOTAL
Miércoles	45	2	13	6	0	0	66
Jueves	50	2	8	4	0	0	64
Viernes	38	2	7	6	0	0	53
Sábado	47	2	2	8	0	0	59
Domingo	30	1	0	4	0	0	35
Lunes	35	2	8	4	0	0	49
Martes	45	1	3	2	0	0	51

Fuente: elaboración propia

**INTERPRETACIÓN.** La tabla 05 indica que el índice medio diario (IMD) lo presenta el día miércoles ya que es quien posee la mayor cantidad de vehículo con 66 Veh/día a diferencia al día domingo que se obtuvo 35 Veh/día mediante el conteo en la trocha carrozable del tramo entre el caserío El Tablazo norte con el caserío Alto la Cruz. puesto que no se observó mayor movimiento a diferencia de los otros días.

El índice medio diario semanal (IMDs), se calcula mediante el volumen de vehículos registrado durante los 7 días con la siguiente fórmula:

$$IMDs = Vi/7$$

**Dónde:**

IMDs: índice medio diario semanal

Vi: volumen vehicular diaria

**Tabla N° 6.** Resumen IMDs del puente san José

DÍA	AUTO	C. 2E	C. 3E	PICK UP	MICROS	COMBIS RURAL	TOTAL
Miércoles	45	2	13	6	0	0	66
Jueves	50	2	8	4	0	0	64
Viernes	38	2	7	6	0	0	53
Sábado	47	2	2	8	0	0	59
Domingo	30	1	0	4	0	0	35
Lunes	35	2	8	4	0	0	49
Martes	45	1	3	2	0	0	51
Promedio total	41	2	6	5	0	0	54

**Fuente:** Elaboración propia, 2020

**INTERPRETACIÓN:** En la tabla 06. El índice medios diario semanal donde se suma todos los vehículos que transitando durante la semana dividido entre siete obteniendo (IMDs) de 54 Veh/día. Entre los caseríos tablazo norte y alto la cruz.

**Tabla N° 7.** Distribución porcentual del índice medio diario (IMDs)

Distribución porcentual del IMDs		
Tipo de vehículo	Total, de	distribución %
v. ligeros	46	85,19
v. pesados	8	14,81
IMDs	54	100 %

**Fuente:** Elaboración propia, 2020

**INTERPRETACIÓN:** La tabla 07 presenta la clasificación de dos tipos de vehículos que transitan por el puente San José, en donde el mayor porcentaje de vehículos que transitan son de tipo ligero con 85,19% mientras que los vehículos pesados transitan en un porcentaje de 14,19%, debido a que es un puente que pertenece a una zona rural.

El índice Medio Diario Anual (IMDA): Representación promedio aritmético de los volúmenes diarios para todo el día del año en la zona en estudio en un año, mediante la siguiente formula:

$$IMDA = IMDs * Fc$$

**Dónde:**

IMDA: índice medio diario anual

IMDs: índice medio diario semanal

Fc: Factor de corrección

Factor de corrección estacional: El factor de corrección, son datos que brinda el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

F.C.E. vehículos ligeros	1,1032
F.C.E. vehículos pesados	1,0777

**Tabla N° 8.** índice medio diario anual (IMDA)

DIAGRA/DÍA	AUTO	C. 2E	C. 3E	PICK UP	MICROS	COMBIS RURALES	TOTAL
IMDS	41	2	6	5	0	0	54
FCE	1,1032						
IMDA 2020	45.23	2.21	6.62	5.52	0,00	0,00	60

Fuente: Elaboración propia, 2020

**INTERPRETACIÓN:** En la tabla 08 de acuerdo al conteo realizado en la carretera entre los caseríos tablazo norte y alto la cruz, tenemos un IMDA de 60 Veh/día. Indicando que es una carretera de tipo trocha carrozable por transitar menos 200 Veh/día.

**Demanda proyectada:** Es el periodo de diseño que se le da a una edificación, en base al proyecto está diseñado para 50 de vida útil, de acuerdo a las estadísticas que emplea el instituto nacional de estadística e informática (INEI).

$$Pf = Po (1 + Tc)^n$$

**Dónde:**

Pf: tránsito proyectado

Po: tránsito actual

n: número de año proyectado

Tc: tasa anual de crecimiento de transito

**Tabla N° 9.** Demanda proyectada

DEMANDA P.	AUTO	C. 2E	C. 3E	PICK UP	MICRO	COMBI RURAL	TOTAL
IMDA 2020	45,23	2,21	6,62	5,52	0,00	0,00	60
tc=5,5%	5,5						
n= 50 años	50						
IMDA2070	657,73	32,14	96,27	80,27	0,00	0,00	866

Fuente: Elaboración propia, 2020

INTERPRETACIÓN: La tabla 09, encontramos la diferencia del IMDA actual y el proyectado en un periodo de 50 años aproximadamente hasta 2070. Se puede observar que los vehículos livianos serian la gran demanda que los vehículos pesados, en el puente san José entre los caseríos tablazo norte con alto la cruz.

Para el logro y sustento del tercer objetivo que consistió en determinar el estudio topográfico del puente que describe la superficie terrestre, tanto sus accidentes y características, para después plasmarlo en un plano a escala, se hizo uso del instrumento de la estación total para realizar medición, tantos ángulos como distancias y niveles. Su precisión fue facilitada por el uso, almacenamiento y luego la descarga de los datos del trabajo de campo en el programa Auto CAD civil 3D.

## ANTECEDENTES Y ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

**Antecedentes:** Realizar el estudio topográfico para elaborar perfil técnico de la “Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena- Piura. 2020”

### Aspectos generales:

La ubicación del levantamiento topográfico proyecto “Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena- Piura. 2020”, es el siguiente:

Tramos: caseríos Tablazo Norte de la Unión con El Alto de la Cruz. la Arena.

Sector: Tablazo

Localidad: Tablazo

Distrito: la Unión

Departamento: Piura

**Tabla N° 10.** Coordenadas georreferenciales

Norte	9405488.00
Este	525911.00
Cota	12.0msnm

Fuente: elaboración propia

## **OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

### **objetivo**

El estudio topográfico tiene por objetivo dar a conocer el relieve del terreno en investigación. Se realizó trabajos en campo y procesados en gabinete, con el fin de realizar los futuros diseños estructurales.

El levantamiento topográfico a influenciado desde hace muchos años todas las obras de arte existentes como: viviendas, cercos, pontones, puentes, etc.

### **Metodología**

Realizo el levantamiento topográfico con estación total topcon de modelo Gts-252 usando el método y procedimientos de la altimetría obtiene la representación a escala, en una superficie plana, sobre todo detallando el relieve del terreno.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **Levantamiento topográfico**

Conjunto de actividades que se realizan en el campo para obtener información necesaria que permite determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado.

## **RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

Se hizo el reconocimiento de terreno antes de realizar el trabajo de campo, ubicando el puente en el tablazo norte limitando con el caserío alto la cruz que pertenecen a una zona rural, encontrando un puente de malas condiciones.

## **TRABAJO DE CAMPO**

- **Instalación.** - La estación total se colocó en lugar más elevado de la zona del proyecto para comenzar el levantamiento topográfico, una vez encendida se realizó la ubicación georreferencia con el GPS.

➤ **Desarrollo.** - Este levantamiento topográfico se realizó a una distancia de 100m a cada lado del puente en la dirección longitudinal (eje de carretera) y dirección transversal (eje del río), para la dirección longitudinal la toma de puntos se realizó de la forma de zigzag en cotas a cada 20m haciendo el uso del cartaboneo, mientras en la dirección transversal se realizó a cada 20m la toma de puntos en la sección del dren (parte inferior y superior del talud y un extremo de la carretera)

➤ **instrumento**

- ✓ Estación total
- ✓ Prisma
- ✓ GPS
- ✓ Jalones

## **TRABAJO DE GABINETE**

Este paso es importar los datos obtenidos en el trabajo de campo a un software AutoCAD civil 3D para realizar el dibujo de plano topográfico de acuerdo al MANUAL DE DISEÑO DE PUENTE, que nos indica que tenemos que hacer el perfil longitudinal y transversal utilizando las curvas de nivel a intervalos de 1m. y también realizar el seccionamiento transversal del dren.

## **COORDENADAS TOPOGRÁFICAS**

Mediante el levantamiento topográfico se han obtenido una serie de puntos de coordenadas referenciando la ubicación de la zona para la reconstrucción del puente San José. Este procedimiento se realiza hasta unir de forma consistente todos los puntos para encontrar el plano altimétrico de la "Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos 19 de agosto de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena. Piura. 2020".

**Tabla N° 11. Coordenadas UTM**

N.º DE PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9.405.488.000	525.912.000	14.000	ST
2	9.405.488.576	525.878.072	10.06	ST
3	9.405.488.611	525.878.074	10.045	BDN
4	9.405.492.455	525.876.243	7.959	BDN
5	9405499.14	525.873.106	7.937	BDN
6	9.405.501.952	525.871.187	9.85	BDN
7	9.405.500.868	525.867.048	10.19	BDN
8	9.405.496.942	525.868.339	7.928	BDN
9	9.405.490.948	525.871.253	7.773	BDN
10	9405487.67	525873.55	9.871	BDN
11	9.405.469.255	525881.2	10.62	R
12	9.405.471.703	525.886.201	10.525	R
13	9405454.27	525.894.076	11.223	R
14	9.405.452.236	525.889.794	11.2	R
15	9.405.436.471	525896.44	10.997	R
16	9405438.12	525.901.487	11.137	R
17	9.405.421.864	525.908.129	10.914	R
18	9.405.419.793	525.903.427	10.696	R
19	9.405.403.842	525.910.456	10.687	R
20	9.405.405.517	525.914.593	10.767	R
21	9.405.470.806	525.862.134	10.864	R
22	9.405.477.068	525.859.008	10.633	R
23	9.405.468.133	525.843.996	11.149	R
24	9.405.462.442	525847.15	11.296	R
25	9405453.56	525.831.929	11.586	R
26	9.405.458.878	525.829.242	11.481	R
27	9.405.449.009	525.815.218	11.665	R
28	9.405.442.822	525.819.004	11.714	R
29	9.405.494.473	525.894.108	10.442	R
30	9.405.489.966	525.896.126	10.791	R
31	9.405.497.579	525.911.436	10.899	R
32	9.405.502.475	525.908.226	10.618	R
33	9.405.510.238	525.923.778	10.818	R
34	9.405.515.053	525.920.531	7.739	R
35	9.405.517.007	525.937.768	11.198	R
36	9.405.512.036	525.939.828	11.531	R
37	9.405.519.412	525.955.582	11.935	R
38	9.405.523.322	525953.8	11.676	R
39	9.405.528.095	525951.4	8.792	R
40	9.405.520.474	525864.31	10.662	R

41	9.405.518.428	525.860.156	10.658	R
42	9405534.57	525.853.739	11.308	R
43	9.405.535.891	525.859.273	11.46	R
44	9.405.552.587	525.852.479	11.994	R
45	9.405.549.758	525.847.108	11.91	R
46	9.405.509.859	525.843.566	11.886	R
47	9.405.513.678	525.841.585	12.192	R
48	9.405.503.421	525.827.229	12.351	R
49	9.405.488.736	525.833.291	11.474	R
50	9405479.7	525.817.441	11.472	R
51	9.405.470.658	525.802.315	11.097	R
52	9.405.465.439	525.806.267	8.07	R
53	9.405.476.835	525.801.919	11.365	R
54	9.405.468.811	525.786.031	11.945	R
55	9.405.464.407	525.788.268	11.394	R
56	9.405.459.085	525.791.381	8.105	R
57	9405517.13	525884.83	11.442	R
58	9.405.532.426	525879.77	11.701	R
59	9.405.540.935	525.895.604	11.719	R
60	9.405.526.378	525.903.998	11.703	R
61	9405519.4	525.908.228	7.856	R
62	9.405.539.002	525929.5	11.323	R
63	9.405.547.609	525.944.389	11.366	R
64	9.405.541.444	525.948.144	8.039	R
65	9.405.559.697	525.939.123	12	R

Fuente: Elaboración propia, 2020

Para determinar la mecánica de suelos del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020. Se obtuvo de la siguiente manera:

### **ASPECTOS GENERALES.**

El Presente Estudio de Mecánica de Suelos realizado con la finalidad de ejecutar el Proyecto: “Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena- Piura. 2020”, y ha sido ejecutado a solicitud de Percy More Durand y Raúl Flores Peña.

El objetivo principal es determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, la presencia o no de la Napa Freática y la capacidad portante y admisible del terreno, donde se proyecta el diseño del puente viga losa.

## UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SITUACIÓN ACTUAL

La zona de estudio corresponde a las áreas físicas del Proyecto. Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. la Arena- Piura. 2020. Geográficamente corresponde al Distrito de La Unión, Provincia y Departamento de Piura.

**Tabla N° 12.** Localización del proyecto

Departamento /Región	Piura
Provincia	Piura
Distrito	La Unión
Localidades	Tablazo Norte – Alto de la Cruz
Región Geográfica	Costa (x) Sierra ( ) Selva ( )
Altitud	15 a 16 m.s.n.m.

Fuente: elaboración propia 2020

### ACCESO:

El proyecto está ubicado en el distrito de La Unión a 28 Km. de la ciudad de Piura, con un tiempo de recorrido de 45 minutos, y se llega por la carretera asfaltada Piura – Catacaos – La Unión; y desde La Unión se toma la carretera que conduce hacia la localidad de Tablazo Norte y a través de las diferentes arterias llegar al puente san José.

### CONDICIONES CLIMÁTICAS

La zona de estudio se encuentra ubicada en una zona subtropical, seca y árida con características similares, imperantes en las regiones desérticas donde la temperatura es templada en casi todo el año, con una precipitación pluvial anual de

250 mm notándose una diferencia de mayo a setiembre donde la temperatura mínima llega hasta 18°C y la máxima alcanza hasta 26°C; mientras que de octubre a abril la temperatura varía de 25°C a 37°C.

Las condiciones climáticas de la zona varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el "Fenómeno del Niño", en cuyo periodo las lluvias son intensas de hasta 600-800 mm acumulados.

Sin embargo, con las actuales condiciones del cambio climático, existe variación en las temperaturas la cual está afectando al ciclo vegetativo de los cultivos y por consiguiente a la producción agrícola.

### **GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

Geológicamente el área de estudio se encuentra en una zona cubierta con material tipo Arcillas limosas (CL) de baja a mediana Plasticidad y Arenas Limosas (SM), semi compactas a compactas, con bajo a mediano grado de hinchamiento y contracción de Suelos, húmedas, paredes de las exploraciones estables, con contenido de raíces de gramíneas y arbustos.

El relieve de la zona es de una topografía relativamente plana y será necesario mejorar las condiciones del suelo para revestir el canal.

### **GEOLOGÍA Y GEOTECNIA REGIONAL**

#### **Aspectos generales de geología, geotecnia y del relieve del área del Proyecto.**

El marco geológico regional está configurado por una extensa planicie de relieve suave y poco ondulado, esta superficie es la zona de costa más amplia de todo el margen continental peruano y se la conoce como Llanura Pre Andina o también como Faja Costanera. Esta llanura tiene un ancho variable de 80 a 90 km en la región que comprende al proyecto, tiene además una leve inclinación general hacia el oeste- sur oeste, la pendiente es variable de 0.2% a 5.0%, los mayores declives se ubican en los márgenes de los tablazos cerca de la línea de playas, márgenes

de la terraza de inundación del valle del río Piura y en las zonas que están próximas a las estribaciones de la Cordillera Occidental de los andes. En altitud la llanura Pre Andina varía desde el nivel del mar hasta 200 m.s.n.m., sin embargo no son raras algunas expresiones de relieve notorio y positivo (250 m.s.n.m. como en cerro La Mesa y algunos otros cerros con no más de 150 m.s.n.m.), que constituyen colinas o cerros que se distinguen sobre el horizonte y que por lo general están conformadas por afloramientos de un basamento cuya edad fluctúa entre Terciario a Cretáceo superior (formaciones Zapayal, La Mesa y Tablones respectivamente). También se debe mencionar que existen áreas cuya altitud está ligeramente por debajo del nivel del mar, pero se trata de áreas ubicadas en las lagunas Ramón y Ñapique y sus proximidades.

La llanura indicada está cortada por una serie de quebradas (vegas), cuya sección transversal muestra un escaso desnivel y cursos divagantes, debido a las escasas pendientes, en algunos casos las laderas de estas vegas muestran secciones de los depósitos o capas geológicas disecadas. El principal factor que influye en el modelado de la planicie en el área es el curso del río Piura, y la dinámica eólica que actúa sobre los depósitos de arena en los médanos.

Debe mencionarse que aproximadamente desde Chulucanas, el curso del río Piura es meandriforme y se desarrolla sobre una amplia terraza de inundación con ancho que varía de 2 a 4 km hasta Piura aproximadamente, pero aguas abajo de la ciudad el ancho de la terraza alcanza hasta 12 km, en este tramo es clara la influencia de una serie de obras y otras modificaciones tales como la presa Los Ejidos, y los diques de las defensas ribereñas.

En las terrazas de inundación (valle del río Piura) predominan los depósitos aluviales, aunque no es rara la influencia de los depósitos eólicos debido al carácter migratorio de estos, fuera de las terrazas aluviales predominan los depósitos eólicos que están difundidos en la región. A lo largo del río Piura en su tránsito por el cauce actual en el área del proyecto, se observan una serie de afloramientos que corresponden a la formación Zapayal, sin embargo, en otros sectores del valle los depósitos aluviales pueden alcanzar un espesor de hasta 40 m (IECO 1969), esto se explica por el hecho de que el río Piura ha divagado ampliamente por el valle.

Los cuerpos rocosos tienen reducida expresión en el relieve del área, y dentro de estos los que tienen mayor difusión son las rocas sedimentarias de edad Terciaria (Formación Zapayal). Si nos apoyamos en la mayor cantidad de afloramientos de la formación Zapayal dispersos por el área del proyecto, se puede decir que el basamento rocoso del área está conformado principalmente por rocas de edad Terciaria y en menor grado por rocas de edad Cretácea, sobre este basamento yacen los depósitos aluviales, eólicos, y el tablazo Lobitos de origen marino.

El tablazo Lobitos es el más ampliamente difundido y según los afloramientos encontrados está conformado por estratos de coquina, arena suelta con restos de conchas y arenas conglomerádicas, en algunos sectores sólo afloran restos de las coquinas con mezcla de sedimentos finos (limos y arcillas), en algunos casos estos materiales han sido empleados para afirmados y comúnmente se les conoce como "Yapato".

## **GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.**

### **Descripción de los depósitos y formaciones geológicas vinculadas con el proyecto.**

#### **Depósitos del cuaternario reciente**

Constituidos por depósitos de arenas eólicas de grano medio a fino, poco consolidado, con intercalaciones de arenas limosas y arcillas arenosas; sin embargo, hacia la parte donde se encuentra el Río Piura se presentan suelos aluviales en ambos márgenes, constituidas por suelos arenosos con inclusiones de limos, arenas arcillosas y arcillas arenosas.

#### **Depósitos aluviales recientes**

Estos depósitos tienen gran extensión en el área del proyecto y su emplazamiento constituye las terrazas de inundación del río Piura, en general conforman una cobertura que a manera de sabana se extiende a lo largo y ancho del valle principal y de los cursos menores de agua tales como las quebradas y/o vegas que drenan el área.

En cuanto a su origen se puede decir que estos depósitos tienen como fuente principal de sedimentos a los detritos que provienen de las acumulaciones de las zonas de vertientes de las estribaciones de la Cordillera Occidental.

La composición de estos depósitos es una mezcla de rodados de diverso tamaño, litología y grado de redondez con arenas y limos, sin embargo, se indica que en la parte del Bajo Piura los depósitos aluviales prácticamente carecen de gravas y su composición es mayormente de arenas y limos pobremente clasificados.

### **Depósitos aluviales antiguos**

Son los depósitos que conforman las terrazas y llanuras o restos de ellas y que encuentran en las partes más altas y alejadas del curso actual del río.

Su composición es la de un conglomerado que contiene gravas, arenas, limos y también arcillas, pero sus espesores pueden sobrepasar de 6 m, estos depósitos han sido ampliamente explotados cuando no erosionados.

### **Depósitos eólicos**

Estos depósitos ocupan una considerable extensión en la región que comprende las obras proyectadas, sin embargo, dentro del área del proyecto el espacio que estos ocupan no es mayor que el ocupado por los depósitos aluviales, además al igual que en el caso de estos últimos, los depósitos eólicos tienen un emplazamiento que constituye una cobertura que a manera de sabana se extiende cubriendo no solo a formaciones de tablazo sino también a depósitos aluviales antiguos y recientes.

La dinámica eólica que acarrea las partículas de arena tiene dirección de SO a NE, lo que se verifica en los vectores de avance de numerosas dunas en la región.

### **Depósitos de Tablazo de edad Cuaternario Pleistocénico**

Se denominan así a los depósitos marinos que tienen como origen a las antiguas transgresiones del mar ocurridas a lo largo de la costa del Pacífico.

Los tablazos son extensas coberturas planas de gran amplitud superficial y de espesores que alcanzan algunas decenas de metros en la vertical. Su composición es de sedimentos de antiguas plataformas continentales que fueron depositados

desde el mar por las corrientes marinas y desde el continente por las descargas fluviales, posteriormente estos depósitos fueron emergiendo y la línea de playas retrocedió hacia el Oeste (W).

### **Tablazo Lobitos**

Constituye una plataforma baja, cuya escarpa o borde occidental dibuja la línea del litoral costero en la Bahía de Sechura y demuestra como el continente continuo una marcada tendencia emergente; en realidad una antigua línea de playas debe haber estado en las proximidades de las actuales estribaciones cordilleranas en el margen oriental de la llanura costanera.

Litológicamente el tablazo Lobitos es una secuencia conglomerádica poco consolidada, con rodados sub angulosos y de naturaleza variada; incluye numerosas especies faunísticas bien conservadas, aunque no fosilizadas, con una matriz bioclástica o areniscosa.

### **Formaciones del Terciario**

#### **Formación Zapayal**

Esta formación es la más ampliamente reconocida en el área del proyecto, está constituida por estratos horizontales a levemente inclinados, que por lo general son variables entre 0.10 a 0.35 m, sin embargo, no es raro encontrar mayores o menores espesores. Las rocas de esta formación son relativamente blandas, y en los afloramientos se puede observar un mediano a fuerte grado de alteración por meteorización, sin embargo, su des agregación no es conspicua debido a su buena cohesión.

Conforme se indicó antes en este informe, se pueden observar afloramientos de esta formación en varios tramos del curso actual del río Piura, en pleno cauce y riberas del cauce, una de las exposiciones visibles de esta formación está en el estribo izquierdo de la presa Los Ejidos.

## **Formaciones del Cretáceo**

### **Formación Tablones**

Según las descripciones del Boletín N.º 54 del INGEMMET (1994), consiste de una secuencia de conglomerado que aflora juntamente con la formación Tortugas en la región de Paita. Se trata de conglomerados grises con cantos sub redondeados a sub angulosos de cuarcita, filitas, esquistos, granitos, areniscas y calizas dentro de una matriz arcósica, en la parte superior de esta formación se intercalan niveles de areniscas.

A unos 2.5 km al sur de la salida de la población de Sechura hacia Bayóvar, en el lado izquierdo de la carretera se desarrolla una extensa planicie que debido a una escasa cobertura de sedimentos eólicos (arenas) deja al descubierto, por sectores, a rocas del tipo arenisca y areniscas conglomerádicas que pasan desapercibidas ya que se confunden con las arenas eólicas. Inclusive existe una explotación de estas rocas en una cantera que se denomina Panadero de la cual se extrae manualmente roca de buena calidad que se emplea artesanalmente para acabados y cimientos en construcciones urbanas.

### **Formación La Mesa**

A esta formación se la conoce también como “calizas La Mesa” debido a su ubicación principal en el cerro del mismo nombre al sudeste de Paita y a unos 40 km al NO de la localidad de La Unión.

En el cerro La Mesa se describen calizas masivas que presentan un característico fracturamiento vertical que da apariencia de disyunción columnar a este macizo rocoso. En este lugar las calizas tienen un espesor mayor de 15 m por lo que se puede observar, los estratos de roca son muy gruesos llegando a alcanzar más de 0.60 m; en los afloramientos estas rocas tienen un aspecto cristalino y microgranular de color gris claro a amarillento, pero en las fracturas la oxidación le da coloraciones pardo amarillentas y rojizas. Las rocas de esta formación han sido explotadas para su empleo en las obras del proyecto y aun se pueden seguir explotando, ya que su calidad se mantiene y existen volúmenes suficientes.

## **GEODINÁMICA EXTERNA REGIONAL.**

De los procesos Físico - Geológicos Contemporáneos de Geodinámica externa, la mayor actividad corresponde a los procesos de erosión e inundación de las zonas depresivas durante los periodos extraordinarios de lluvias, relacionadas con el fenómeno "El Niño", así como la migración y deposición de arenas eólicas transportadas de Sur a Norte, con ciertas variaciones en el vector dirección.

Los factores que influyen en los fenómenos geológicos mencionados son: las precipitaciones pluviales, filtraciones y el transporte eólico.

## **ESTRUCTURAS PRINCIPALES DE LA ZONA EN ESTUDIO.**

La región donde se ubica la zona de estudio se encuentra en la depresión Para - andina (Sub Cuenca Sechura), limitada por la línea de Costa Pacífica al Oeste y la estribación de la Cordillera Occidental al Este en donde se observan fallas de tipo normal.

La depresión se encuentra rellena por materiales de diferente composición, formando canteras, arcillas, arenas de origen aluvial, marino o eólico las que actualmente conforman la llanura costanera, en la que se observan pequeñas depresiones y colinas y que en épocas de grandes avenidas las primeras son inundadas.

## **SISMICIDAD REGIONAL.**

La Región del Noroeste de los Andes Peruanos y la Costa en particular, se caracteriza por la existencia de la Fosa Peruano - chilena que constituye una zona de mayor actividad sísmica y tectónica del Planeta separando el continente sudamericano de una profunda cuenca oceánica (Placa Pacífica).

En cuanto a sismicidad, el borde continental del Perú, libera el 14% de la energía sísmica del planeta y el puente a construir, se encuentra en la Región de mayor sismicidad, Zona 4, según las normas peruanas de diseño sísmico (Ver figura Zonas Sísmicas), establecido en el reglamento general de construcciones.

Estudios realizados por Grange et al (1978), revelaron que el buzamiento de la zona de Benioff para el Norte del Perú es por debajo de los 15°C, lo que da lugar a que la actividad tectónica, como consecuencia directa del fenómeno de subducción de la Placa Oceánica debajo de la Placa

Continental, sea menor con relación a la parte Central y Sur del Perú y por lo tanto la actividad sísmica y el riesgo sísmico también disminuyen considerablemente.

Desde el punto de vista Neotectónico, la zona donde se construirá el puente, no presenta diaclasas, ni fracturas y fallas de distensión, por lo que no hay evidencias de deformación neotectónica tal como se pudo apreciar en los puntos excavados del presente estudio.

**Mapa de zonificación sísmica**  
**Zona de estudio ubicada en la zona 04**



## **ACTIVIDADES REALIZADAS**

Para la ejecución del presente trabajo se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento del terreno con fines de programar las excavaciones.
- Trabajos de excavación, descripción de puntos SPT y muestreos de suelos alterados e inalterados (monolitos).
- Ensayos de laboratorio y obtención de parámetros Físico -Mecánicos de los suelos.

### **EXCAVACIÓN DE PUNTOS SPT**

Con la finalidad de ubicar los puntos SPT de excavación en el terreno, se realizó un reconocimiento de campo, determinándose la construcción de dos (02) puntos con SPT, ubicados a ambos estribos del puente, con una profundidad de 6.00 m.

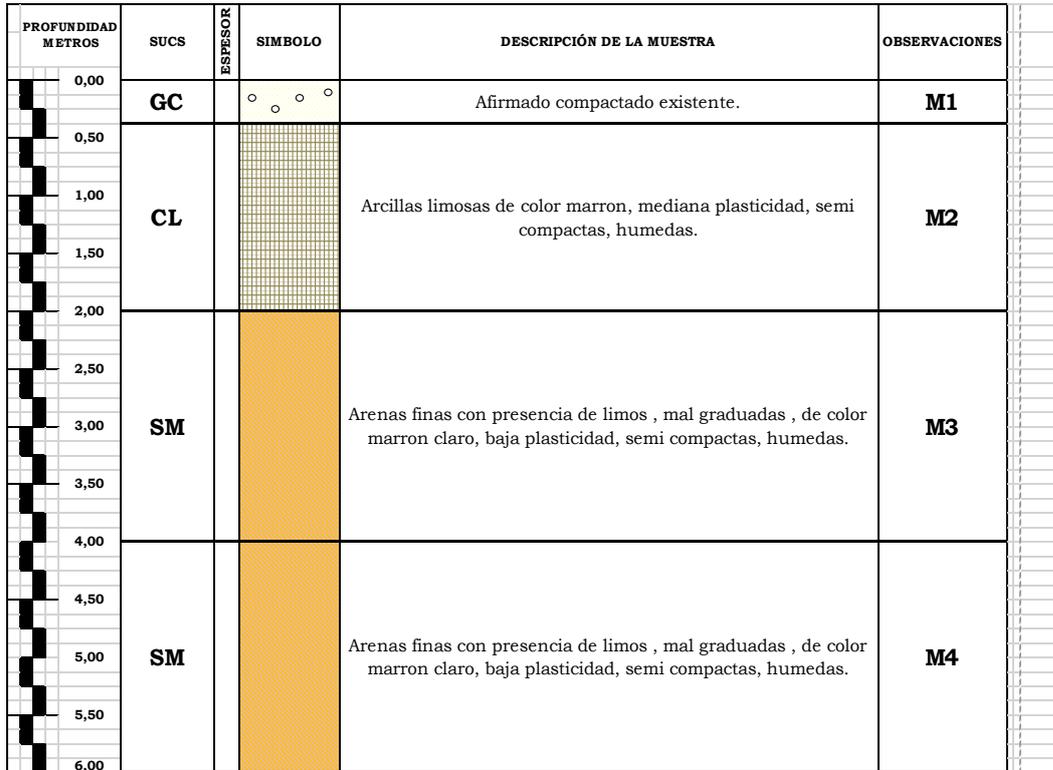
En los puntos explorados se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos y su correspondiente descripción, asimismo se procedió a la obtención de muestras disturbadas para los ensayos granulométricos, límites de plasticidad, peso específico, análisis químicos.

Posteriormente se realizó la descripción litológica de los diferentes horizontes.

### **DESCRIPCIÓN DE PUNTOS SPT**

Con la información obtenida mediante los análisis granulométricos, límites de Atterberg, humedad natural y las observaciones de campo se han elaborado los perfiles estratigráficos que acompaña el presente informe (Ver perfiles estratigráficos).

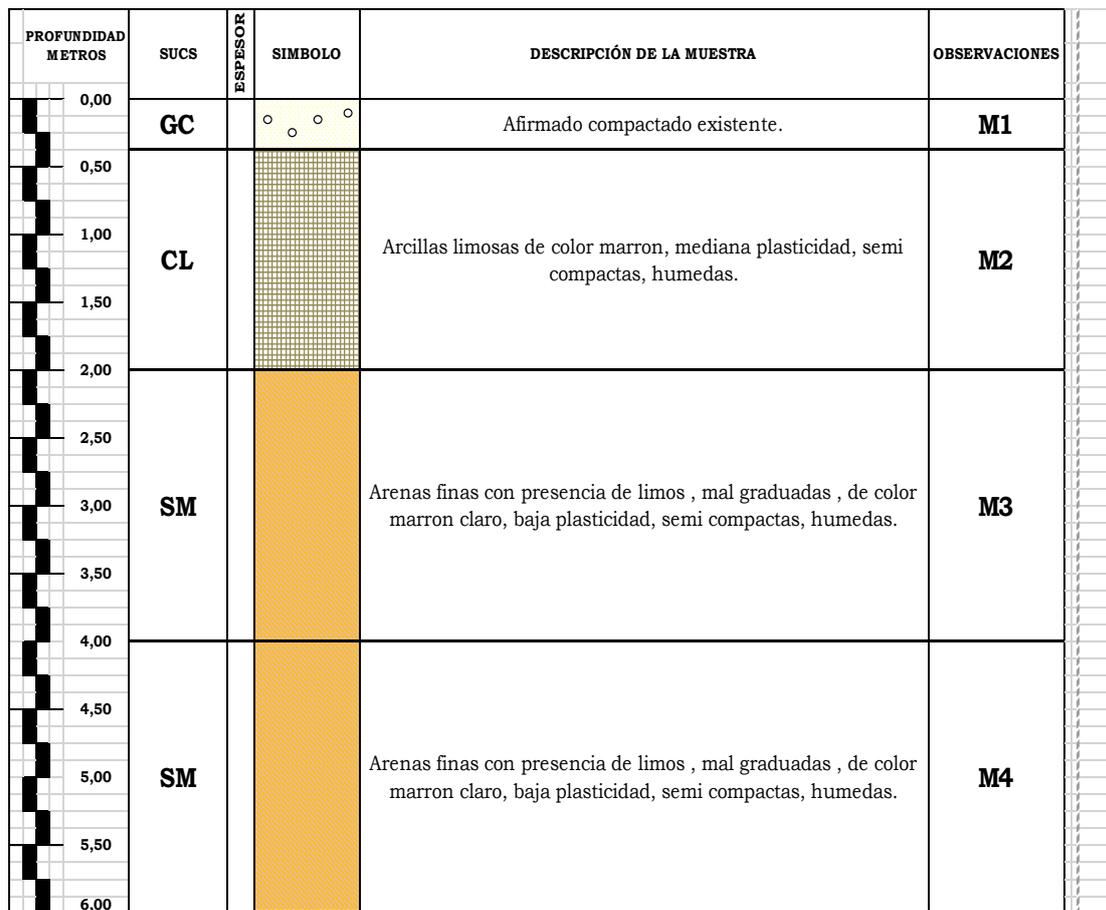
**Figura N° 3.** Gráfico Perfil estratigráfico de la calicata 1 (ASTM D 2487)



Fuente: Elaboración propia, 2020

**interpretación:** Indica el perfil estratigráfico, que durante la excavación de la calicata se evidencio la presencia de la Napa freática a 3.00 m. de profundidad. El cual pertenece a la muestra 3 de la calicata 1 que contiene un material (SM) arena fina con presencia de limos.

**Figura N° 4.** Gráfico Perfil estratigráfico de la calicata 2 (ASTM D 2487)



Fuente: Elaboración propia, 2020

**interpretación:** el grafico 02 del perfil estratigráfico se observó el nivel de la napa freática a la profundidad de exploración de 3.30 m. igual que la calicata 1 también pertenece a tipo de suelo (SM) arenas finas con presencia de limos.

### Contenido de Humedad Natural (ASTM D 2216)

El Contenido de humedad del suelo es la cantidad de agua que contiene un material, expresada de la siguiente formula.

$$W = \left( \frac{W_w}{W_s} \right) * 100 \quad (\%)$$

DÓNDE:

$W$  = contenido de humedad %

$W_w$  = peso del agua

$W_s$  = peso seco del material

**Tabla N° 13.** contenido de humedad de la calicata C-1

CALICATA Y MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD %
C-1/M1	0.00 – 0.30	5.70	179.30	3.18
C-1/M2	0.30 - 2.00	23.30	164.90	14.13
C-1/M3	2.00 – 4.00	38.30	160.70	13.07
C-1/M4	4.00 - 6.00	36.90	166.10	12.64

Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación.** – en la tabla 13 determina el contenido de humedad en la calicata con una profundidad de 6.00m el cual la muestra 2 mantiene el mayor porcentaje de humedad 14.13%.

**Tabla N° 14.** contenido de humedad de la calicata C-2

CALICATA Y MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD %
C-2/M1	0.00 – 0.30	6.00	162.00	3.70
C-2/M2	0.30 - 2.00	26.00	177.90	14.61
C-2/M3	2.00 – 4.00	23.90	183.70	13.01
C-2/M4	4.00 - 6.00	20.00	156.10	12.81

Fuente: elaboración propia, 2020

**interpretación:** Según el gráfico1 y 2 De los ensayos realizados, se han podido establecer rangos de humedad natural en los suelos Arcillosos y Arenas de grano fino, cuyos valores varían entre 3.18 % y 14.61 %.

### **Peso Específico (ASTM D-854)**

La mayoría de suelos ensayados tales como arenas finas y arcillas, muestran valores muy similares, que varían entre los 2.58 gr/cm<sup>3</sup> y 2.60 gr/cm<sup>3</sup>, en función a su contenido de minerales pesados.

### **Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422)**

De acuerdo a lo establecido en la NTP 339.128 / ASTM D 422, Se denomina clasificación granulométrica a la separación de granos de suelos mediante el tamiz N°4 (750mm) separando a los granos finos con los granos gruesos. Se calcula el porcentaje de cada tamiz con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{peso retenido en el tamiz}}{\text{peso total}} * 100$$

**Tabla N° 15.** análisis granulométrico Calicata 1

	GRAVAS	ARENAS	ARCILLAS-LIMOS	SUCS
C-1/M2	0.00	6.69	93.31	CL
C-1/M3	0.00	67.50	32.50	SM
C-1/M4	0.00	63.95	36.05	SM

Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación.** en la tabla 15 nos indica que la calicata 1 tiene la mayor presencia de limos determinando que este tipo de suelo pasa por el ultimo tamiz N.º 200. A diferencia de del suelo tipo arena que quedaron retenido en entre los tamices N.º.10 a N.º. 200. De manera que hubo la usencia de grava perteneciendo al suelo de partículas de gruesa.

**Tabla N° 16.** análisis granulométrico Calicata 2

	GRAVAS	ARENAS	ARCILLAS-LIMOS	SUCS
C-2/M2	0.00	6.69	93.31	CL

C-2/M3	0.00	67.39	32.61	SM
C-2/M4	0.00	63.41	36.59	SM

Fuente: elaboración propia, 2020

**interpretación:** en la tabla 16 el ensayo realizado utilizando mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco, que permitió la clasificación de los suelos del tipo Arcillas (CL) y Arenas con presencias de limo (SM), que se encuentra en todo el perfil estratigráfico y que, en base a su IP, se clasifica de baja mediana plasticidad.

### LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D424-59)

De acuerdo a lo anteriormente expuesto respecto a los tipos de suelos predominantes, este ensayo se realizó en las Arcillas (CL) y Arenas con presencia de limo (SM), que se encuentran en todo el perfil estratigráfico y que, en base a su IP, se han clasificado de baja a mediana plasticidad. Utilizando las siguiente formulas.

Hallar el contenido de humedad del suelo.

$$\text{CONTENIDO DE HUMEDAD} = \frac{\text{PESO DEL AGUA}}{\text{PESO DEL SUELO SECADO EN EL HORNO}}$$

Hallar el límite líquido.

$$LL = W^n \left(\frac{N}{5}\right)^{0.121}$$

$$LL = k \cdot W^n$$

Dónde:

LL: limite liquido

$W^n$ : contenido de humedad del suelo.

N: número de golpes

K: factor limite liquido

**Tabla N° 17.** Relación número de golpe con limite liquido

N (número de golpes)	K (factor para limite liquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: Manual de ensayo de materiales.

### HALLAR EL LÍMITE PLÁSTICO

$$LÍMITE PLÁSTICO = \frac{PESO DEL AGUA}{PESO DEL SUELO SECADO EN EL HORNO}$$

### HALLAR EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$$IP = LL - LP$$

DÓNDE:

IP: índice de plasticidad

LL: limite liquido

LP: limite plástico

**Tabla N° 18.** límite de Atterberg de la calicata 1

LÍMITES DE ATTERBERG	PROFUNDIDAD m	LÍMITE LÍQUIDO (LL) %	LÍMITE PLÁSTICO (LP) %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) %	SUCS
C-1/M-2	1.00 - 2.00	32.60	18.55	14.05	CL
C-1/M-3	2.00 - 4.00	26.30	23.52	2.78	SM
C-1/M-4	4.00 - 6.00	26.88	24.25	2.63	SM

Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación.** en la tabla 18 puede observarse que la muestra 2 contiene el mayor porcentaje limite liquido con 32.60%, en la muestra 4 tiene un límite plástico de 24.25% y la muestra 2 tiene el mayor porcentaje de índice plasticidad con 14.05%. obteniendo que es un tipo de suelo “arena con presencia de limos”

**Tabla N° 19.** límite de Atterberg de la calicata 2

LÍMITES DE ATTERBERG	PROFUNDIDAD m	LÍMITE LÍQUIDO (LL) %	LÍMITE PLÁSTICO (LP) %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) %	SUCS
C-1/M-2	1.00 - 2.00	32.64	18.55	14.09	CL
C-1/M-3	2.00 - 4.00	27.01	24.46	2.55	SM
C-1/M-4	4.00 - 6.00	26.92	24.24	2.68	SM

Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** en la tabla De acuerdo a la de esta manera podemos tener en cuenta que la que la muestra 2 contiene el mayor porcentaje limite liquido con 32.64%, en la muestra 3 tiene un límite plástico de 24.46% y la muestra 2 tiene el mayor porcentaje de índice plasticidad con 14.09%. lo anteriormente expuesto respecto a los tipos de suelos predominantes, este ensayo se realizó en las Arcillas (CL) y Arenas con presencia de limo (SM), que se encuentran en todo el perfil estratigráfico y que, en base a su IP, se han clasificado de baja a mediana plasticidad.

### **CORTE DIRECTO:**

Este ensayo es determinar la resistencia de las fallas y deslizamiento que se puede realizarse en los diversos tipos de suelo sobre un plano. Mediante este ensayo puede analizar los problemas de la estabilidad, estabilidad de taludes, capacidad de carga, etc. Los esfuerzos cortantes se pueden aproximar sobre el plano de fallas de manera lineal del esfuerzo normal (coulomb), mediante la siguiente formula:

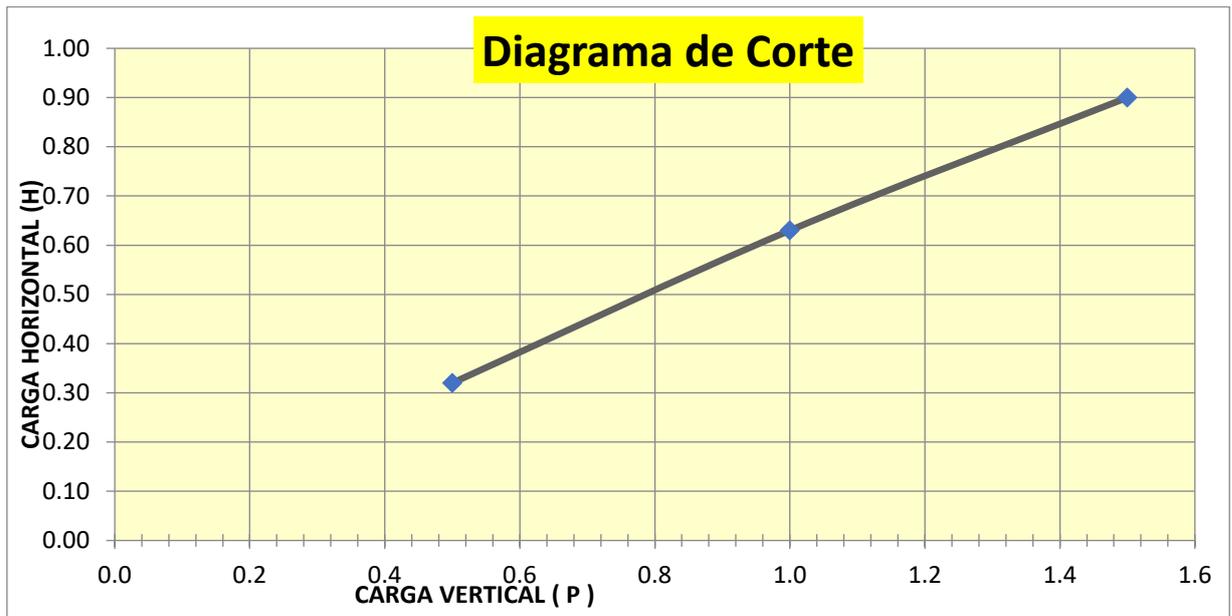
$$\tau = c + \sigma \cdot \text{tg}\Phi$$

Dónde:

c = cohesión

$\Phi$  = ángulo de fricción interna

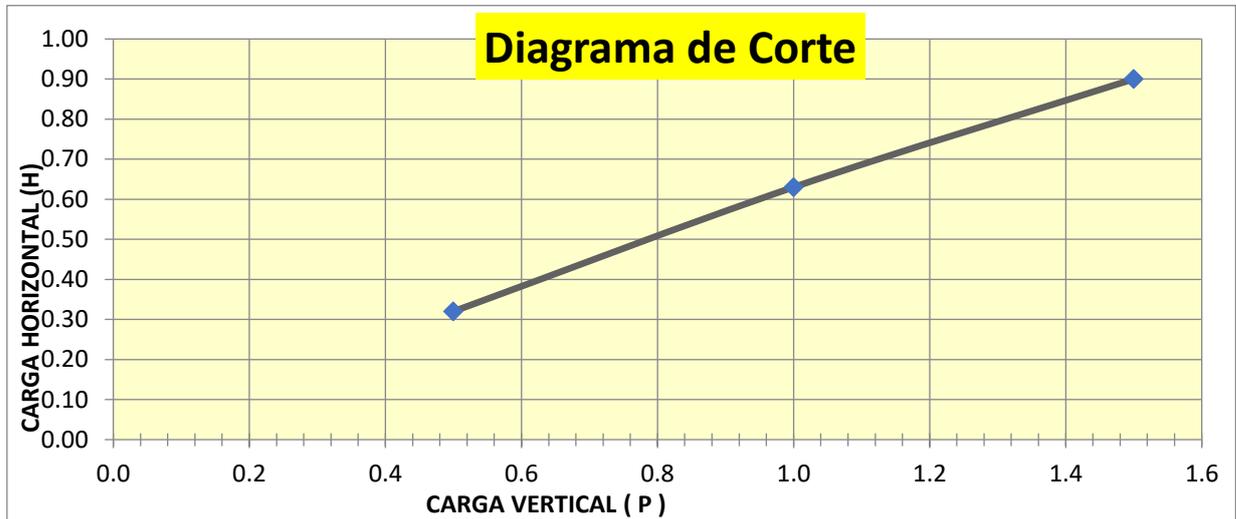
**Figura N° 5.** Gráfico diagrama del ensayo de corte directo de la calicata 1



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** en el gráfico 03 demuestra el diagrama del ensayo de corte directo relacionando la carga vertical con la carga horizontal, obteniendo una tangente (tg f) 0,54, formando Angulo de 28° con la carga vertical. Determinado una cohesión 0.001kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura N° 6.** Gráfico diagrama del ensayo de corte directo de la calicata 2



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** en el gráfico 04 se demuestra el diagrama del ensayo de corte directo, obteniendo resultado de tangente ( $\tan \phi$ ) 0,54, formando un ángulo de  $28^\circ$  con la carga vertical. Determinado una cohesión  $0.001 \text{ kg/cm}^2$ ; e igual de la calicata 1.

### PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

Este ensayo es determinar la relación entre el contenido de agua y densidad seca máxima de suelo, esto se encuentra mediante el procedimiento de la compactación del terreno en el laboratorio. El punto máximo de esta curva corresponde a la densidad seca máxima en ordenadas y a la humedad óptima en abscisas.

La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

- Contenido de Agua,  $w$ .
- Peso Unitario Seco. - Calcular la densidad húmeda (Ec 1), la densidad seca (Ec 2) y luego el Peso Unitario Seco (Ec 3) como sigue:

$$p_m = 1000 * \frac{M_t - M_{md}}{v} \dots \dots (1)$$

Dónde:

$p_m$  = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

$M_t$  = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

$M_{md}$  = Masa del molde de compactación (kg)

$V$  = Volumen del molde de compactación (m<sup>3</sup>)

$$P_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}} \dots \dots (2)$$

Dónde:

$d$  = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

$w$  = contenido de agua (%)

$\gamma_d = 62,43$  pd en lbf/ft<sup>3</sup>..... (3)

$\gamma_d = 9,807$  pd en kN/m

Dónde:  $d$  = peso unitario seco del espécimen compactado. En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} * 100 \dots \dots (4)$$

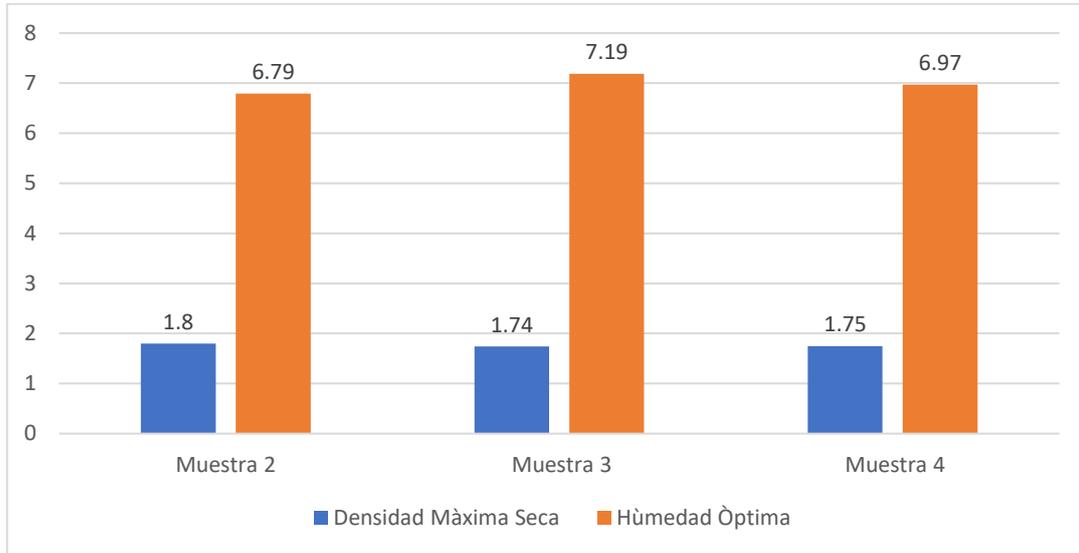
Dónde:

$W_{sat}$  = Contenido de agua para una saturación completa (%).

$\gamma_w$  = Peso unitario del agua 62,43 lbf/ pie<sup>3</sup> ó (9,807kN/m<sup>3</sup>).

$\gamma_d$  = Peso unitario seco del suelo.  $G_s$  = Gravedad específica del suelo.

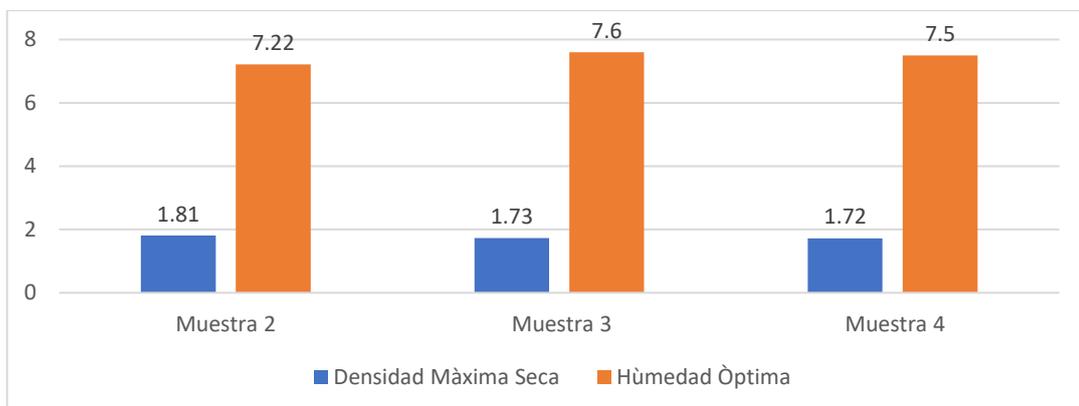
**Figura N° 7.** Gráfico Proctor modificado en la calicata C-1



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** en el gráfico 05 determina la relación densidad seca y humedad de compactación de suelo, la densidad seca máxima en la M-2 que se encuentra a 0.30 a 2.00m de profundidad con una cantidad de 1.80 gr/cm<sup>3</sup> mientras la mayor cantidad de humedad óptima se encuentra en la M-3 a profundidad 5.00 a 6.00 con un porcentaje 7.19%.

**Figura N° 8.** Gráfico Proctor modificado en la calicata C-2



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** Estas propiedades de los suelos naturales se han obtenido mediante el método de Compactación Proctor Modificado y los resultados muestran valores diferentes en función a la naturaleza homogénea del suelo. Presentando la mayor densidad máxima seca la muestra M-2 con 1.81 gr/cm<sup>3</sup> y con respecto M-3 presenta el mayor porcentaje de humedad óptima con 7.6%.

## **CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE DE CARGA DEL TERRENO**

En el análisis de cimentación se debe considerar los parámetros de ángulo de rozamiento interno, compacidad del suelo, peso volumétrico, ancho de la zapata y la profundidad de la cimentación para el caso de puente proyectado.

Llamada también capacidad última de carga del suelo de cimentación. Es la carga que puede soportar un suelo sin que su estabilidad sea amenazada.

Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi para zapatas corridas de base rugosa en el caso de un medio friccionante o medianamente denso; también se hace extensivo para el caso de zapatas aisladas.

Es necesario mencionar que de acuerdo a la excavación se identificaron suelos del tipo Arcillosos (CL) y Arenas con presencia de limo (SM), poco compacto a medianamente denso, con regular contenido de humedad natural.

A continuación, se realiza el análisis de la cimentación para diferentes profundidades.

En suelos friccionantes y medianamente densos con bajos valores de cohesión (c).

Para Cimientos corridos:

$$Q_c = C \cdot N_c + \hat{U} \cdot D \cdot N'_q + 0.5 \cdot \hat{U} \cdot \beta \cdot N'_g$$

Para zapatas aisladas:

$$Q_c = C \cdot N_c + \hat{U} \cdot D \cdot N'_q + 0.4 \cdot \hat{U} \cdot \beta \cdot N'_g$$

Dónde:

$\hat{U}$  = Peso volumétrico gr/cm<sup>3</sup>.

$D_f$  = Profundidad de cimentación.

**b** = Ancho de la zapata

**Nc, N'q y N'g** = Factores de capacidad de carga kg/cm<sup>2</sup>

**C** = Cohesión kg/cm<sup>2</sup>

### Capacidad Admisible de Carga.

Es la capacidad admisible del terreno que se deberá usar como parámetro de diseño de las estructuras. También se le conoce como "Carga de Trabajo" o Presión de Trabajo" (Cuadro de Capacidad Admisible).

$$P_t = \frac{Q_c}{F_s}$$

**Dónde:**

**Pt** = Presión de trabajo (kg/cm<sup>2</sup>).

**Qc** = Capacidad de carga.

**Fs** = Factor de seguridad (3.0).

**Tabla N° 20.** capacidad portante y presión de trabajo de Calicata 1

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	Qc Kg/cm <sup>2</sup>	Pt Kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTOS CORRIDOS	2,00	0,80	2.10	0.70
	3,00	0,80	3.08	1.03
	4,00	0,80	4.05	1.35
	5,00	0,80	5.03	1.68
	6,00	0,80	6.00	2.00
	2,00	1,00	2.14	0.71
	3,00	1,00	3.11	1.04
	4,00	1,00	4.09	1.36
	5,00	1,00	5.06	1.69
	6,00	1,00	6.04	2.01
	2,00	1,20	2.17	0.72
	3,00	1,20	3.15	1.05
	4,00	1,20	4.12	1.37
	5,00	1,20	5.10	1.70

	6,00	1,20	6.07	2.02
	2,00	1,50	2.23	0.74
	3,00	1,50	3.20	1.07
	4,00	1,50	4.18	1.39
	5,00	1,50	5.15	1.72
	6,00	1,50	6.13	2.04

Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** en la tabla 20 se determinó que para la calicata 1 determina la profundidad de cimentación a partir de la superficie libre del terreno será 2.00m. en ambos estribos según la cota y gradiente del dren.

**Tabla N° 21.** capacidad portante y presión de trabajo de C-2

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	Qc Kg/cm <sup>2</sup>	Pt Kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTOS CORRIDOS	2,00	0,80	2.13	0.71
	3,00	0,80	3.12	1.04
	4,00	0,80	4.11	1.37
	5,00	0,80	5.10	1.70
	6,00	0,80	6.08	2.03
	2,00	1,00	2.17	0.72
	3,00	1,00	3.16	1.05
	4,00	1,00	4.14	1.38
	5,00	1,00	5.13	1.1
	6,00	1,00	6.12	2.04
	2,00	1,20	2.2	0.73
	3,00	1,20	3.19	1.06
	4,00	1,20	4.18	1.39
	5,00	1,20	5.17	1.72
	6,00	1,20	6.15	2.05
	2,00	1,50	2.25	0.75
	3,00	1,50	3.24	1.08
	4,00	1,50	4.23	1.41
5,00	1,50	5.22	1.74	
6,00	1,50	6.21	2.07	

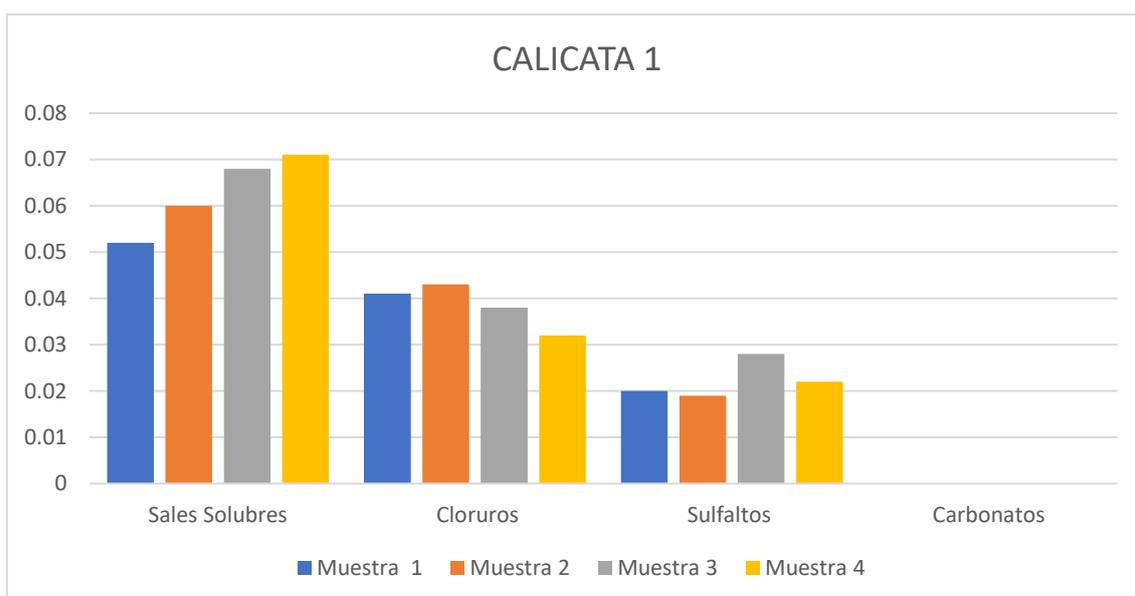
Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** en la tabla 21, se indica que se recomienda con el diseño del puente San José entre los caseríos del tablazo norte y alto la cruz se debe utilizar el tipo de cimentación corrido. a una profundidad de 2.00m.

### ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESIVIDAD (ASTM D 2348)

Estudia la evaluación de los elementos químicos que presenta bajo el suelo que pueden ocasionar agresiones al cemento por ejemplo el deterioro de concreto y acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Esto ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto debido a la napa freática, ruptura de tubería, lluvias e inundaciones.

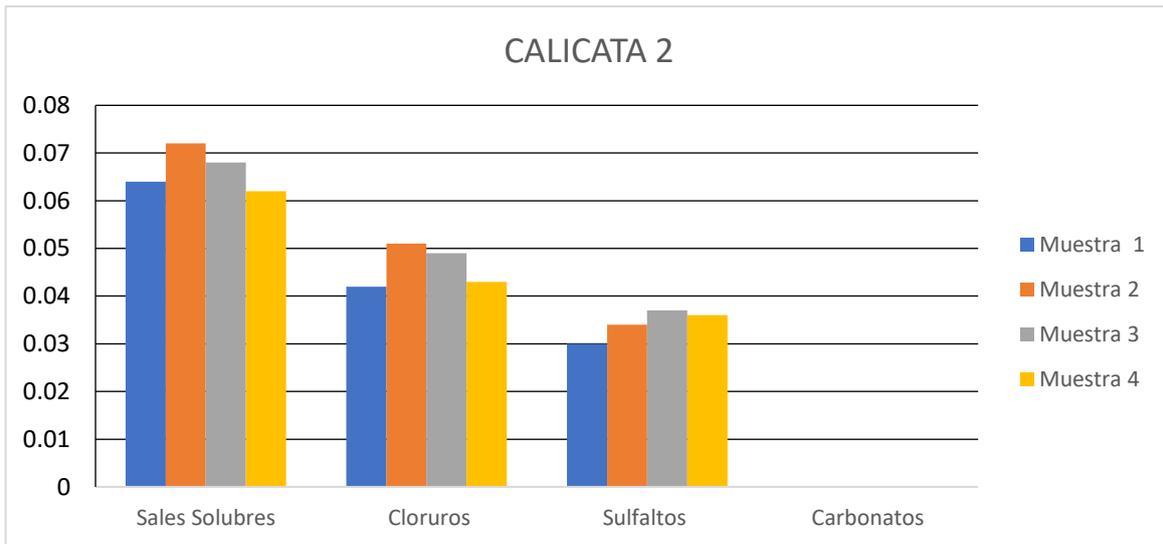
**Figura N° 9.** Gráfico análisis químico por agresividad calicata C-1



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** Los suelos Arcillosos (CL) y Arenas con presencia de limo (SM), a la profundidad de cimentación proyectada, presentan contenido de sales solubles, cloruros, sulfatos y ausencia de carbonatos valores que nos indican baja a moderada agresividad al concreto, por lo que se puede utilizar Cemento Portland Tipo MS para el Diseño de Concreto.

**Figura N° 10.** Gráfico análisis químico por agresividad calicata C-2



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** En el gráfico 08 nos indica que la C-2 presenta los mismos elementos químicos de la C-1 como sales salubres con menor porcentaje 6.2% y mayor porcentaje de 7.8% y, cloruros con un porcentaje entre 5.1% y 4.2%, sulfatos con un porcentaje 3% y 3.7% y la ausencia de carbono determinado una moderada agresión de concreto.

### **Ensayo de Penetración Estándar (SPT)**

Incluye diversas correlaciones con parámetros mecánicos del suelo en conjunto con datos y parámetros de laboratorio.

Consiste en definir (contar) el número de golpes que son necesarios para hincar (conseguir la penetración) una toma muestras partido en 30 centímetros del terreno.

**Tabla N° 22.** Ensayo de penetración estándar (SPT)

<b>Tipo de ensayo</b>	Ensayo in situ, en el interior del sondeo
<b>Se aplica en</b>	En suelos y rocas muy meteorizadas.
<b>Equipo</b>	Maza: 63.5 Kg (140 libras) Muestreador tubo partido. Varillaje. Equipo de perforación. Cabezal de golpeo.
<b>Procedimiento</b>	Número de golpes (N) para hincar la toma muestras en tramos de 15 cm
<b>Correlaciones</b>	Parámetros geotécnicos. Compacidad. Ángulo de rozamiento interno. Densidad relativa.

Fuente: elaboración propia 2020.

### **Procedimiento del Ensayo SPT y equipo**

Consiste en definir el número de golpes (N) necesarios para conseguir que se tome muestras penetre 30 cm el terreno a ser analizado.

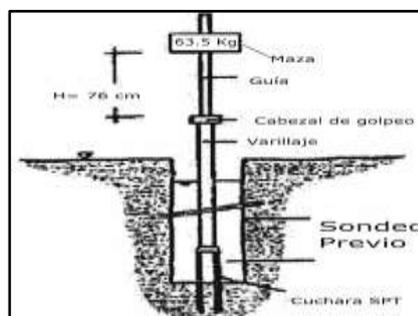
La toma muestras se sitúa en la parte inferior del varillaje, que a su vez es hincado mediante el uso de una maza (peso-martillo) de 63.5 kilogramos (140 libras), que golpea el extremo superior del varillaje a manera de caída libre desde una altura de 76 centímetros (30 pulgadas). El toma muestras suele tener 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 3/8 pulgadas de diámetro interior y ángulo de punta a 60°.

## Pasos para realizar el ensayo SPT

1. Se limpia cuidadosamente la perforación hasta llegar a la cota deseada para realizar el ensayo.
2. Se retira la batería de perforación y se procede a instalar e l toma muestras con dimensión estándar.
3. Se procede a marcar el extremo superior de la tubería de perforación en tres partes iguales de 15 cm, para observar el avance del muestreador a efecto del impacto del martillo (maza o peso).
4. Se obtiene el valor (N) número de golpes necesarios para que se toma muestras penetre los segmentos 2 y 3 marcados, en total 30 cm, cabe recalcar que el primer segmento de 15 cm no se toma en cuenta (se desprecia). Es decir que N es igual al número de golpes necesarios para que se toma muestra penetre 30 cm del terreno.
5. Se puede realizar el ensayo en cuatro tramos de 15 cm en donde el valor (N) sería igual a la suma de los golpes necesarios para hincar se toma muestras en 30 cm del terreno tomando en cuenta solamente los tramos 2 y 3, mientras que los tramos 1 y 4 se desprecian.
6. Finalmente se saca se toma muestras y se procede guardar la muestra alterada para posteriores análisis de laboratorio.

Si se llega a los 100 golpes y no existe avance de la toma muestras en el terreno debido a que es muy duro, se considera rechazo y se detiene el ensayo SPT.

**Figura N° 11.** Gráfico Esquema general del equipo de perforación



Fuente: manual de ensayos de materiales

Otro parámetro que se puede determinar a partir del N obtenido y de la clasificación posterior del suelo, es el grado de compacidad en suelos arenosos y la consistencia en caso de suelos arcillosos, esto mediante tablas que relacionan los mencionados valores.

**Tabla N° 23.** compacidad del suelo (granulares)

COMPACIDAD (Suelo Granular)	Grado de Compacidad	N (S.P.T.)	Resistencia a la Penetración Estática	$\phi$
Muy suelta	< 0,2	< 4	< 20	< 30
Suelta	0,2 - 0,4	4 - 10	20 - 40	30 - 35
Compacta	0,4 - 0,6	10 - 30	40 - 120	35 - 40
Densa	0,6 - 0,8	30 - 50	120 - 200	40 - 45
Muy Densa	> 0,8	> 50	> 200	> 45

Fuente: CARMONA, J (2014)

**Tabla N° 24.** compacidad del suelo (cohesivos)

CONSISTENCIA (Suelos Cohesivos)	N (S.P.T.)	qu (Kg./cm <sup>2</sup> ) Resistencia a la Compresión Simple	E (Kg./cm <sup>2</sup> )
Muy blanda	< 2	< 0,25	3
Blanda	2 a 4	0,25 a 0,50	30
Mediana	4 a 8	0,50 a 1,00	45 a 90
Compacta	8 a 15	1,00 a 2,00	90 a 200
Muy compacta	15 a 30	2,00 a 4,00	200
Dura	> 30	> 4	200

Fuente: CARMONA, J (2014)

## Cálculos

$$N = N1 + N2$$

**Dónde:**

N1: número de golpes necesarios para hincar el toma-muestras 15 cm.

N2: número de golpes necesarios para hincar el toma-muestras otros 15 cm.

- A partir del N del ensayo SPT, se pueden determinar la Resistencia a la

Penetración y la Presión Admisible.

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{10}$$

**Resistencia a la Penetración:**

$$R_p = N * 4$$

**Presión Admisible:**

**SPT 01:**

**Estribo derecho aguas abajo**

**Presión Admisible** =  $21/10 = 2.10 \text{ kg/cm}^2$

(1.00 m. de profundidad)

**Presión Admisible** =  $26/10 = 2.60 \text{ kg/cm}^2$

(2.00 m. de profundidad)

**Presión Admisible** =  $57/10 = 5.70 \text{ kg/cm}^2$

(3.00 m. de profundidad)

**Presión Admisible** =  $86/10 = 8.60 \text{ kg/cm}^2$

(4.00 m. de profundidad)

**SPT 02:**

**Estribo izquierdo aguas abajo**

**Presión Admisible** =  $23/10 = 2.30 \text{ kg/cm}^2$

(1.00 m. de profundidad)

**Presión Admisible** =  $28/10 = 2.80 \text{ kg/cm}^2$

(2.00 m. de profundidad)

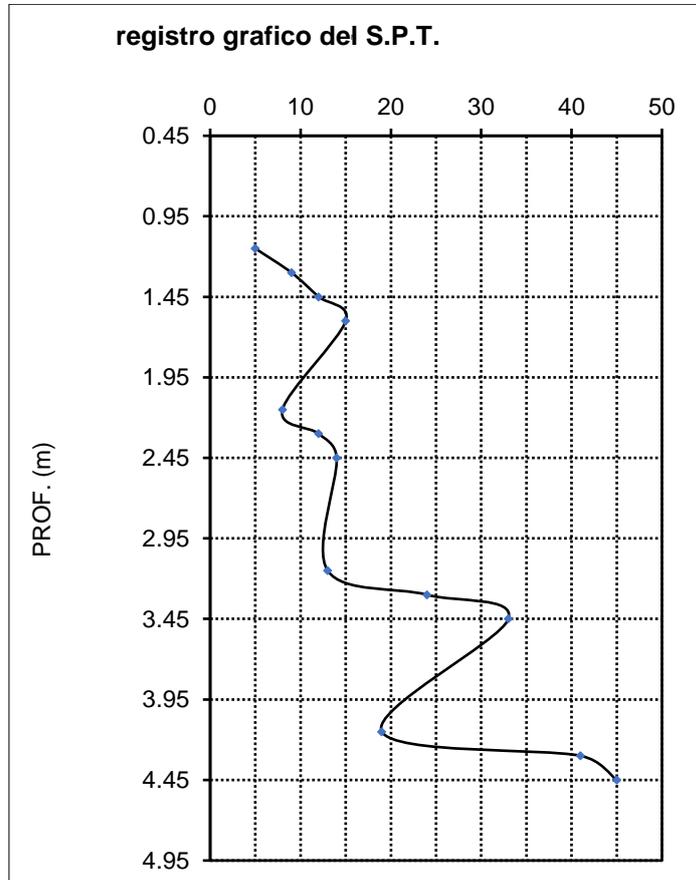
**Presión Admisible** =  $59/10 = 5.90 \text{ kg/cm}^2$

(3.00 m. de profundidad)

**Presión Admisible** =  $87/10 = 8.70 \text{ kg/cm}^2$

(4.00 m. de profundidad)

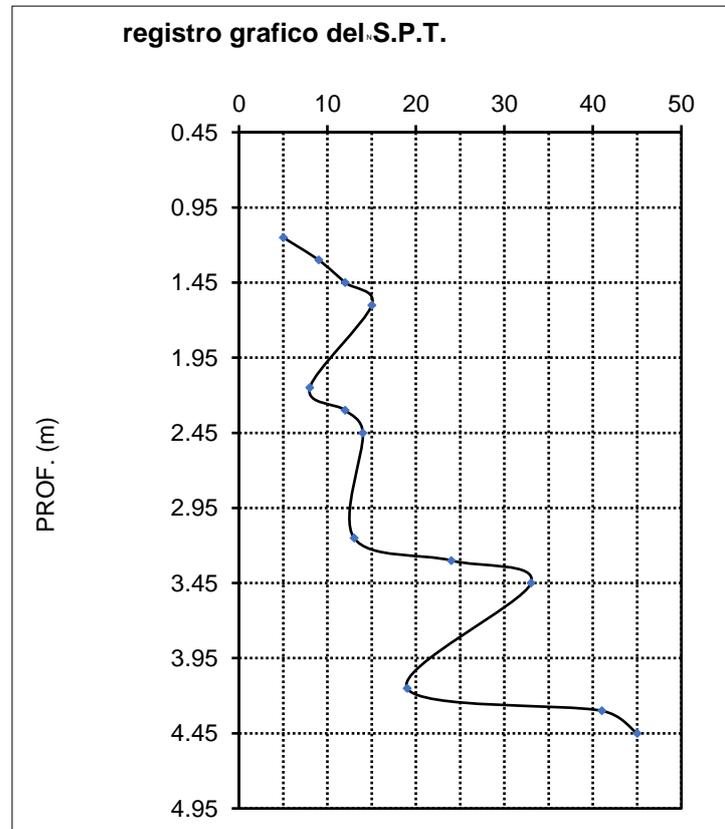
**Figura N° 12.** Gráfico ensayo de penetración standard SPT.C-1



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** se aprecia la curva entre la relación de la profundidad a cada 15cm y el número de golpes con masa de 63.5kg. el menor número de golpes estuvo en una profundidad de 1.00 a 1.15m con 5 golpes y el mayor número de golpes se encontró en una profundidad de 4.30 a 4.45m con 45 número de golpes.

**Figura N° 13.** Gráfico ensayo de penetración standard SPT.C-2



Fuente: elaboración propia, 2020

**Interpretación:** con respecto al gráfico 11, el ensayo de penetración standard SPT indica una curva entre la relación de la profundidad a cada 15cm y el número de golpes que se realiza en campo con una masa de 63.5kg. el menor número de golpes se obtuvo en 1.00 a 1.15m de profundidad el cual se necesitó solo 6 golpes para excavar 15cm con el equipo mientras que el mayor número de golpes fue a los 4,30 a 4,45m de profundidad con 45 golpes presentando un suelo denso de Arena con presencia de limos (SM).

El resultado general del estudio de mecánica de suelos por medio de los ensayos en el laboratorio se obtuvo dos tipo de ellos, suelo tipo arcilloso (CL) y el otro suelo es arena con presencia de limos (SM), con un contenido de humedad natural cuyos

valores varían entre 3.18% y 14.61%, en tanto su índice de plasticidad (IP) se clasificó de baja plasticidad y asimismo se encontró el peso específico de los suelos que varían entre los 2.58 gr/ cm<sup>3</sup> y 2.60gr/ cm<sup>3</sup>.

Respecto al estudio hidrológico, es preciso indicar que fueron normalizados el uso del software Global Mapper para determinar las características de la cuenca en la zona en estudios ubicado en:

- Distrito de la unión
- Provincia de Piura
- Departamento de Piura

#### COORDENADAS UTM

Sur	oeste
5° 22' 29.16"	80° 22' 12.42"

#### **Área de drenaje cuenca (A)**

Para hallar el área de la cuenca en la zona de estudio se ha utilizado el software Google Barth y Global Mapper. El cual delimitar de las otras cuencas existentes en todo el planeta.

Área (km<sup>2</sup>): 16.37

#### **Perímetro de la cuenca (P)**

Es el conjunto de líneas que forma una figura o una superficie

Perímetro (km): 33.57 km

#### **Ancho medio de la cuenca (w)**

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud mayor del curso de agua.

$$W = \frac{A}{Lc}$$

Dónde:

W= Ancho medio de la cuenca (km)

A= Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

LC= Longitud mayor del curso (km)

Obteniendo resultado: w = 1.98

### **Coeficiente de compacidad**

El índice o coeficiente de compacidad, al cociente que existe entre el perímetro de la cuenca respecto al perímetro de un círculo de la misma área de la cuenca en estudio.

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Kc= coeficiente de compacidad

P= perímetro de la cuenca (km)

A= área de la cuenca(km<sup>2</sup>)

Obteniendo un resultado: Kc= 2.32

### **Factor de forma (Ff)**

$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

F<sub>f</sub>= factor de forma

A= área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

L= Longitud de la cuenca (km)

Obteniendo el resultado = 0.23

**Tabla N° 25.** rangos de formas aproximados de cuencas

Clases de valores de forma	
Rangos de kf	Clases de Forma
0.01-0.18	muy poco achatada
0.18-0.36	ligeramente achatada
0.36-0.54	moderadamente achatada

Fuente: Pérez (1979)

**Interpretación:** factor de forma determina los parámetros de elongación de la cuenca entre la relación del área de la cuenca y su longitud. El cual la cuenca obtenida en el software Global Mapper tiene la forma ligeramente achatada en los rangos de kf entre 0.18-0.36.

**Densidad de drenaje (Dd)**

$$Dd = \frac{\sum Li}{A}$$

Dónde:

Dd= densidad de drenajes

Li= largo total de los cursos de agua (KM)

A= superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)

Obteniendo resultado: Dd= 0.56

**Tabla N° 26.** rangos aproximados de la densidad de drenaje

Densidad de drenaje	clases
0.1 a 1.8	baja
1.9 a 3.6	moderada
3.7 a 5.6	alta

Fuente: IBAL (2009)

**Interpretación:** indica la relación las longitudes totales de los cursos de agua regulares e irregulares y el área de la cuenca misma. Para obtener la densidad de drenaje que descargan en los ríos.

### Pendiente media del cauce principal

$$S_m = \frac{HM - H_m}{L_c}$$

$S_m$ = Pendiente media del cauce principal

HM y  $H_m$ = Altitud máxima y mínima del cauce (msnm)

$L_c$ = longitud de cauce (m)

Obteniendo resultado:  $S_m = 0.003\text{m/m}$

**Tabla N° 27.** parámetros geomorfológicos de la cuenca en estudio

parámetros geomorfológicos								
numero	nombre	área cuenca (km <sup>2</sup> )	cota superior (msnm)	cota inferior (msnm)	desnivel (m)	Longitud (Km)	pendiente cuenca (S) (m/m)	coeficiente de escorrentía
1	Puente san José	16.37	34	8	26	8.27	0.003	0.3

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 28.** números de curvas de escorrentía para los usos selectos de tierra agrícola, suburbanas y urbanas

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada <sup>1</sup> : sin tratamientos de conservación con tratamiento de conservación	72 62	81 71	88 78	91 81
Pastizales: condiciones pobres condiciones óptimas	68 39	79 61	86 74	89 80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena <sup>2</sup>	45 25	66 55	77 70	83 77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	39 49	61 59	74 79	80 84
Áreas comerciales de negocios (80% impermeables)	89	92	94	95
Districtos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial <sup>3</sup>				
Tamaño promedio del lote				
1/8 acre o menos		65		
1/4 acre		38		
1/3 acre		30		
1/2 acre		25		
1 acre		20		
Porcentaje promedio impermeable <sup>4</sup>				
	77	85	90	92
	61	75	83	87
	57	72	81	86
	54	70	80	85
	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, aceros, etc. <sup>4</sup>	98	98	98	98

Fuente: manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018).

**Interpretación:** el valor del número de curvas que se ha utilizado fue 88, debido que el terreno pertenece al grupo C, que significa que es suelos de bajo contenido de orgánicos y suelos altos contenido de arcilla. Ya que son tierras cultivables sin tratamiento de conservación.

$$Q = 0.278 CIAK$$

Dónde:

q= caudal máximo de diseño (m<sup>3</sup>/s)

c= coeficiente de escorrentía

i = intensidad de precipitación máxima (mm/h)

a = área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

k = coeficiente de uniformidad

**Tabla N° 29.** caudal máximo de diseño

numero	nombre	área cuenca (km <sup>2</sup> )	cota superior (msnm)	cota inferior (msnm)	desnivel (m)	Longitud (Km)	pendiente cuenca (S) (m/m)
1	Puente San José	16.37	34	8	26	8.27	0.003

tiempo de Concentración tc (horas)	coeficiente de uniformidad (K)	factor reductor (KA)	precipitación máxima corregida (mm)	Intensidad de precipitación (I) (mm/h)	numero de curvas (CN)	coeficiente de escorrentía	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /seg)
4.51	3.15	0.962	5.37	5.98	88	0.3	10.78

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** la tabla 29 se ha obtenido el cálculo del caudal máximo de diseño obteniendo como resultado 10.78m<sup>3</sup>/seg utilizando el método racional modificado, ya que este método se puede calcular para cuencas de áreas mayores 10 km<sup>2</sup> y menores 770 km<sup>2</sup>.

Por consiguiente, se definieron la información de precipitación analizada competente a la lluvia máxima en 24 horas, cuyos registros son de los años 1975 al 2005 con una duración de 30 años aceptable para el presente estudio, se presenta en el cuadro siguiente:

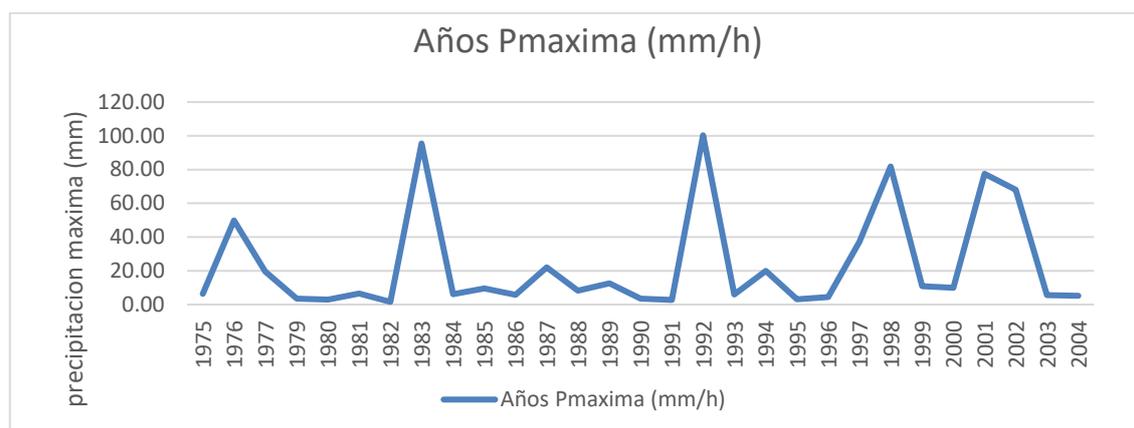
**Tabla N° 30.** precipitaciones máximas en 24 horas.

Precipitaciones máximas en 24 Hrs		
Nº de datos	AÑO	Pmàx(mm)
1	1975	6,40
2	1976	49,90
3	1977	19,60
4	1979	3,50
5	1980	3,00
6	1981	6,60
7	1982	1,60
8	1983	95,50
9	1984	6,20
10	1985	9,50
11	1986	5,80
12	1987	22,00
13	1988	8,20
14	1989	12,50
15	1990	3,50
16	1991	2,80
17	1992	100,30
18	1993	6,00
19	1994	20,00
20	1995	3,20
21	1996	4,50
22	1997	37,20
23	1998	81,90
24	1999	10,80
25	2000	10,00
26	2001	77,40
27	2002	68,00
28	2003	5,50
29	2004	5,20
30	2005	4,30

Fuente: Cálculo de precipitaciones máximas a partir de información del SENAMHI.

**Interpretación:** en la tabla N.º 30, es el resumen de la precipitación máxima registradas por servicio nacional de meteorología e hidráulica SENAMHI en la estación san miguel ubicado en el distrito de Catacaos. El cual los datos recogidos son del desde el año 1975 hasta 2005.

**Figura N° 14.** Gráfico precipitaciones máximas registrado por el SENAMHI



fuelle: elaboración propia

**Interpretación:** en el grafico N. °12 se aprecia las precipitaciones máximas de cada año. datos recogidos del SENAMHI desde los años 1975 a 2005 obteniendo la máxima precipitación en el año 1992 de 100,30 mm/h.

**Tabla N° 31.** Análisis estadístico de datos hidrológicos.

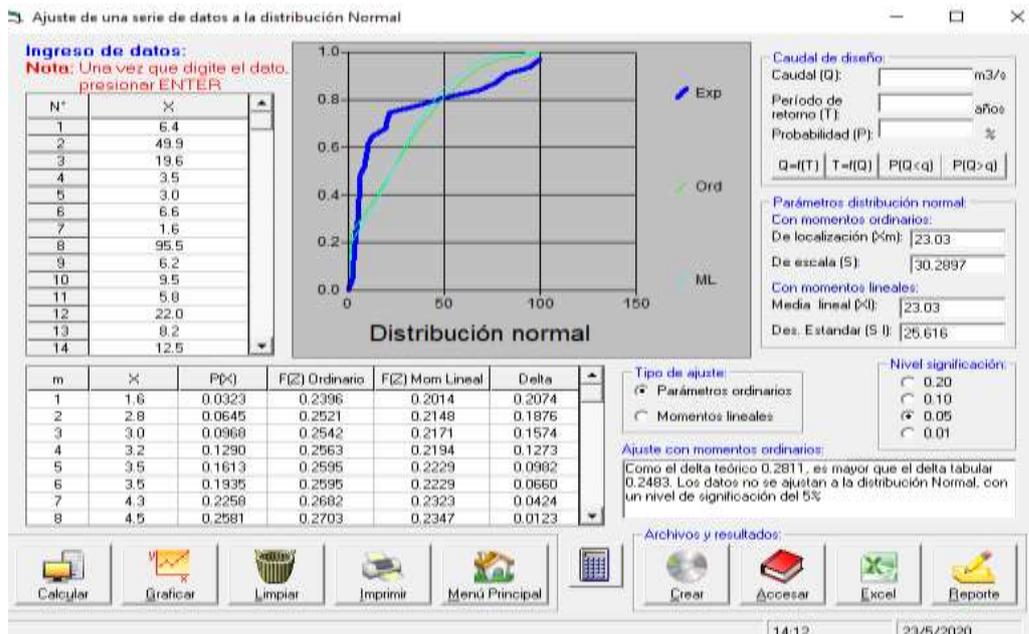
	DISTRIB.	LOG.2	LOG.3	GAMMA	GAMMA	Log PEARSON	GUMBEL	Log
	NORMAL	PARAM	PARAM	2 PARAM	3 PARAM	tipo III		GUMBEL
D. TÈORICO	0.2825	0.1486	0.1319	0.2003	0.22681	0.12505	0.2308	0.1044
D. TABULAR	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483
IGN. SIGNF. (%)	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
CRITERIO	no ajusta	se ajusta	se ajusta	se ajusta	seajusta	se ajusta	se ajusta	se ajusta

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** Se calculado todas las funciones de distribuciones con los datos obtenido en la tabla30. tanto las probabilidades teóricas como tabulares mencionado en la tabla28. para determinar la estimación de las precipitaciones máximas de lluvia utilizando el software HISTROESTA 2.

La distribución LOGARÍTMICA DE GUMBEL obtenida del análisis estadístico de precipitaciones máximas, el cual se muestra en lo siguiente:

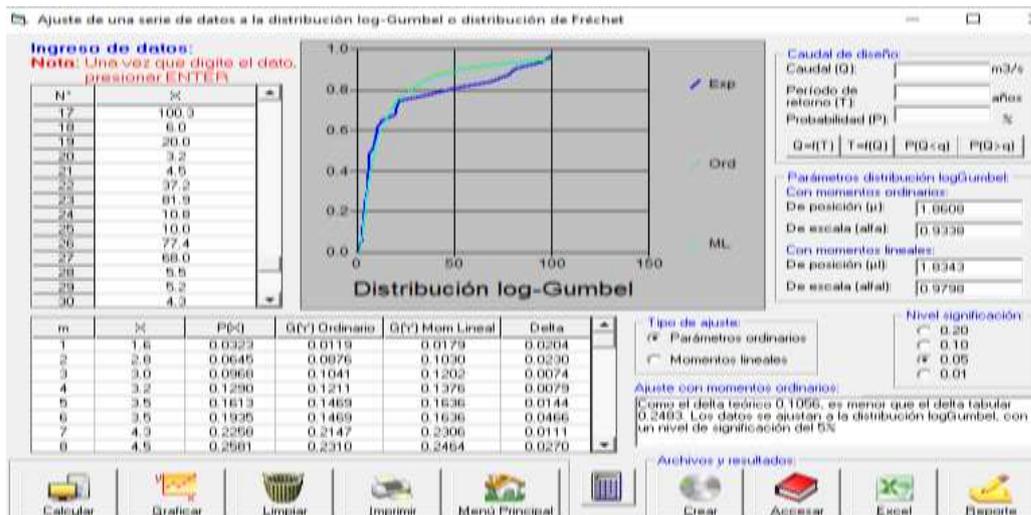
**Figura N° 15.** Gráfico distribución normal con la aplicación HIDROESTA 2



Fuente: elaboración de aplicación de HIDROESTA 2

**Interpretación:** Para la distribución NORMAL se observa que los datos no se ajustan con el resultado del delta teórico 0,20825 porque mayor que el delta tabular 0.2483. con nivel de significación de 5%.

**Figura N° 16.** Gráfico distribución log Gumbel con la aplicación HIDROESTA 2



Fuente: elaboración de aplicación de HIDROESTA 2

**Interpretación:** para la distribución LOG GUMBEL cumple con los parámetros dados en los Análisis estadístico de datos hidrológicos. Obteniendo el delta teórico 0.1044 siendo menor el delta tabular 0,2483. Con un nivel de significación del 5%.

Distribución Gumbel:

Distribución de valores tipo I conocido como distribución GUMBEL o doble exponencial. Calculando las variables probabilísticas como: la media de la serie, desviación estándar, coeficiente alfa varianza, coeficiente alfa y coeficiente  $\mu$ .

Fórmulas de Gumbel:

$$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Variables probabilísticas:

Media de la serie:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Coeficiente alfa:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s$$

coeficiente  $\mu$ :

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha$$

resultados de las fórmulas variables probabilísticas

$$\bar{x} = 23,03\text{mm}$$

$$s = 30,29\text{mm}$$

$$\alpha = 23,62\text{mm}$$

$$\mu = 9,40\text{mm}$$

**Tabla N° 32.** precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	X $\Gamma$ (mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0,37	18,05	0,50	20,40
5	1,50	44,82	0,80	50,65
10	2,25	62,54	0,90	70,68
25	3,20	84,94	0,96	95,98
50	3,90	101,55	0,98	114,75
100	4,60	118,04	0,99	133,38
500	6,21	156,14	1,00	176,44

Fuente: elaboración propia.

**Interpretación.** Se determinan precipitaciones probables para diferentes frecuencias. Con periodo de retorno de (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500) años. Se calcula mediante la fórmula de GUMBEL, el cual se calcula primero la variable reducida con la fórmula  $YT = -\ln(\ln(\frac{T}{T-1}))$ , luego se halla la precipitación (mm) mediante la fórmula  $XT = \mu + (\alpha * YT)$  para finalmente ajustar con el factor de corrección de intervalos fijo =  $XT * 1,13$ .

**Tabla N° 33.** coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0,30	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,68	0,80	0,91	1,00

Fuente: Daniel campos Aranda (1978)

**Interpretación:** coeficiente de relación a la lluvia durante, se utilizan para los diferentes periodos de retorno el cual se requiere para un puente, para hallar las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

**Tabla N° 34.** Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Coeficiente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	20,40	50,65	70,68	95,98	114,75	133,38	176,44
18 hr	X18 = 91%	18,57	46,09	64,31	76,78	104,42	121,38	160,56
12 hr	X12 = 80%	16,32	40,52	56,54	76,78	91,80	106,71	141,15
8 hr	X8 = 68%	13,87	34,44	48,06	65,27	78,03	90,70	119,98
6 hr	X6 = 61%	12,44	30,90	43,11	58,55	70,00	81,36	107,63
5 hr	X5 = 57%	11,63	28,87	40,29	54,71	65,41	76,03	100,57
4 hr	X4 = 52%	10,61	26,34	36,75	49,91	59,67	69,36	91,75
3 hr	X3 = 46%	9,38	23,30	32,51	44,15	52,79	61,36	81,16
2 hr	X2 = 39%	7,96	19,75	27,56	37,43	44,75	52,02	68,81
1 hr	X1 = 30%	6,12	15,19	21,20	28,79	34,43	40,02	52,93

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** para calcular las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias se realizado multiplicando la corrección intervalo fijo con el coeficiente para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas.

$$I = \frac{P}{Td}$$

Dónde:

P= profundidad de la lluvia (mm)

Td= tiempo de duración (hr)

**Tabla N° 35.** Intensidades de lluvia, según Duración de precipitación y Frecuencia.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	0,85	2,11	2,94	4,00	4,78	5,56	7,35
18 hr	1080	1,03	2,56	3,57	4,27	5,80	6,74	8,92
12 hr	720	1,36	3,38	4,71	6,40	7,65	8,89	11,76
8 hr	480	1,73	4,31	6,01	8,16	9,75	11,34	15,00
6 hr	360	2,07	5,15	7,19	9,76	11,67	13,56	17,94
5 hr	300	2,33	5,77	8,06	10,94	13,08	15,21	20,11
4 hr	240	2,65	6,58	9,19	12,48	14,92	17,34	22,94
3 hr	180	3,13	7,77	10,84	14,72	17,60	20,45	27,05
2 hr	120	3,98	9,88	13,78	18,72	22,38	26,01	34,41
1 hr	60	6,12	15,19	21,20	28,79	34,43	40,02	52,93

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** en la tabla se calcula la intensidad de lluvia el cual es el valor temporal de precipitación. Que puede ser instantáneo o intensidad promedio durante la duración de la lluvia. Es decir, la profundidad por unidad de tiempo(mm/h).

**Tabla N° 36.** Aplicación Regresión de regresión potencial

<i>Resumen de aplicación de regresión potencial</i>		
<i>Periodo de Retorno (años)</i>	<i>Término ctte. de regresión (d)</i>	<i>Coef. de regresión [n]</i>
2,0000	77,1277	-0,6164
5,0000	191,4798	-0,6164
10,0000	267,1909	-0,6164
25,0000	395,9807	-0,6336
50,0000	433,8189	-0,6164
100,0000	504,2618	-0,6164
500,0000	667,0446	-0,6164
Promedio =	362,4149	-0,6188

Fuente: elaboración propia

**interpretación.** En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m$$

Dónde:

D= regresión potencial

K, m= parámetro de ajuste

T= periodo de retorno

**Tabla N° 37.** regresión potencial

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) <sup>2</sup>
1	2	77,1277	0,6931	4,3455	3,0120	0,4805
2	5	191,4798	1,6094	5,2548	8,4572	2,5903
3	10	267,1909	2,3026	5,5880	12,8668	5,3019
4	25	395,9807	3,2189	5,9814	19,2533	10,3612
5	50	433,8189	3,9120	6,0726	23,7563	15,3039
6	100	504,2618	4,6052	6,2231	28,6584	21,2076
7	500	667,0446	6,2146	6,5029	40,4127	38,6214
7	692	2536,9044	22,5558	39,9682	136,4167	93,8667
Ln (K) =	4,5494		K =	94,5789	m =	0,3601

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** la regresión potencial es la relación entre las variables: entre ellas (x) variable independiente y la otra (Y) la variable dependiente. Se puede decir que la regresión potencial es un método que se emplea para predecir el valor de una variable en función de valores dados a la otra variable.

Termino contante de regresión (k)= 94, 5789  
coeficiente de regresión (m)= 0,3601

$$= \frac{KT^m}{t^n}$$

Dónde:

I = intensidad de máxima (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

K, m, n. = factores característicos de la zona de estudio

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

$$I_{max} = \frac{94,5789 * T^{0,360089}}{t^{0,61885}}$$

**Tabla N° 38.** intensidades máximas, diferente tiempo de duración y frecuencia

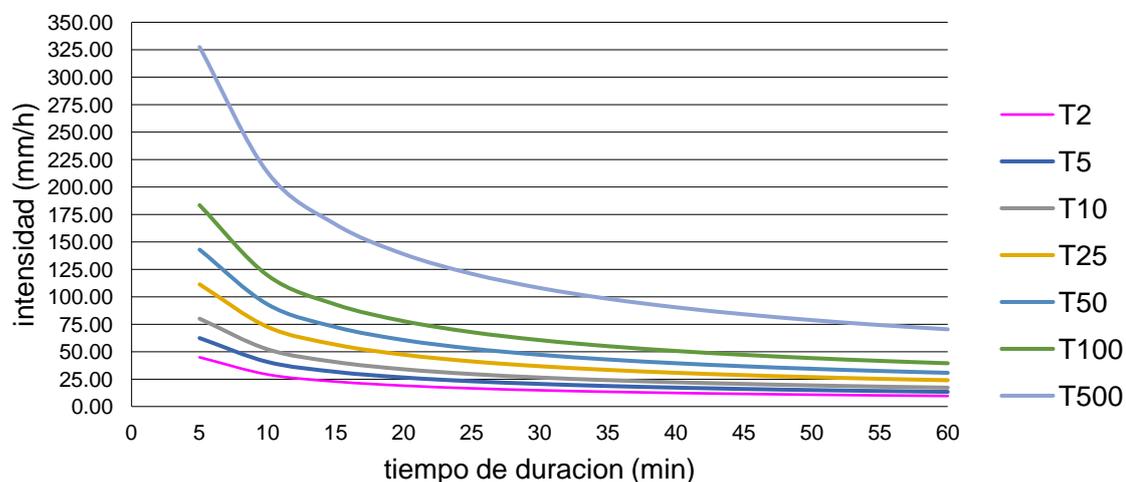
Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	44,84	29,20	22,72	19,01	16,56	14,79	13,45	12,38	11,51	10,78	10,17	9,63
5	62,36	40,61	31,60	26,45	23,03	20,58	18,70	17,22	16,01	15,00	14,14	13,40
10	80,04	52,12	40,56	33,94	29,56	26,41	24,01	22,10	20,55	19,25	18,15	17,20
25	111,33	72,50	56,41	47,21	41,12	36,73	33,39	30,74	28,58	26,78	25,24	23,92
50	142,90	93,05	72,40	60,59	52,78	47,15	42,86	39,46	36,68	34,37	32,40	30,70
100	183,41	119,43	92,93	77,77	67,74	60,51	55,01	50,65	47,09	44,11	41,59	39,41
500	327,42	213,21	165,90	138,84	120,93	108,03	98,20	90,41	84,06	78,75	74,24	70,35

Fuente: elaboración propia

**Interpretación.** la intensidad, duración y frecuencia. permite complementar sus duraciones desde 5 minutos hasta 24 horas y ampliar sus periodos de retorno de 5 a 500 años.

**Figura N° 17.** curvas intensidad, duración, frecuencia para lluvias máximas

#### CURVA I-D-F



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** para obtener las curvas del I-D-F se debe contar con datos pluviógrafos de lluvias, y elegir la lluvia más intensa para las diferentes duraciones de cada año.

Determinar el periodo de retorno mediante la relación del riesgo admisible y la vida útil de la estructura, de manera que los valores se encuentran en las tablas que brinda el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del etc.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

**Tabla N° 39.** valores de periodo de retorno T (n año)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA UTIL DE LA OBRA T( Años)									
R	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9975	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,1	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,2	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Fuente: MONSALVE, 1999.

**Tabla N° 40.** valores máximos de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**)
Puentes (*)	25
alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
drenaje de plataforma (a nivel longitud)	40
subdrenes	40
defensas ribereñas	25

Fuente: manual de hidrología, hidráulica y drenaje 2018 (MTC)

(\*) – para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinaria

\_ se recomienda un periodo de retorno t de 500 años para el cálculo de socavación.

(\*\*) vida útil considerado (n)

- Puentes y defensas ribereñas n= 40 años.
  - Alcantarillas de quebradas importantes n=25años.
  - Alcantarillas de quebradas menores n= 15años.
  - Drenaje de plataformas y subdrenes n=15 años
- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El propietario de una obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Resolviendo mediante la fórmula:

$$25 \frac{1}{50}$$

$$40 \frac{1}{T}$$

$$50 \frac{1}{174}$$

$$T = 140$$

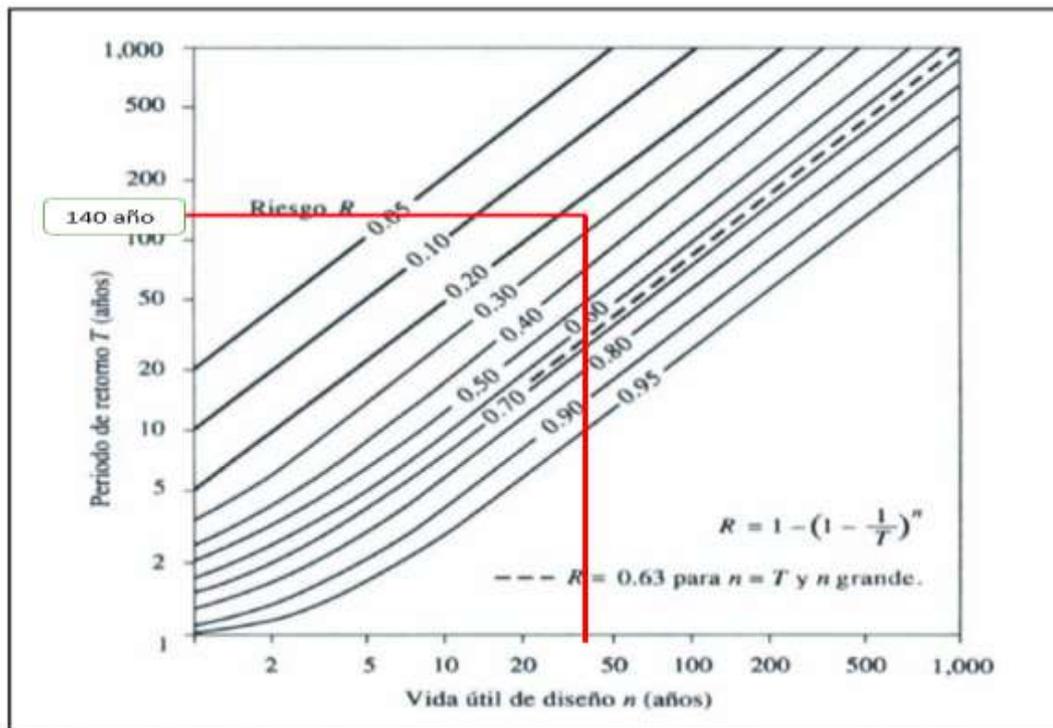
$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Remplazando en la fórmula:

$$R = \left(1 - \left(1 - \frac{1}{140}\right)\right)^n$$

$$R = 0,25$$

**Figura N° 18.** Gráfico diseño de la vida útil de obra



Fuente: hidrología aplicada (ven te Chow)

**Interpretación:** mediante el Abaco se puede comprobar el valor del riesgo admisible en la tabla. Relacionando el periodo de retorno con la vida útil de una obra de un puente.

El resultado general del estudio hidrológico se aplicó la información del Servicio Nacional de Meteorológico e Hidráulica del Perú (SENAMHI), datos pluviométricos desde el año 1975 hasta 2005, obteniéndose la precipitación mínima de 1.60 mm/h en el año 1982 y la precipitación máxima fue de 100.30 mm/h, y asimismo se determinó el caudal máximo con el método racional modificado como resultado de 10.78 m<sup>3</sup>/seg. Y en cuanto el área de la cuenca de estudio se obtuvo un área de 16.37 km<sup>2</sup> junto con la intensidad de la lluvia que nos dio como resultado 5.98 mm/h para un período de retorno de 100 años y también se necesitó el coeficiente de escorrentía hallándolo por el tipo y uso del suelo obteniendo un coeficiente de 0.3, y de esta forma es un terreno de cultivo de bajo contenido de orgánicos y alto contenido de arcillas.

Una vez realizado los resultados de los objetivos específicos, se procede a realizar el diseño manual para la reconstrucción del puente san José tipo viga losa.

## **DISEÑO DEL PUENTE SAN JOSÉ LA UNIÓN- PIURA**

### **GENERALIDADES:**

En este ítem, se describen los criterios y procedimientos utilizados en el análisis y diseño del puente san José. La unión- Piura.

### **NORMA TÉCNICA Y REGLAMENTO PARA DISEÑO**

La verificación de la estructura del puente San José estará basada en las partes aplicables de las normas técnicas y reglamentos para diseño siguientes:

- . Normas ASTM (American SOCIETY FOR TESTING Materials)
- . Normas AISC (American institute of Steel construction)
- . Especificaciones AASHTO (American Association of State Highway and transportation officials- standard specifications for Highway Bridges)
- . Reglamento Nacional de Estructuras- Norma Técnica de Edificación. Cargas E-020.
- . Manual de diseño de puentes y carreteras de la Dirección General de caminos y ferrocarriles del Ministerio de Transportes y comunicaciones.

### **MATERIALES:**

El acero estructural con el que se ha diseñado el puente es el designado de acuerdo a las especificaciones AASHTO como A709M.

<b>NORMA Y GRADO DEL ACERO</b>	<b>ESFUERZO DE FLUENCIA (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>ESFUERZO DE ROTURA (N/mm<sup>2</sup>)</b>
A709M Grado 345	345	450

### **CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE:**

Luz del puente: 15.00 m

Numero de vías: 1

Tipo de puente: Losa Viga

Concreto armado:  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Acero estructural: G60,  $Fy = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

Sobre carga de diseño: Camión HL-93

## **DISEÑO DE LOSA DEL TABLERO DEL PUENTE**

### **PREDIMENSIONAMIENTO SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE**

#### **PREDIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA**

Espesor de losa

$T_{min} = 0.175 \text{ m}$

$T_{min} = 0.175 \text{ m}$

$T_{min} = \frac{S+3}{30} \geq 0.16 \text{ m}$

$S = \text{luz libre entre vigas} = 1.80 \text{ m}$

$T_{min} = \frac{1.80+3}{30} = 0.160 \text{ m} \geq 0.165 \text{ m}$

En voladizos de concreto que soportan barreras de concreto, el espesor mínimo de losa es:

$T_{min} = 0.2 \text{ m}$

Teniendo en cuenta lo dispuesto precedentemente uniformizamos el espesor de la losa en  $t = 0.20 \text{ m}$ .

Adopto

$T = 0.20 \text{ m}$

#### **PREDIMENSIONAMIENTO DE VEREDA**

##### **Ancho de vereda**

Ancho mínimo de circulación peatonal = 0.60m

Colocación de baranda metálica = 0.15m

Ancho total= 0.75m

Se adopto  $b' = 0.80\text{m}$

### Peralte de vereda

Se considera una sobrecarga peatonal de 360 kg/m

### Carga muerta:

Peso propio =  $1.000 \times 0.15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}$

Acabados=  $1.00 \times 1.20 = 120 \text{ kg/m}$

Peso dado baranda:  $0.20\text{m} \times 1.0\text{m} \times 2400\text{kg/m}^3 = 72 \text{ kg}$

Peso baranda = 15kg

-----

$87\text{kg} / 15 = 5.8 \text{ kg/m}$

$W_d = 485.80 \text{ kg/m}$

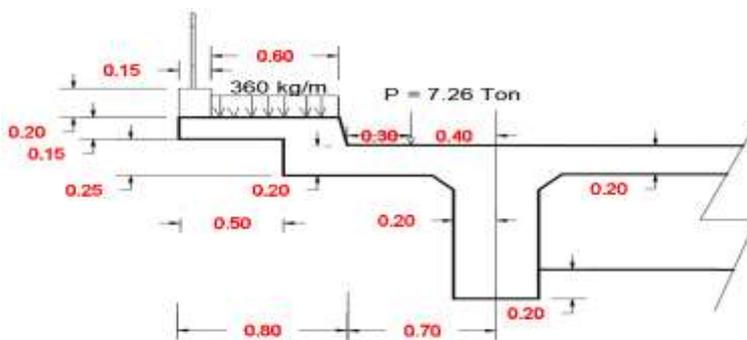
### Carga viva

Sobrecarga =  $1.00 \times 360$

### Carga ultima:

- $W_u = 1.4 (485.80) + 1.7 (360) = 1292.12 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0.129 \text{ ton/m}$
- $W_u = 0.129 \text{ ton/m}$

### Sección transversal de vereda



GENERALMENTE SE CONSIDERA ENTRE 0.20M Y 0.25 M, ADOPTAMOS 0.25M

$$h = \frac{\frac{L}{4}}{\sqrt{Wu}} = \frac{\frac{L}{4}}{\sqrt{0.129}} = \frac{L}{11.14}$$

$$h = 1.41 \left( \frac{L}{11.14} \right) = 1.41 \left( \frac{100}{11.14} \right) = 12.66$$

adopto  $h = 0.15\text{m}$ .

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGA LONGITUDINAL**

Ancho de viga longitudinal

$S'$  = espaciamiento entre ejes de viga = 2.20 m

$L$  = luz del puente = 15.00 m

$b = 0.0157 * \sqrt{S'L} = 0.34$  m

adoptamos  $b = 0.40$  m

Altura de viga longitudinal

$L$  = luz entre ejes de viga

$h_{\min} = 0.07 L$

$h_{\min} = 0.07 (15\text{m}) = 1.05$  m

adopto:  $h = 1.05$  m

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS DIAFRAGMA**

Ancho de viga

Número de Diafragmas, Según AASHTO sugiere que se coloquen vigas diafragma, en intervalos que no excedan 12.19 m, por lo que en cumplimiento a lo antes descrito se ha colocado vigas diafragma en los extremos y en el centro de la Superestructura Ancho de vigas Diafragma, pueden tener un ancho entre 0.20 m y 0.30m, para el presente caso adopto  $bd = 0.25\text{m}$ .

$bd = 0.25$  m.

altura de viga; 0.85 descontando espesor losa del tablero libre del patín inferior

$hd = 0.85$

## COMBINACIONES DE CARGA APLICABLES DEL AASHTO LRFD

Resistencia U = n [(1.25 ó 0.9) DC + (1.50 ó 0.65) DW + 1.75 (LL+Im)]

Servicio i U = n [1.0DC + 1.0DW + 1.0 (LL+im)]

## CÁLCULO DE LOS MOMENTOS DE FLEXIÓN POR CARGAS

### CARGA MUERTA (DC)

Peso de losa: 0.20m x 1.0m x 2400 kg/m<sup>3</sup> = 480 kg/m

$$WDC = 480 \text{ kg/m}$$

Peso de vereda: 0.15m x 1.0m x 2400 kg/m<sup>3</sup> = 360 kg/m

Acabado de vereda y pinto 1m x 120 kg = 120 kg/m

$$WDC = 480 \text{ kg/m}$$

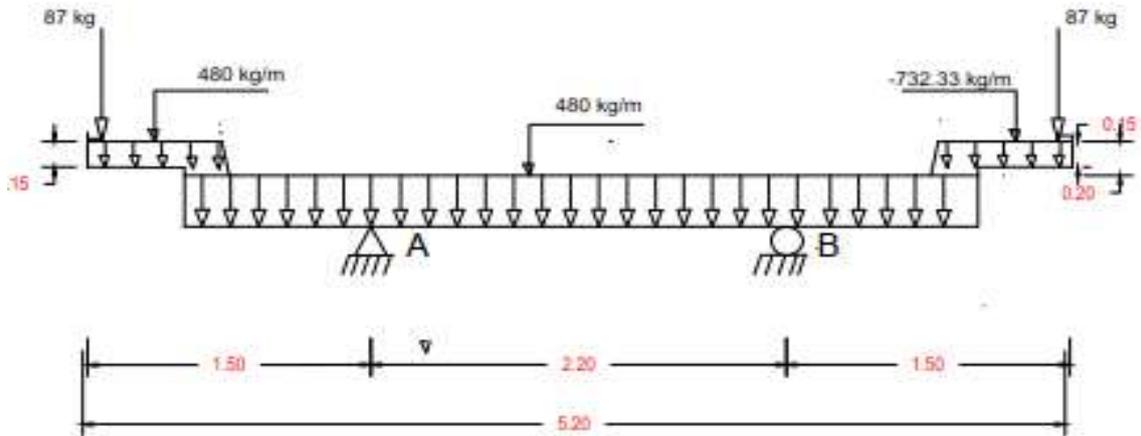
Peso dado baranda: 0.20m x 1.0m x 2400kg/m<sup>3</sup> = 72kg

Peso baranda = 15kg

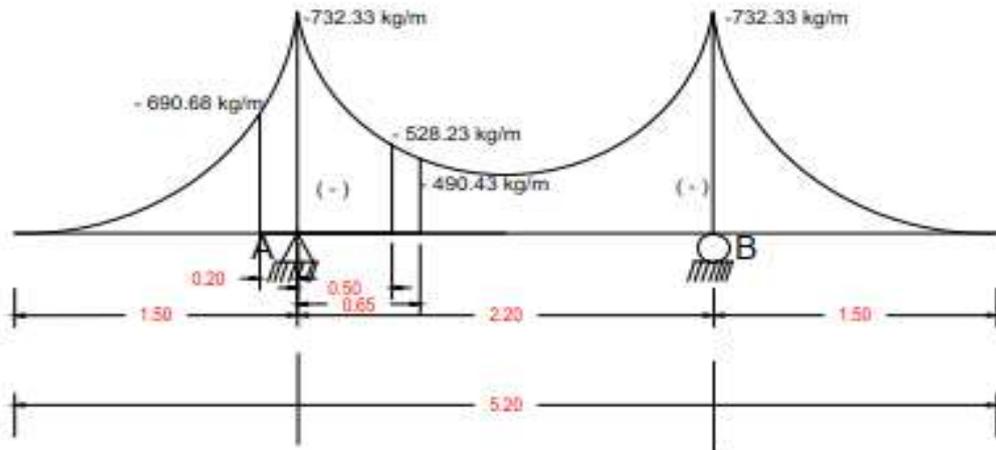
$$P = 87\text{kg/m}$$

MOMENTO NEGATIVO: especifica que para el momento negativo en construcciones monolíticas de concreto se puede tomar la sección de diseño en la cara del apoyo, (0.20m del eje) tomando momentos con respecto a del diagrama de momentos tenemos:

### LINEA DE INFLUENCIA POR CARGA MUERTA (CD)



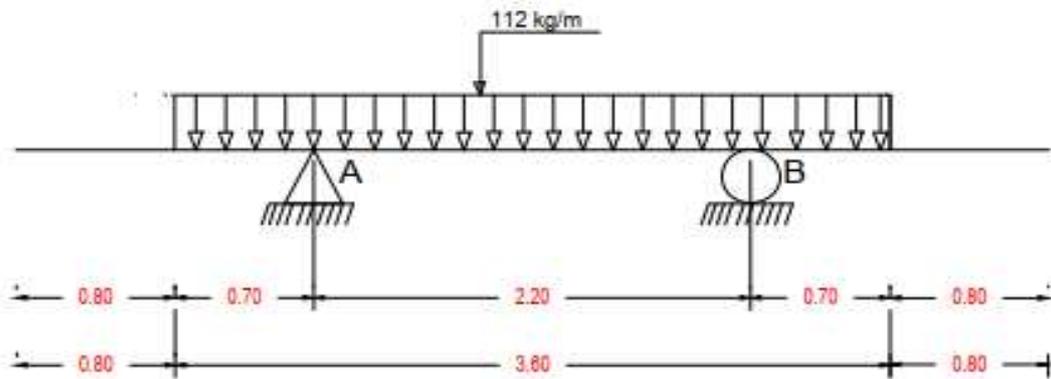
### LINEA DE INFLUENCIA POR CARGA MUERTA (CD)



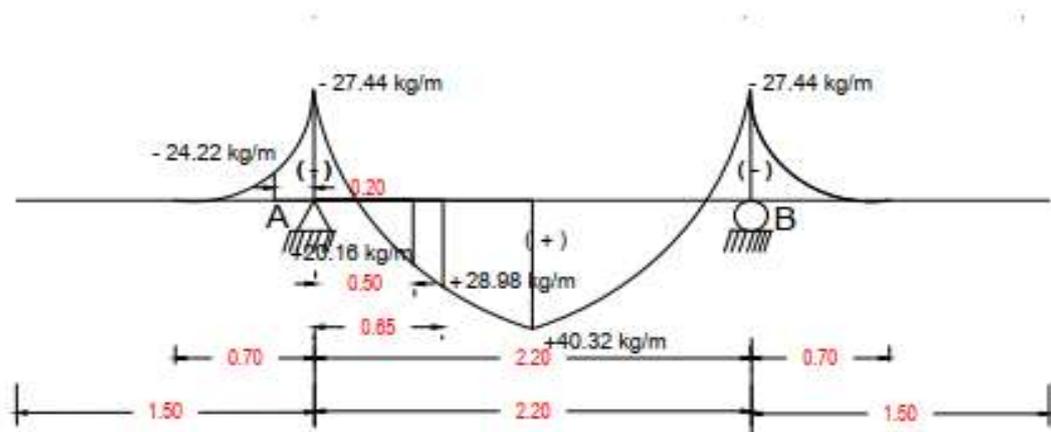
### CARGA POR SUPERFICIE DE RODADURA ( ASFALTO) (DW)

Peso asfalto :  $W_{\text{asf}} = 0.05\text{m} \times 1.0\text{m} \times 2240\text{kg/m}^3 = 112 \text{ kg/m}$

### LÍNEA DE INFLUENCIA POR CARGA DEL DEL ASFALTO ( DW )



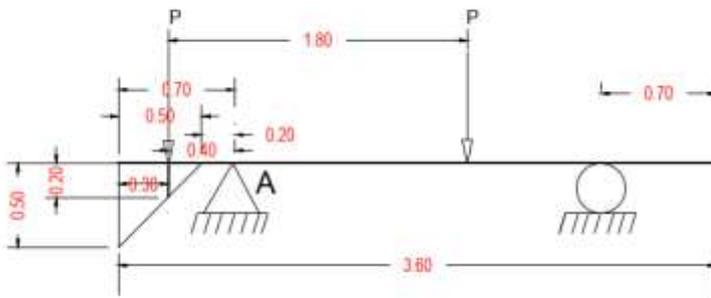
### LÍNEA DE INFLUENCIA POR CARGA DEL ASFALTO (DW)



### CARGA VIVA Y EFECTO DE IMPACTO O CARGA DINÁMICA (LL+IM)

Aplicando el método analítico y usando Línea de Influencia para momento flector en el apoyo A Calculamos el momento por carga viva en la sección de máximo momento negativo (Apoyo A), Colocando los ejes del camión HL-93 en posiciones críticas, que entren en la sección transversal del puente.

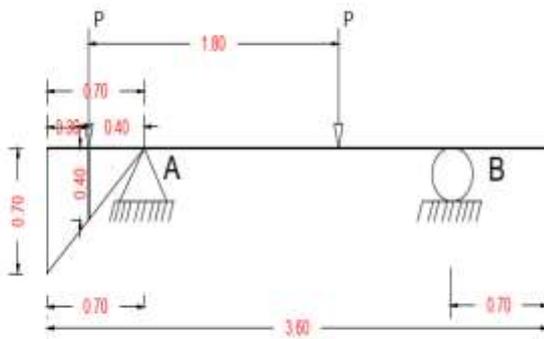
### LINEA DE INFLUENCIA DE MOMENTOS EN CARA DE VIGA



$$MCV = 7.26 (-0.20) = -1.452 \text{ Ton/m}$$

$MCV = -1.452 \text{ Ton/m}$

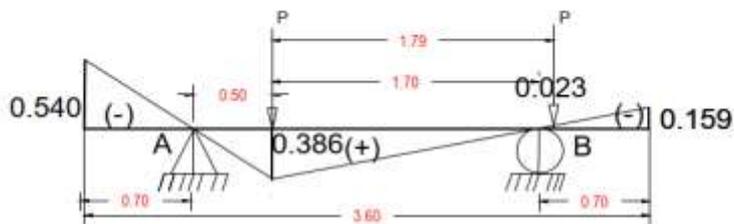
### LINEA DE INFLUENCIA DE MOMENTOS EN APOYO ( A )



$$M \text{ apoyo A} = 7.26 (-0.40) = -2.904 \text{ Ton/m}$$

$M \text{ apoyo A} = -2.904 \text{ Ton/m}$

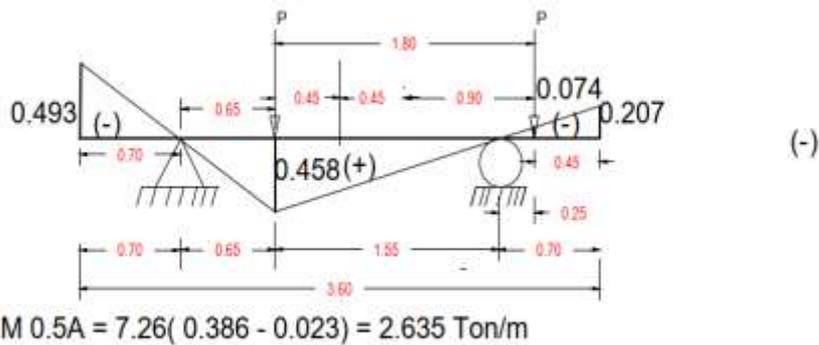
### LINEA DE INFLUENCIA DE MOMENTOS A 0.50M DEL APOYO ( A )



$$M \text{ 0.5A} = 7.26(0.386 - 0.023) = 2.635 \text{ Ton/m}$$

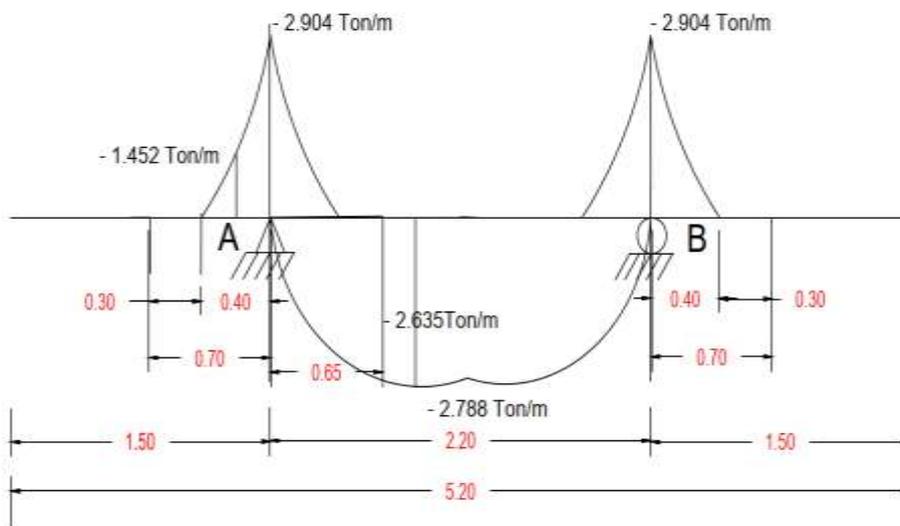
$M \text{ 0.5A} = 2.635 \text{ Ton/m}$

LINEA DE INFLUENCIA DE MOMENTOS MAXIMO ( 0.65M) DEL APOYO ( A)



$M_{0.65A} = 2.788 \text{ Ton/m}$

DIAGRAMA DE ENVOLVENTE DE MOMENTOS POR CARGA VIVA Y CARGA DINÁMICA (LL+IM)



RESUMEN DE MOMENTOS PARA EL DISEÑO

CARGA	Distancia	Losa + Vereda.	Asfalto	Carga Viva
TIPO	M	DC	DW	LL + IM
M (-) izq.	0.20 c/ apoyo	-530.68	-24.22	-1.452
M (-) eje	Eje	-732.23	-27.44	-2.904
M (+) der.	0.50m de apoyo	-528.23	20.16	2.635
M (+) der.	0.65m de apoyo	-490.43	28.98	2.788
			40.32	

## ENVOLVENTE DE MOMENTOS POR CARGA VIVA MÁS IMPACTO

CARGA	Distancia	Carga Viva
TIPO	M	LL + IM
M (-) izq.	0.20 c/ apoyo	-1.452
M (-) eje	Eje	-2.904
M (-) der.	0.50m de apoyo	2.635
M (-) der.	0.65m de apoyo	2.788

## FACTOR DE PRESENCIA MÚLTIPLE Y ANCHO DE FRANJA APLICABLES

FACTOR DE PRESENCIA:  $m = 1.2$  Para 1 vía (Art. 3.6.1.1.2) Asshto pág. 81

$m = 1.0$  Para 2 vías

ANCHO DE FRANJA EN QUE SE DISTRIBUYE. (E) (tabla 4.6.2.1.3-1) Asshto pag.232

Tramo en Voladizo,  $E = 1.14 + 0.83 X$

Tramo Interior,  $E = 0.66 + 0.55 S$

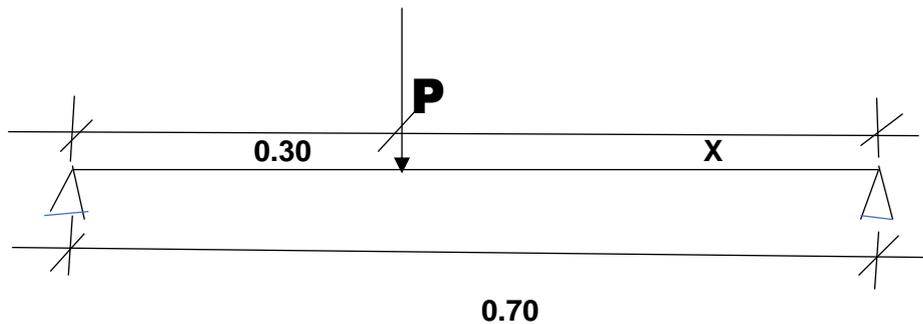
$M_1 = -1.452 (1.2) (1.33) = - 2.317/1.47 = -1.576$  Ton-m

$M_2 = 2.635 (1.2) (1.33) = 4.205/1.87 = 2.249$  Ton-m

$M_3 = 2.788 (1.2) (1.33) = 4.45 /1.87= 2.379$  Ton-m

Tramo en Voladizo  $E = 1.14 + 0.83 X$ ;  $X = 0.40$

Voladizo  $E = 1.47$  m



Tramo Interior =  $E = 0.66 + 0.55 S = 2.20$  m

Tramo Interior =  $E = 1.87$  m

$$MU = [ ( 1.25 \text{ ó } 0.9)DC + (1.5 \text{ ó } 0.6)DW + 1.75 (LL + IM)]$$

## SECCIONES DE MOMENTOS CRÍTICOS PARA EL DISEÑO

Aplicando:

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA 1 ( $n = 1$ )

SECCIÓN 1 (CARA DE VIGA IZQUIERDA) A 0.20M DEL EJE DE VIGA)

$$- Mu = 0.90 (-528.23) + 1.50 (20.16) + 1.75 (2,2.49)$$

$$Mu = 3,490.58 \text{ kg/m}$$

SECCIÓN 2 (A 0.50 M DEL EJE LADO DERECHO DE VIGA)

$$- Mu = 0.90 (-528.23) + 1.50 (20.16) + 1.75 (2,2.49)$$

$$Mu = 3,490.58 \text{ kg/m}$$

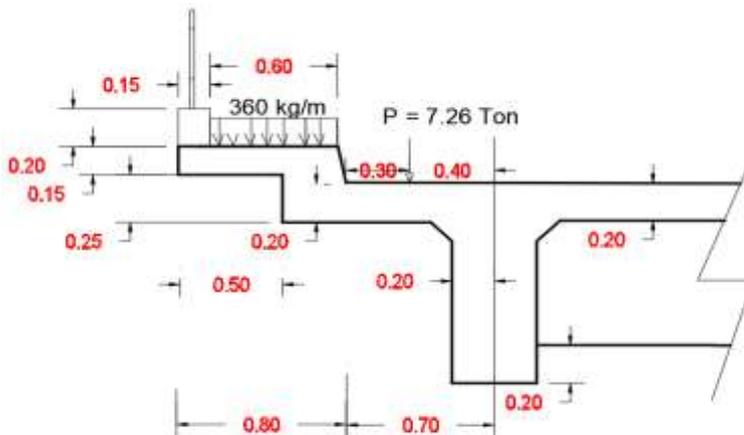
SECCIÓN 3 (A 0.65 M DEL EJE LADO DERECHO DE VIGA)

$$Mu = 0.90 (-490.43) + 1.50 (28.98) + 1.75 (2,379)$$

$$Mu = 3,765.33 \text{ kg/m}$$

## VERIFICACIÓN DEL MOMENTO NEGATIVO

Por efecto de carga Peatonal.



GENERALMENTE SE CONSIDERA ENTRE 0.20M Y 0.25 M,  
ADOPTAMOS 0.25M

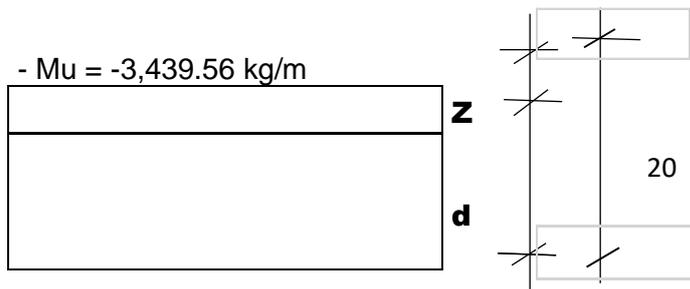
1. PARA UNA VIA CARGADA -  $Mu = -7.26 (-0.15) (1.2)$ ;  $m = 1.2$  Para una vía

$$Mu = -1.31 \text{ Ton/m}$$

2. PARA DOS VIAS CARGADAS -  $Mu = (-7.26 (0.15) - 0.6 (0.366) 0.3) m$ ,  $m = 1.0$   
Para 2 vías.

Del cálculo se determina que la influencia de la carga peatonal no es crítica

## CÁLCULO DEL ACERO NEGATIVO PERPENDICULAR AL TRÁFICO



$$Z = rec + \frac{\emptyset}{2} = 5 + \frac{1.29}{2} = 5.64 \text{ cms}$$

$$d = 20.0 - 5.64 = 14.36$$

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{343956}{0.90(4,200)\left(14.36 - \frac{a}{2}\right)} = 6.60 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'c b} = \frac{6.60(4,200)}{0.85(280)(100)} = 1.16 \text{ cms}$$

$$S = \frac{1.27}{6.60} \quad s = 0.19 \text{ m} \quad \text{USAR } 1 \emptyset 1/2" @ 0.19 \text{ m}$$

## CHEQUEO DEL ACERO MÍNIMO

Se toma el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.33 M_u$

$$M_{cr} = 1.1 \text{ (fr S) donde } fr = 0.01 \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2 = 0.01 \sqrt{280} = 33.63 \text{ kg/cm}^2$$

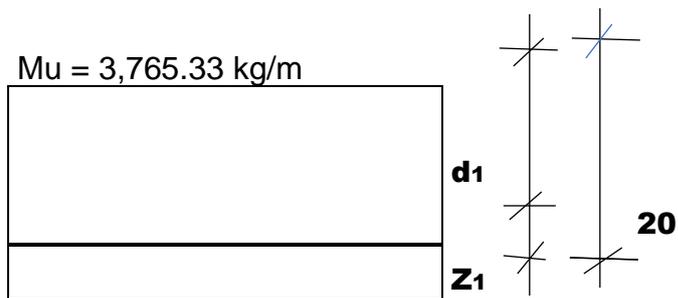
$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{100(20)^2}{6} = 6,666,667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr} = 1.1 (33.63 \text{ kg/cm}^2) (6,666.7 \text{ cm}^3) = 2.47 \text{ Ton /m}$$

$$M_u = 1.33 (2.7 \text{ ton/m}) = 3.59 \text{ Ton /m}$$

Tomamos el menor valor el mismo que resiste el momento último.

## CÁLCULO DEL ACERO POSITIVO PERPENDICULAR AL TRÁFICO



$$Z_1 = \text{rec} + \frac{\emptyset}{2} = 2.5 + \frac{1.29}{2} = 3.14 \text{ cms}$$

$$d_1 = 20.0 - 3.14 = 16.86 = 16.86 \text{ cms}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{376533}{0.90(4,200)\left(16.86 - \frac{a}{2}\right)} = 6.10 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{6.11(4,200)}{0.85(280)(100)} = 1.08 \text{ cms}$$

$$S = \frac{1.27}{6.10} = 0.21 \text{ m} \quad \text{USAR } 1 \emptyset 1/2" @ 0.21 \text{ m}$$

## CÁLCULO DEL ACERO DE DISTRIBUCIÓN

$$\% = \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67\% \quad S = 1.8 \text{ m}$$

$A_{sr} = 0.90 > 0.67$ , 90% es mayor que 67%, por lo tanto, tomo como  $A_{sr}$  el 67%

$A_{sr} = 67\%$  del  $A_s$  Principal

$$A_{sr} = 0.67 (6.10) = 4.09 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar } \emptyset 1/2"$$

$$A_{sr} = 4.09 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{1.29}{4.09} = 0.31 \text{ m} \quad \text{USAR } 1 \emptyset 1/2" @ 0.31 \text{ m}$$

## CÁLCULO DEL ACERO DE TEMPERATURA

$$A_{st} = \frac{0.18 \times b \times h}{2(b + h)}$$

b= 400 ancho losa rodadura h=20 altura losa

$$A_{st} = \frac{1440}{840} \quad A_{st} = 1.71 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ debe estar comprendido entre}$$

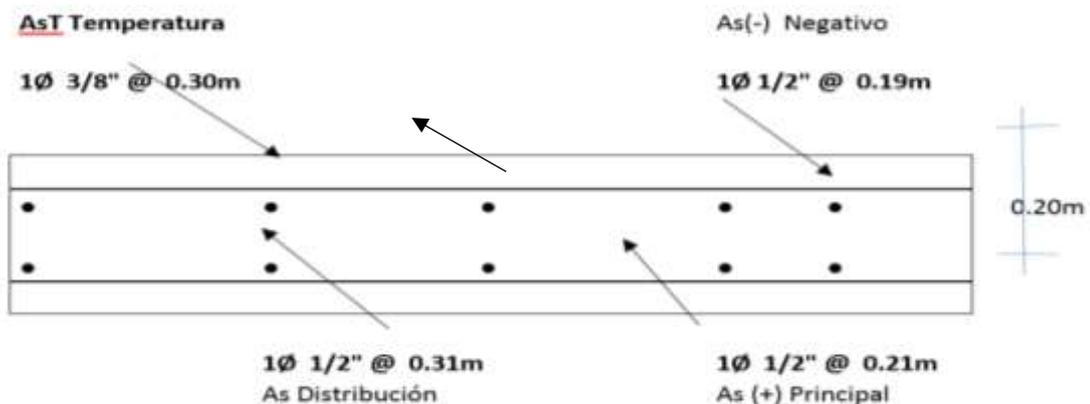
$2.33 \text{ cm}^2 / \text{m} \leq 1.71 \text{ cm}^2 / \text{m} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$  adopto el mínimo:  $A_{sr}=2.33 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Usar  $\emptyset 3/8"$ ;  $S = 0.71/2.33 = 0.30 \text{ m}$  USAR 1  $\emptyset 3/8"$ @ 0.30 m

Verificación Separación:  $S_{min} = 0.45 \text{ m}$  (ok)

$S_{max} = \text{espesor losa} = 3 \times 20 = 60 \text{ cm}$  (ok), por lo tanto, si cumple.

## ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DEL ACERO EN LOSA



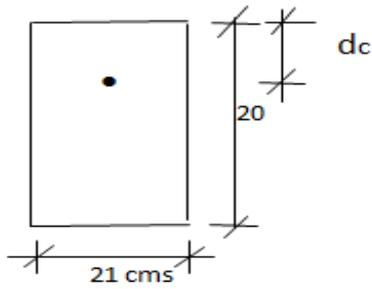
## CHEQUEO DE LA FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

### A) ACERO PRINCIPAL NEGATIVO

M Actuante por SERVICIO I  $n=1.00$   $M_S = n (1.0MDC + 1.0 MDW + 1.0 M_{MLL+IM})$

$M_s = 1.0 (-528.23) + 1.0 (20.16) + 1.0 (2,249) = - 1,740.93 \text{ kg/m}$

$M_s = - 1.74 \text{ Ton/m}$



Para un ancho tributario del acero de 0.21m

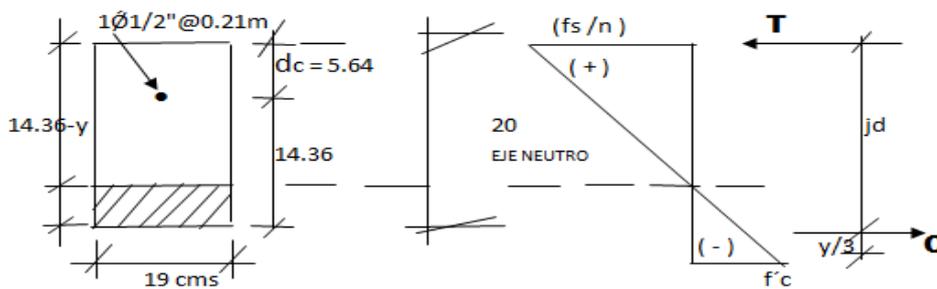
$$M_s = - (1.74 \text{ ton-m/m}) (0.19\text{m}) = M_s = - 0.33 \text{ Ton/m}$$

Ubicación del eje neutro

$$E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} = 15000\sqrt{280} = 256018 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.04(10)^6}{256018} = 8$$



$$d_c = \text{rec.} + \frac{\phi}{2} = 5 + \frac{1.27}{2} = 5.64 \text{ cms}$$

$$\text{Área Transformada} = n A_s = 8 (1.29\text{cm}^2) = 10.32 \text{ cm}^2$$

Momento respecto al eje neutro

$$19y (y/2) = 10.32 (14.36 - y) \rightarrow y = 3.37 \text{ cms}$$

ESFUERZO DEL ACERO BAJO CARGAS DE SERVICIO

$$j d = d - y/3 = 14.36 - \frac{3.37}{3} = 13.24 \text{ cms}$$

Esfuerzo del acero

$$M_s - 0.33 \text{ Ton/m}$$

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(j d) A_s} = 1932 \text{ kg/cm}^2$$

$$j d = 13.24 \text{ cms}$$

$$A_s = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$f_{ss} = 1,932 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ss} = 1,932 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.60 f_y = 2,520 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ok)}$$

## SEPARACIÓN MÁXIMA DE LA ARMADURA

$$S_{max} = \frac{125,000 y_e}{\beta * f_{ss}} - 2d_c \quad \beta_s = \frac{d_c}{0.7(h-d_c)} \quad d_c = 3.14 \text{ cms; } \beta_s = 1.27$$

$h = 20 \text{ cms.}$

$$S_{max} = \frac{125,000 (0.75)}{1.27 * 1980} - 2(3.14) = 31.00 \text{ cms}$$

Si no cumple usar acero de menor

diámetro

$$y_e = 0.75 \text{ (Servicio para condiciones severas)}$$

$$S_{max} = \quad \beta_s = 1.56$$

$$F_{ss} = 1,932 \text{ kg/cm}^2$$

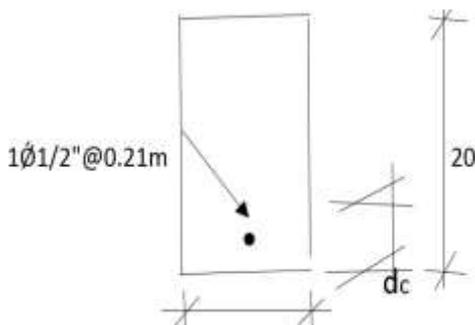
$$S_{max} = 27.98 > 19 \text{ cms (OK CUMPLE)}$$

## B) ACERO PRINCIPAL POSITIVO

M Actuante por SERVICIO I  $n = 1.00$   
MLL+IM)

$$M_S = n (1.0 \text{ MDC} + 1.0 \text{ MDW} + 1.0 \text{ M}$$

$$M_S = 1.0 (-490.43) + 1.0 (28.98) + 1.0 (2,379) = + 1,917.55 \text{ kg/m} \quad M_S = + 1.92 \text{ Ton/m}$$



Para un ancho tributario del acero de 0.21m

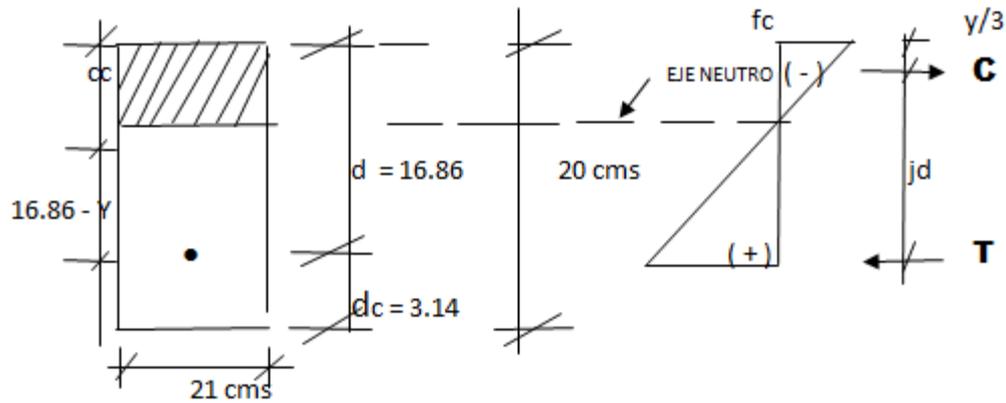
$$M_s = - (1.92 \text{ ton-m/m}) (0.21 \text{ m}) \quad M_s = + 0.40 \text{ Ton/m}$$

Ubicación del eje neutro

$$E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15000 \quad \sqrt{f'_c} = 15000 \quad \sqrt{280} = 256018 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.04(10)^6}{256018} = 8$$



$$d_c = \text{rec.} + \frac{\phi}{2} = 5 + 1.27/2 = 5.64 \text{ cms}$$

$$\text{Área Transformada} = n A_s = 8 (1.29 \text{ cm}^2) = 10.32 \text{ cm}^2$$

Momento respecto al eje neutro

$$21 y (y/2) = 10.32 (16.86 - y) \rightarrow y = 3.61 \text{ cms}$$

ESFUERZO DEL ACERO BAJO CARGAS DE SERVICIO

$$j d = d - y/3 = 16.86 - 3.61/3 = 16.86 - 1.20 \quad j d = 15.66 \text{ cms}$$

jd está comprendido entre las cargas de tracción y compresión Esfuerzo del acero

$$M_s + 0.40 \text{ Ton/m}$$

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(j d) A_s} = 1,980 \text{ kg/cm}^2 \quad j d = 15.66 \text{ cms}$$

$$A_s = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$f_{ss} = 1,980 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ss} = 1,980 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.60 f_y = 2,520 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ok) CUMPLE}$$

SEPARACIÓN MÁXIMA DE LA ARMADURA

$$S_{\max} = \frac{125,000 y_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c \quad \beta_s = \frac{d_c}{0.7(h-d_c)} \quad d_c = 3.14 \text{ cms}; \beta_s = 1.27; h = 20 \text{ cms}$$

$$S_{\max} = \frac{125,000 (0.75)}{1.27 * 1980} - 2(3.14) = 31.00 \text{ cms}$$

Si no cumple usar acero de menor diámetro

$$y_e = 0.75 \text{ (Servicio para condiciones severas)}$$

$$S_{\max} = \beta_s = 1.27$$

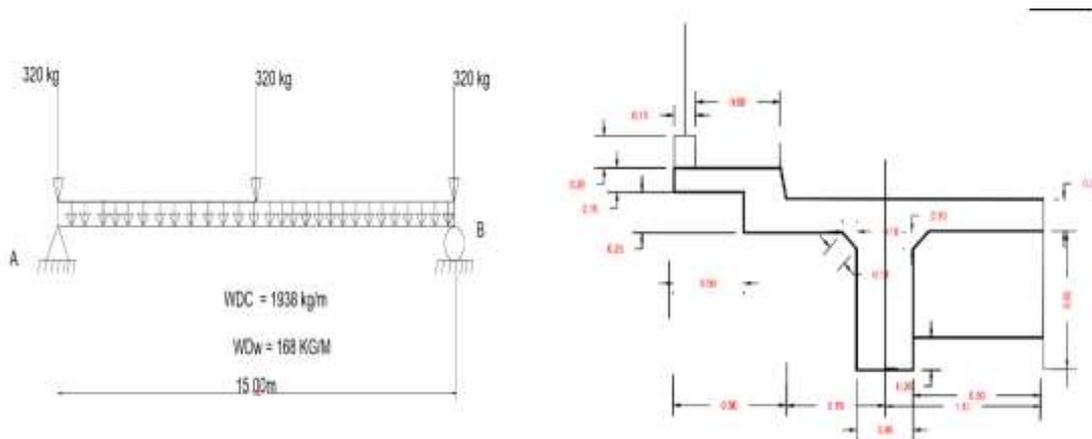
$$F_{ss} = 1,980 \text{ kg/cm}^2$$

S max = 31 > 21 cms (OK CUMPLE)

## DISEÑO DE VIGA PRINCIPAL EXTERIOR

### A) MOMENTOS DE FLEXION POR CARGAS

#### CARGA MUERTA ( $W_{DC}$ )



#### CARGAS DISTRIBUIDAS ( $W_{DC}$ )

En vereda:

$$\text{Peso propio} = 1.000 \times 0.15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}$$

$$\text{Acabado + dado } 0.05 \times 0.25 = 1.00 \times 120 = 120 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso dado baranda: } 0.20 \text{m} \times 1.0 \text{m} \times 2400 \text{kg/m}^3 = 72 \text{ kg}$$

$$\text{Peso baranda} = 15 \text{ kg}$$

$$87 \text{ kg} / 15 = 5.8 \text{ kg/m}$$

En Losa:

$$\text{Peso propio} = 0.20 \times 2.30 \times 2,400 = 1,104 \text{ kg/m}$$

$$\text{Cartelas} = 2 (0.1 \times 0.1) / 2 \times 2,400 = 24 \text{ kg/m}$$

En viga:

$$\text{Peso propio} = 0.85 \times 0.40 \times 2,400 = 816 \text{ kg/m}$$

$$W_{DC} = 2,430 \text{ kg/m}$$

$$M_{DC} = \frac{W_{DC} L^2}{8} = \frac{2.4 (15)^2}{8} = 67.5 \text{ Ton/m}$$

## CARGAS PUNTUALES

Considerando diafragmas en apoyos y en el centro del tramo.

$$P_{\text{diaf}} = (0.65) (0.90) (0.25) (2400) = 351 \text{ kg}$$

$$M_{DC1} = \frac{P_{\text{diaf}} L}{4} = \frac{0.35 \text{ ton} (15\text{m})}{4} = 1.31 \text{ ton/m}$$

$$\text{Luego } M = M_{DC} + M_{DC1} = 67.5 + 1.31 = 68.81 \text{ Ton/m}$$

$$MDC = 68.81 \text{ Ton/m}$$

## CARGA POR SUPERFICIE DE RODADURA (DW)

$$w_{\text{asf}} = 0.05 \times 2.0 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{DW} L^2}{8} = \frac{0.24(15)^2}{8} = 6.75 \text{ ton/m}$$

$$MDW = 6.75 \text{ ton/m}$$

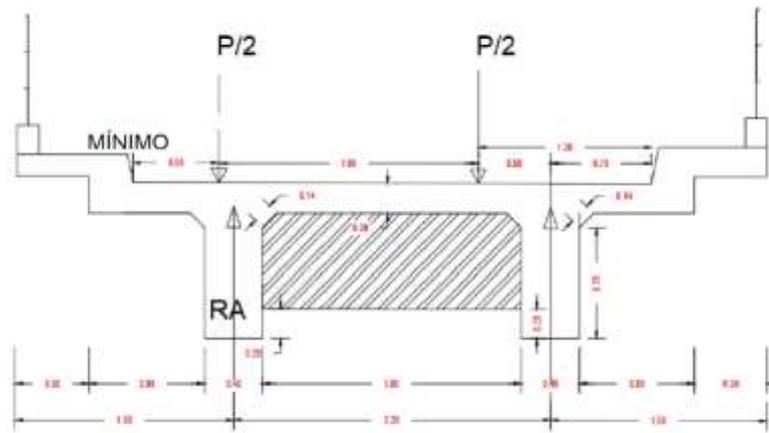
## CARGA VIVA (LL)

De la Tabla APÉNDICE II-B, para el camión HL-93, considerando la carga dinámica en estado de resistencia se tiene:

$$M = LL + I_m = 139.40 \text{ Ton/m}$$

El porcentaje  $g$  que se distribuye a una viga exterior es:

- a) TABLA 4.6.2.2d-I: Ley de Momentos (Regla de palanca), para el caso de un carril de diseño cargado.



$$2.20 \text{ RA} - P/2 (2.30) - P/2 (0.50) \quad R_A = 0.636 P$$

Para los estados límites de resistencia y Servicio, incluimos el factor de presencia múltiple  $m=1.2$

$$g = 0.636 (1.2) = 0.763 \quad g=0.763$$

b) TABLA 4.6.2.2d Caso de puentes viga y losa con diafragmas rígidamente conectados (ver apéndice III-C).

$$R_A = \frac{1 + 1.10(2.20)}{2((1.10) + (1.10)^2)} \quad R_A = 0.75$$

Aplicando el factor de presencia múltiple  $m = 1.2$

$$g = R = 1.2 (0.75) \quad g = 0.90$$

de a) y b) seleccionamos para el estado límite de resistencia, el factor de distribución de momento  $g = 0.90$ .

$$M = LL+IM = 0.90 (139.46) = 125.46 \text{ ton/m}$$

B) MOMENTO DE DISEÑO, ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

Con  $n = 1$

$$M = n (1.25 \text{ MDC} + 1.50 \text{ MDW} + 1.75 \text{ MLL}+IM)$$

$$M = 1 (1.25 \times 68.81 + 1.50 \times 6.75 + 1.75 \times 125.46)$$

$$M = 315.70 \text{ tn/m}$$

## CÁLCULO DEL ACERO PRINCIPAL

### DISEÑO DE LA VIGA POR FLEXIÓN

Tomar el ancho efectivo  $b$  como el ancho tributario de la viga 4.6.2.6

Para vigas exteriores el ancho del ala efectivo se puede tomar como el semi ancho efectivo de la viga interior adyacente, más el menor valor entre:

- 1)  $1/8$  de la longitud de tramo efectiva
- 2) 6.0 veces el espesor de la losa, más el semi espesor del alma ó un cuarto del ancho del ala superior de la viga de base, cualquiera sea el valor que resulte mayor ó El ancho del vuelo.

Determinaremos si la viga trabaja como Tee ó como viga rectangular  
Tomando como ancho efectivo el ancho tributario de la viga Tee.

B) efecto =  $b = 2.20$  m.,

Suponiendo que  $c = t = 0.20$  m.

$$a = 0.85c = 0.85 \cdot (20) = 0.17 \text{ m}$$

$$d = 0.85 \cdot (h) = 89 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.9f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)} = \frac{386.86 \times 10^5}{0.9 \times 4200 \left( 89 - \frac{17}{2} \right)} = 127.14 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{127.14}{220 \times 89} = 0.0065$$

$$c = 1.18 \frac{\rho f_y d}{0.85 f'_c} = \frac{1.18 \times 0.0065 \times 4200 \times 89}{0.85 \times 280} = 12.03 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$$

Se diseña como viga rectangular

Asumo  $a = 10.25$  cm

$$A_s = \frac{386.86 \times 10^5}{0.9 \times 4200 \left( 89 - \frac{10.25}{2} \right)} = 122.02 \text{ ms}^2$$

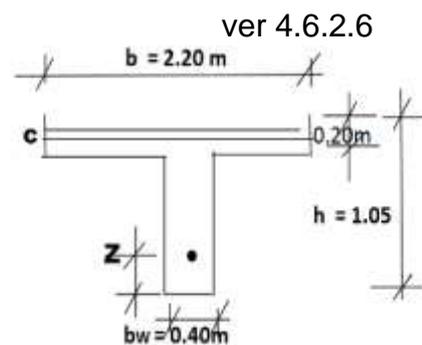
(Con  $24\text{Ø } 1''$ ,  $A_s = 122.40 \text{ cm}^2$ )

$$a = \frac{A_s \times 4200}{0.85 \times 280 \times 220} = 10.25 \text{ cms}$$

Ahora como:  $c = a/\beta_1 = 10.25/0.85 = 12.06 \text{ cms}$

$$\emptyset = 0.65 + 0.15 \cdot (d/c - 1) \leq 0.9$$

5.5.4.2.1-2



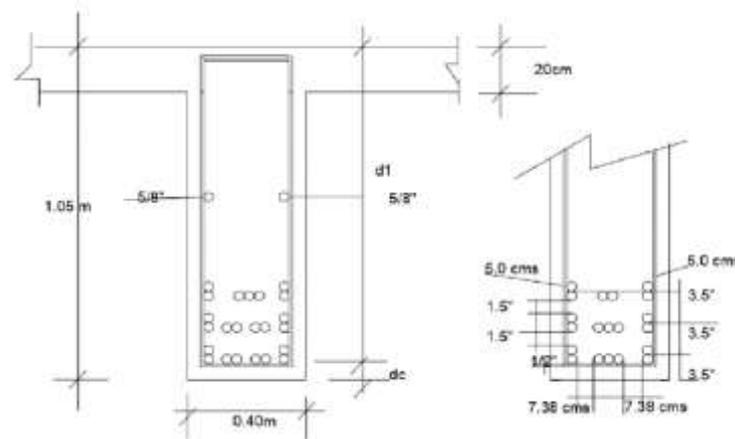
$d$  = distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el eje neutro (cm)

$d_t$  = distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del acero en tensión extremo (cm). 12.06cm

$$\phi = 0.65 + 0.15 * ((89 \text{ cm} / 12.06 \text{ cm}) - 1) = 1.61 > 0.9$$

Entonces  $\phi = 0.90$  conforme a lo supuesto, por lo tanto:

utilizamos:  $A_s = 24 \text{ } \phi 1''$ , con la distribución que se muestra a continuación con estribos de  $\phi 1/2''$  y recubrimiento  $r = 5.0 \text{ cms. (2'')}$  según Tabla 5.12.3-1.



Cálculo de "Z":

Tomando momentos en la base de la viga, teniendo  $A_s = 5.10 \text{ cm}^2$

$$Z * A_s = 6\phi A^*(3.5'') + 6\phi A^*(7'') + 6\phi A^*(10.5'') + 2\phi A^*(3'') + 2\phi A^*(6.5'') + 2\phi A^*(10'')$$

$$Z = 6.875'' = 17.46 \text{ cm}$$

$$d = 105 - 17.46 = 87.54 \leq 89 \text{ supuesto}$$

$$d = 87.54 \text{ cm}$$

As máximo:

5.7.3.3.1

La cantidad de acero máximo determinado, en la actualidad lo dispuesto por AASHTO LRFD.

As mínimo:

La cantidad de acero determinado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.3 M_u$ :

$$\sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\text{a) } M_{cr} = 1.1 f S \text{ donde: } F = 2.01 \quad = 33.63 \text{ kg/cm}$$

$$S = bh^2/6 = 220(105)^2/6 = 404,250 \text{ cm}^2$$

$$M_{cr} = 1.1 (33.63 \text{ kg/cm}^2) * (404,250 \text{ cm}^2) = 149.54 \text{ Ton/m}$$

$$\text{b) } 1.33 M_u = 1.33 (386.86 \text{ Ton/m}) = 514.52 \text{ Ton/m}$$

El menor valor es 149.54 Ton/m y la cantidad de acero calculado 122.00 cm<sup>2</sup> resiste. Es decir 386.86 Ton-m > 149.54 Ton-m (ok)

USAR 24 Ø 1" EN C/VIGA

#### 4) CÁLCULO DEL ACERO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA

Se colocará acero de temperatura en las caras laterales de la viga Tee

$$A_{stem} = \frac{0.18bh}{2(b+h)} \text{ cm}^2 / \text{m} \quad 5.10.8.2 -1$$

$$A_{stem} = \frac{0.18(40 \times 105)}{2(40+105)} = 2.61 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{En cada cara})$$

$$\text{Además: } 2.33 \text{ cm}^2 / \text{m} \leq A_{stem} \leq 12.70 \text{ cm}^2 / \text{m} \quad 5.10.8.2-2$$

Se usará  $A_{stem} = 2.61 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Para el espacio de 1.05m -0.20m -0.20m = 0.65 m tenemos.

$$A_{stem} = 2.61 \text{ cm}^2 / \text{m} \times 0.65 \text{ m} = 1.70 \text{ cm}^2$$

Utilizaremos en cada cara de la viga: 1Ø 5/8" (1.98cm<sup>2</sup>), que cumple.

USAR 1Ø 5/8" EN C/CARA

#### SEPARACIÓN MÁXIMA

$$S_{max} = 3t = 3 (40) = 120 \text{ cm} \text{ y } S_{max} = 45 \text{ cm} \quad 5.10.8$$

### 5) CHEQUEO FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA (5.7.3.4)

Momento Actuante:

Usando la sección agrietada, para el diseño de Estado Límite de Servicio I con  $n=1$

$$M_s = n \cdot (1.0 \text{MDC} + 1.0 \text{MDW} + 1.0 \text{MLL} + \text{IM}) \text{ Tabla 3.4.1-1}$$

$$M_s = 1.0 \cdot (1.0 \cdot 68.55) + 1.0 \cdot (5.62) + 1.0 \cdot (167.28) = 241.45 \text{ Ton-m/m}$$

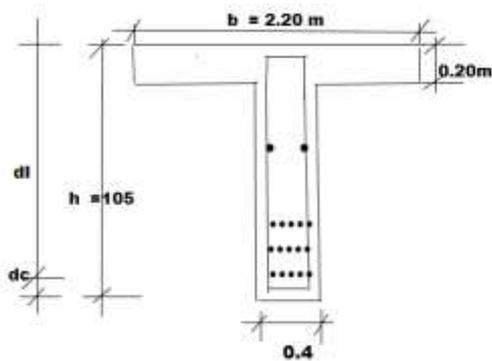
$$M_s = 241.45 \text{ Ton-m/m}$$

UBICACIÓN DEL EJE NEUTRO

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad n = \frac{2.04 \times 10^6}{256,018} = 8$$

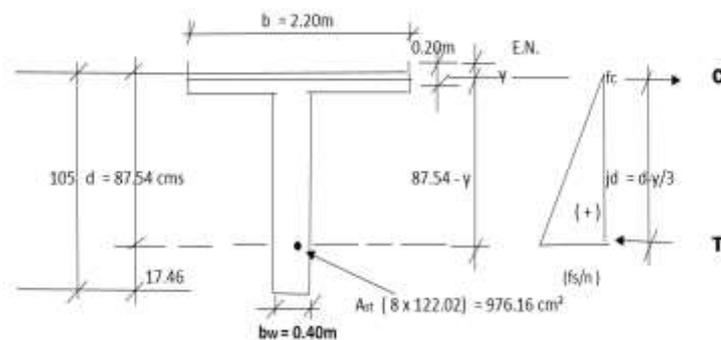
$$d_c = \text{Rec} + \varnothing \text{ estr} + \varnothing/2 = 5 \text{ cms} + 1.27 \text{ cm} + 2.54 \text{ cm}/2 = 7.54 \text{ cm}$$

$$d_l = 105 \text{ cm} - 7.54 \text{ cm} = 97.46 \text{ cm} < 90, \text{ no requiere } A_{st} \text{ (5.7.3.4)}$$



Área de acero transformada.

$$A_{sr} = \text{relación modular} \times \text{área de acero} = 8 (122.40 \text{ cm}^2) = 979.20 \text{ cm}^2$$



Momentos respecto al eje neutro para hallar "y"

$$220y (y/2) = 976.16 (87.54 - y)$$

$$y = 23.78 \text{ cm}$$

El brazo entre las cargas será:  $jd = d - y/3 = 87.54 - 23.78/3 = 79.61 \text{ cm}$

El esfuerzo del acero será:

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(jd)A_s} = \frac{4241.45 \cdot 15^5}{79.61 \cdot 122.02} = 2,485.58 \text{ kg/cm}^2$$

$$2485.58 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.6f_y = 2,520 \text{ kg/cm}^2$$

## 6) SEPARACIÓN MÁXIMA DE LA ARMADURA

$$S_{\max} = \frac{125,000 y_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c$$

$$d_c = 3.14 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1 + \frac{7.54 \text{ cm}}{0.7(105 - 7.54)} = 1.11$$

$y_e = 1.00$  por se acero inferior uso clave I con  $y_e = 1.00$

$$F_{ss} = 2,485.58 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{\max} = \frac{125,000(1.00)}{1.11 \cdot 2485.58} - 2(7.54) = 30.00 \text{ cm}$$

$S_{\max} = 30 \text{ cms} > 5 \text{ cms}$  (OK CUMPLE)

## DISEÑO DE LA VIGA POR CORTE

5.8.3.2 establece: cuando la reacción en dirección del cortante aplicado introduce compresión en la región extrema, la sección crítica por corte se localiza a una distancia  $d$ , desde la cara interna del apoyo.

### 1. Determinación del peralte efectivo por corte (5.2.8.9)

$d_v$  = peralte efectivo de corte

$$d_v = d_c - a/2 \rightarrow d_v = 89.25 - \frac{10.25}{2} = 84.13 \text{ cm}$$

debe ser un valor no menor que el valor mayor de:  $0.90d = 0.90(89.25) = 80.33 \text{ cm}$

$$0.72h = 0.72(105) = 75.6 \text{ cm}$$

Asumo el peralte efectivo igual a: 84.13 cm

La sección crítica por corte se ubica desde el eje del apoyo a:  
 $0.125 + 84.13 = 84.25 \text{ cm}$

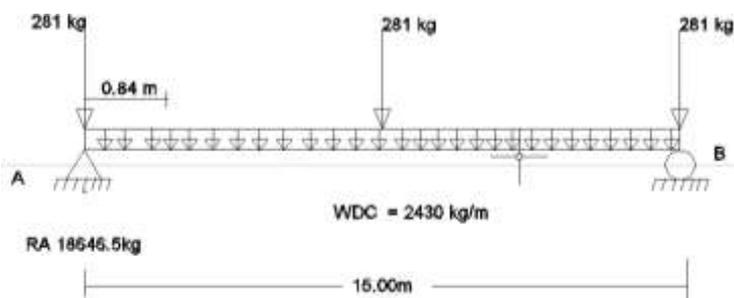
Sección crítica a 84 cms

### 2. determinación de cortantes

Cortante por carga muerta ( $V_{DC}$ )

$$V_{DC} = (18,646.50 - 281 - 0.84(2,430 \text{ kg/m}))$$

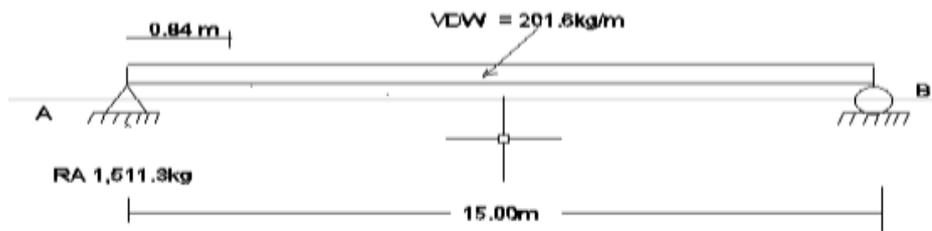
$$V_{DC} = 16,324.30 \text{ kg}$$



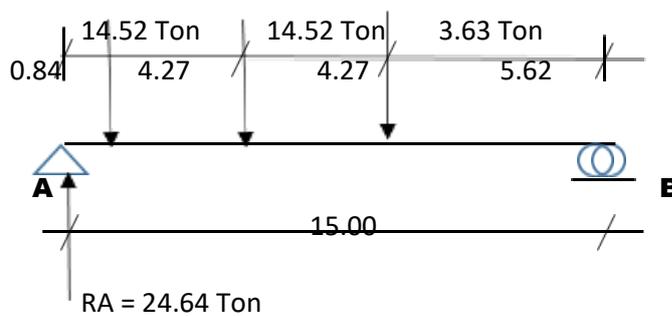
Cortante por superficie de rodadura ( $V_{DW}$ )

$$V_{DW} = 1,511.30 \text{ kg} \cdot 0.84 \text{ m} (201.6 \text{ kg})$$

$$V_{DC} = 1,341.96 \text{ kg}$$



Cortante por carga viva

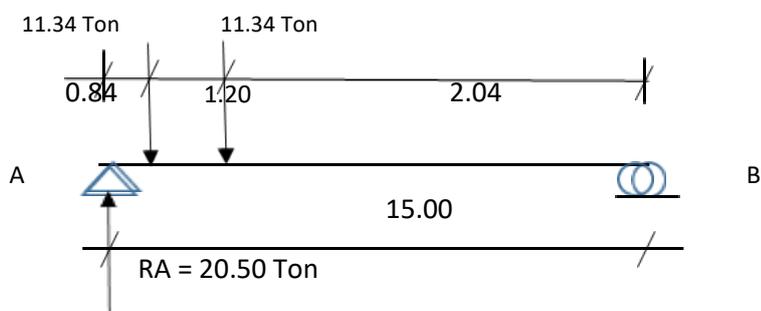


1. Camión de diseño HL-93

$$V_{s/c} = 24.64 \text{ ton}$$

2. Tándem

$$V_T = 20.20 \text{ ton}$$



## CARGA DE CARRIL

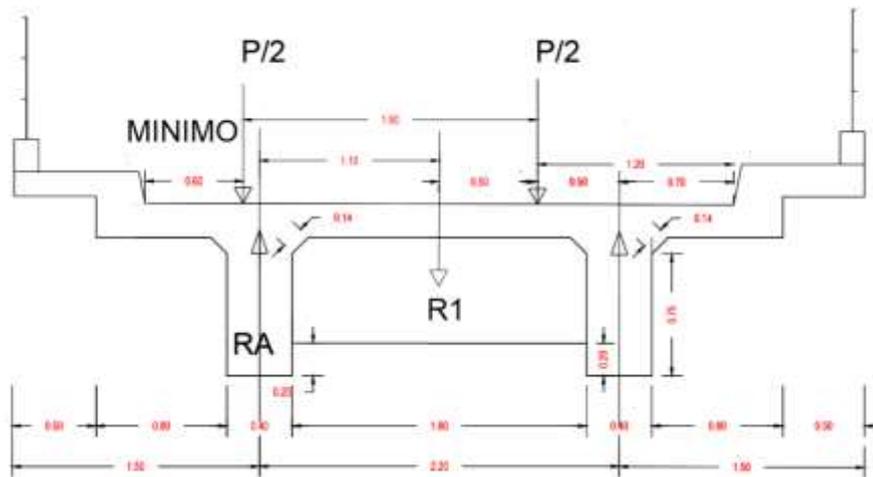
$$VC = 6.36 \text{ Ton}$$

El cortante por carga viva mas impacto es:

$$V_{LL+IM} = 24.64(1.33) + 6.36 = 39.13 \text{ Ton}$$

El porcentaje de cortante que se distribuye a una viga exterior es:

a) Tabla 4.6.2.2.3b-1 ley de momentos, para el caso de un carril cargado



$$2.20 \text{ RA-P/2 (2.30) - P/2 (0.5)}$$

$$RA = 0.636P$$

Para los estados limites de resistencia y servicio, incluimos el factor de presencia múltiple  $m = 1.2$

$$g = 0.636 (1.2) = 0.763$$

$$g = 0.763$$

b) Tabla 4.6.2.2d caso de puentes viga y losa con diafragmas rígidamente conectados

$$R = \frac{NL + X_{exc}\Sigma e}{Nb \Sigma X^2} \text{ donde:}$$

$$R_A = \frac{1}{2} + \frac{(1.1m)(2.2m)}{2((1.1)^2 + (1.1)^2)}$$

$$R_A = 1.00$$

Aplicando el factor de presencia múltiple  $m = 1.2$

$$G = R(m) = 1.00 (1.2)$$

$$G = 1.20$$

- c) de a) y b) seleccionamos para el estado límite de resistencia, el factor de distribución de cortante  $g = 1.20$

$$LL + IM = 1.2(39.13) = 46.956 \text{ Ton}$$

- 3 cortante de diseño, estado de límite de resistencia I  
con  $n = 1$

$$V_U = n(1.25V_{DC} + 1.50V_{DW} + 1.75V_{LL} + IM)$$

$$V_U = 1.0(1.25 * 16,324.3 + 1.5 * 1,341.96 + 1.75 * 46956)$$

$$V_U = 104,591.32 \text{ kg}$$

- 4 cálculo del acero por portante

diseño de estribos en la sección crítica

$$\text{cortante actuante} \quad v_u = 104591.32 \text{ kg}$$

$$\text{cortante resistente} \quad v_r = \phi v_n$$

$$\phi = 0.90$$

siendo  $V_n$  el menor valor de

$$v_n = V_c + V_s + V_p$$

$$V_n = 0.25f'_c b_v d_v + v_p$$

Dónde

El cortante nominal del concreto es:

$$V_c = 0.52 \sqrt{f'_c} b_v d_v$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{280} (40 * 84.13)$$

$$V_c = 29,844.60 \text{ kg}$$

El cortante nominal resistente del acero

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v}{s}$$

Utilizando estribos de  $\emptyset \frac{1}{2}$ " espaciados cada 15 cm

$$V_s = \frac{2(1.29) \times 4,200 \times 84.13}{10} = 91,163.27 \text{ kg}$$

Dónde:

$$S = 10.00 \text{ cm (espaciamiento asumido de estribos)}$$

$$A_v = 2 \times 1.29 \text{ cm}^2 = 2.58 \text{ cm}^2 \text{ (asumiendo 2 ramales } \emptyset \frac{1}{2}\text{")}$$

COMPONENTE NORMAL DE LA FUERZA PRETENSADO  $V_F = 0$

$$\text{El menor valor de } V_n = 29,844.6 + 104,591.32 + 0 = 134,435.92 \text{ kg}$$

$$V_n = 0.25 \times 280 \times 40 \times 84.13 + 0 = 235,564 \text{ kg}$$

$$\text{Es: } 134,435.92 \text{ kg}$$

CORTANTE RESISTENTE TOTAL

$$V_r = \emptyset V_C = 0.9(29,844.60) + 0.9(91,163.27)$$

$$V_r = 26,860.14 + 82,046.94 = 108,907.08 \text{ kg} > 104,591.32 \text{ (ok)}$$

ESFUERZO TRANSVERSAL MÍNIMO

$$A_v \geq 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v}{f_y}$$

$$A_v \geq 0.27 \sqrt{280} \frac{40(10)}{4200} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 0.43 \text{ cm}^2 > 2.58 \text{ cm}^2 \text{ (ok)}$$

ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO TRANSVERSAL

$$V_u = \frac{V_u - \emptyset V_p}{\emptyset b_v d_v}$$

$$V_u = \frac{V_u}{\emptyset b_v d_v} = \frac{104,591.32}{0.9(40)(84.13)} = 34.53 \text{ kgs/cm}^2$$

también se debe tener en cuenta: si  $V_u \leq 0.125f'_c$ ,  $S_{max} = 0.8d_v \leq 60\text{cm}$

$$V_u \geq 0.125f'_c, S_{max} = 0.4d_v \leq 30\text{cm}$$

$$\text{Como } V_u = 34.53 \text{ kg/cm}^2 < 0.125 \left( \frac{280\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{max} = 0.8d = 0.8(84.13) = 67.3 \text{ cm} > 60\text{cm}$$

Entonces  $S = 10.00 \text{ cm} < S_{max} 67.30 \text{ cm}$  (ok)

Entonces en una distancia de 0.84m del eje del apoyo (sección crítica por cortante) debemos usar estribos de 1/2" cada 10 cms en ambos extremos de la viga.

- usar estribos  $\emptyset 1/2'' @ 0.10\text{m}$
- resto usar  $\emptyset 1/2'' @ 0.20\text{m}$

Acero en la parte superior de la viga

Usamos  $A_s$  min.

$$A_{smin} = \frac{14}{f_y} * b_w * d = \frac{14}{4200} * 40 * 87.54 = 11.67\text{cm}^2 \cong 12\text{cm}^2$$

Usamos varillas  $\Phi 5/8'' = A_s = 1.98 \text{ cm}^2$

$$\# \text{ var} = \frac{A_{s \text{ min}}}{A_s} = \frac{12}{1.98} = 6.06 \cong 6$$

Usamos 6 varillas de 5/8"

## DISEÑO DE LOSA DE VOLADIZO

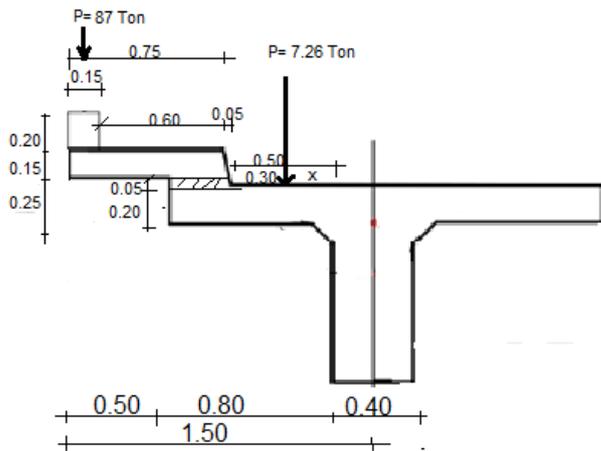
1.-Criterios LRFD aplicables (tabla 3.4.1-1)

Resistencia I.-  $U = n(1.75DC + 1.50Dw + 1.75LL+IM)$

Evento Extremo II .-  $U = n(1.0DC + 1.0Dw + 1.0LL+IM)$

2.- calcular el momento de flexion por carga(Dc)

Franja de 1.0m de ancho



Cálculo por momento flector en la cara de la viga

Carga muerta (Dc)

$$W_{losa} = 0.20m \times 0.80m \times 2400kg/cm^3 = 384 kg/m^2$$

$$M_{DC} = 384(0.4) = 154kg/m$$

$$P_{dado1} = (0.15m \times 0.20m) \times 2400 kg/cm^3 = 72kg/m$$

$$M_{DC1} = 72kg \times 1.225m = 88kg/m$$

$$P_{dado2} = 0.05m \times 0.25m \times 2400 kg/cm^3 = 30kg/m$$

$$M_{DC2} = 30kg \times 0.65m = 20kg/m$$

$$W_{vereda} = 0.15m \times 0.775m \times 2400 kg/cm^3 = 279kg/m$$

$$M_{DC3} = 279kg \times (1.30 - 0.40) = 251kg/cm$$

$$M_{DC} = (1.54 + 88 + 20 + 251) = 513kg/m$$

**$M_{DC} = 513 kg/m$**

Carga por superficie de rodadura (DW)

$$W_{DF} = 0.05m \times 0.5m \times \frac{2240kg}{m^2} = 56kg/m$$

$$M_{DW} = \frac{56(0.50)^2}{2} = 7kg/m \rightarrow M_{DW} = 7kg-m$$

Carga viva (LL)

$$\text{El ancho de franja: } E = 1.14 + 0.833X$$

Donde: X= distancia entre la carga  $\rightarrow E_c =$  punto de apoyo(m)

$$X = 0.20m$$

$$\text{Luego: } 1.14 + 0.833(0.20) = E = 1.31\text{m}$$

$$M_{LL+IM} = \left(\frac{7.26 \times 0.20}{1.31}\right) = 1.11 \text{ tn/m} \rightarrow M_{LL+IM} = 1110 \text{ kg-m}$$

$$M_{LL+IM} = 1.11 \times 1.2 \times 1.33 \rightarrow M_{LL+IM} = 1.772 \text{ tn/m}$$

Cálculo del acero

Para el estado límite de resistencia 1, con  $n = 1$

$$M_u = n [1.25M_{DC} + 1.5M_{DW} + 1.75 M_{LL+IM}]$$

$$M_u = 1.0 [1.25(513) + 1.5(7) + 1.75(1772)] = 3752.75 \text{ kg-m}$$

$$M_u = 3.75 \text{ tn/m}$$

Consideramos usar 2  $\emptyset \frac{1}{2}$ " @ 0.20m

$$A_s (-) = 2.58 \text{ cm}^2 / 0.20 = 12.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Recubrimiento } 5.0 \text{ cm; } E = 5.0 + \frac{0.953}{2} = 5.48 \text{ cm}$$

$$d = 20 - 5.48 = 14.52 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{3.75 \times 10^5}{0.9(4200) \left(14.52 - \frac{1.26}{2}\right)} = 7.14 \text{ Cm}^2$$

$$a = \frac{A_s 4200}{0.55(250)(100)} = 1.26 \text{ OK ; } c = a/B_1 = 1.26/0.85 = 1.48 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 0.65 + 0.15 \left(\frac{1452}{1.48} - 1\right) < 0.9$$

$$\emptyset = 1.97 > 0.9 \text{ (ok)}$$

usar  $\emptyset \frac{1}{2}$ " la separación será:

$$S = \frac{1.27}{7.14} = 0.18 \text{ m}$$

**usar  $\emptyset \frac{1}{2}$ " @ 0.18m**

## DISEÑO DE VEREDA

Momento último = 0.129 ton/m

Asumir varilla de 3/8" y recubrimiento de 3cm el peralte efectivo

$$d = h_{\text{volado}} = r - \Phi/2 \quad d = 15 - 3 - 0.98/2 = 11.51 \text{ cm}$$

### MOMENTO ÚLTIMO

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c} = \frac{4200}{0.85 * 280} = 18.75$$

$$A_{s\text{max}} = \frac{M_u}{b_e * d^2} = \frac{0.129 * 10^5}{100 * 11.51^2} = 0.97$$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * A_{s\text{max}}}{0.9 * f_y}} \right) = \frac{1}{18.75} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 18.75 * 0.97}{0.9 * 4200}} \right) \\ = 0.0003$$

$$\rho = 0.0003 < \rho_{\text{min}} = 0.0018$$

$$\text{Entonces } A_s = \rho * b * d = 0.0018 * 100 * 11.51 \text{ cm} = 2.07 \text{ cm}^2$$

$$\Phi 3/8'' = A = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = \frac{2.07}{0.71} = 2.92 \cong 3$$

Usamos  $\Phi 3/8''$  @ 0.30m acero principal

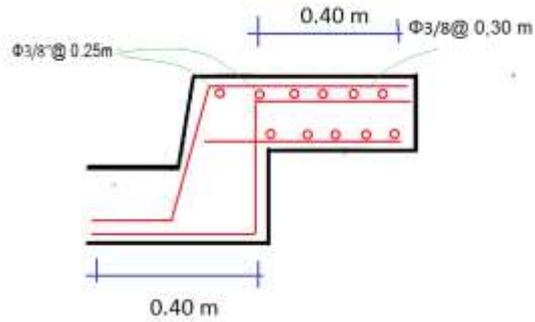
### ACERO TRANSVERSAL Y TEMPERATURA

$$A_s = \rho * b * d = 0.0018 * 100 * (0.15 * 100) = 2.70 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usa } \Phi 3/8'' = A = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = \frac{2.70}{0.71} = 3.80 \cong 4.00$$

Usamos  $\Phi 3/8''$  @ 0.25m para acero transversal y temperatura

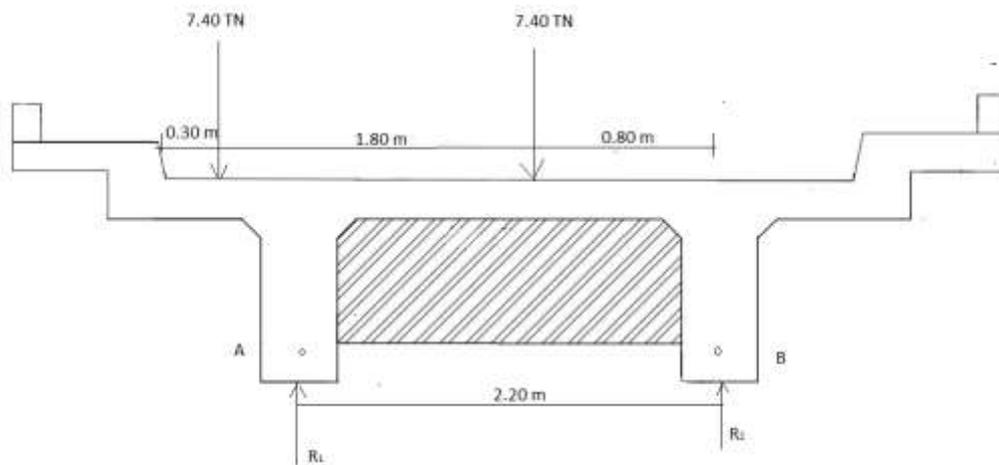


Considerando que el 50% del área del refuerzo positivo como negativo en el tramo interior de la losa se cortara la distancia.

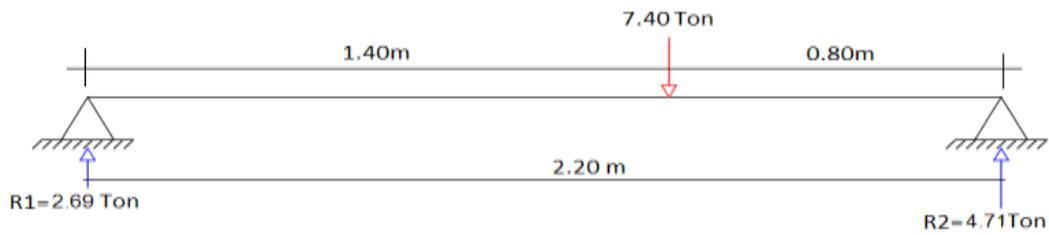
$$c = \frac{s}{4} = \frac{1.80}{4} = 0.40\text{m}$$

### DISEÑO DE VIGAS DIAFRAGMA

A) por flexión



Se considera las fuerzas actuantes sobre las vigas diafragma



$$\sum M_B = 0$$

$$R_1 \times 2.2 - 7.4 \times 0.8 = 0$$

$$R_1 = 2.69 \text{ Tn}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_2 \times 2.2 - 7.4(1.4) = 0$$

$$R_2 = 4.71 \text{ Tn}$$

$$M_{II\text{Max}} = R_1 \times 1.4$$

$$= 3.8 \text{ Tn /m}$$

Ahora momento por impacto

$$M_i = 0.33 \times 3.8$$

$$M_i = 1.25 \text{ Tn /m}$$

$$P_{p \text{ Diaf}} = (0.65) (0.9) (0.25) (2400) = 351 \text{ kg}$$

$$= 0.35 \text{ tn}$$

$$M_{DC} = \frac{P_{p \text{ Diaf}} \times l_{\text{diaf}}}{8}$$

$$M_{DC} = \frac{0.35 \times 2.2}{8}$$

$$M_{DC} = 0.19 \text{ tn /m}$$

$$M_U = n * [1.25 * M_{DC} + 1.75 * (M_{LL} + V_I)] =$$

$$M_U = 1 [1.25 * 0.19 + 1.75 (3.8 + 1.25)]$$

$$M_U = 9 \text{ tn /m}$$

B) calculando el área de acero por flexión

$$A_{smax} = \frac{M_U}{b \cdot d^2} = \frac{9 \times 10^5}{25 \cdot 79^2} = 5.77 = 6 \text{ cm}$$

$$d = h - 6 = 85 - 6 = 79 \text{ cm}$$

usar  $\rho = 0.0018$

$$A_s^+ = \rho \cdot b \cdot d = 3.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{0.8 \cdot \sqrt{f_{t_c}}}{f_y} \cdot b \cdot d = 6.29 \text{ cm}^2$$

$$A_s^+ = 3.56 < A_{smin} = 6.29 \text{ cm}^2$$

Usar  $A_s^+ = 6.29 \text{ cm}^2$        $\Phi 5/8 \rightarrow A_s = 1.98 \text{ cm}^2$

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_s^+}{A_s} = \frac{6.29}{1.98} = 3.2 \cong 3 \text{ varillas}$$

Usar 3  $\Phi 5/8$

Colocaremos 1  $\Phi 3/8$  en cada cara de la viga como acero lateral, para control de fisura y pandeo.

C) calculando el área de acero por corte

Reacciones por sobrecargas

$$R1 = 2.69 \text{ tn}$$

$$R2 = 4.71 \text{ tn}$$

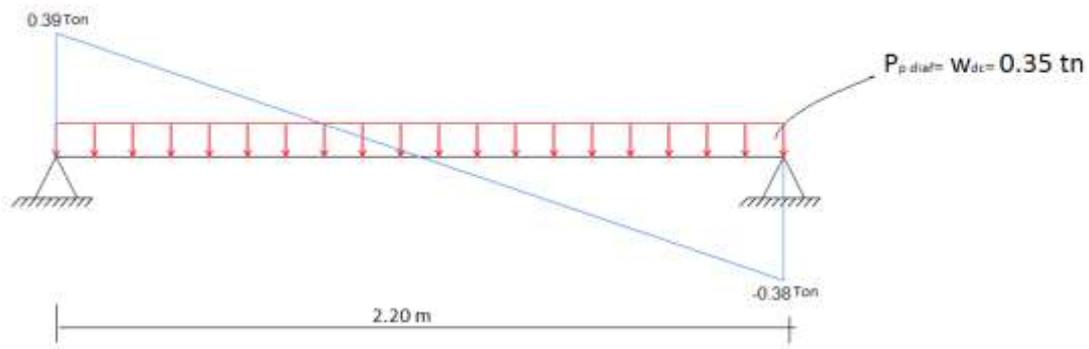


considerando la fuerza cortante mayor

$$Q = R_2 = 4.71 \text{ tn}$$

$$V_{LL} + V_I = 4.71 + 0.33 * 4.71 = 6.26 \text{ tn}$$

C1. Cortante por peso propio



$$R_{DC1} = R_{DC2} = \frac{W_{DC} * l_{Diaf}}{2} = \frac{0.35 * 2.2}{2} = 0.39 \text{ tn}$$

C2. Cortante por peso propio

$$V_U = n * [1.25 * V_{DC} + 1.75 * (V_{LL} + V_I)]$$

$$V_U = 0.95 * [1.25 * 0.39 + 1.75 * 6.26]$$

$$V_U = 10.87 \text{ tn}$$

D) Cálculo de estribo en la viga diafragma

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_y = 4200 \text{ kg/cm}$$

$$bw = 0.25 \text{ cm}$$

$$d = 79 \text{ cm}$$

Cortante del concreto

$$\phi V_C = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_C} * b_w * d$$

$$\phi V_C = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 25 * 79$$

$$\phi V_C = 14.89 \text{ tn (no requiere estribos)}$$

Se colocará estribos mínimos

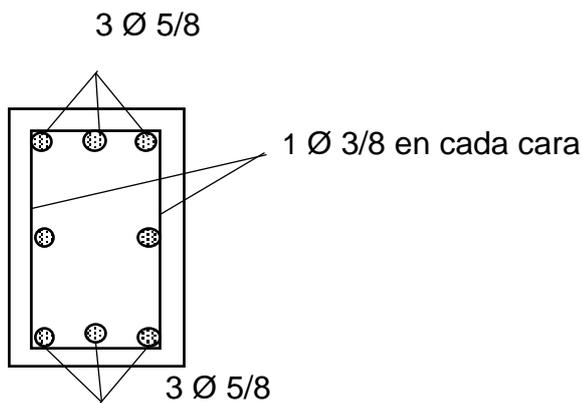
Calcular la separación máxima entre estribos con  $\phi$  3/8

$$\phi 3/8 = A = 0.71 \text{ cm}^2 \quad \#_{\text{estrib}} = 2$$

$$A_V = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{\text{máx}} \leq \frac{d}{2} = 39.50 \text{ cm} \\ S_{\text{máx}} \text{ para } \phi 3/8'' = \frac{A_V * f_y}{3.5 * b_w} = \frac{1.42 * 4200}{3.5 * 25} = 68.16 \end{array} \right\} \text{ usar } S = 60 \text{ cm}$$

Usar  $\square$   $\phi$  3/8 1 @ 0.05 resto 0.60



$\square$   $\phi$  3/8 1 @ 0.05 resto @ 0.6

Como resumen general del acero de la superestructura se determinó lo siguiente:

#### **Acero en la viga principal**

As <sup>+</sup> principal	=	24 $\Phi$ 1"
As lateral	=	1 $\Phi$ 5/8" en cada cara
As parte superior	=	6 $\Phi$ 5/8"

#### **Acero en losa**

As <sup>+</sup>	=	1 $\Phi$ 1/2" @ 0.21m
As <sup>-</sup>	=	1 $\Phi$ 1/2" @ 0.19m
As distribución	=	1 $\Phi$ 1/2" @ 0.31m
As temperatura	=	1 $\Phi$ 3/8" @ 0.30m

#### **Acero de losa en voladizo**

As <sup>-</sup>	=	2 $\Phi$ 1/2" @ 0.20m
As <sup>+</sup>	=	usar $\Phi$ 1/2" @ 0.18m

#### **Acero en vereda**

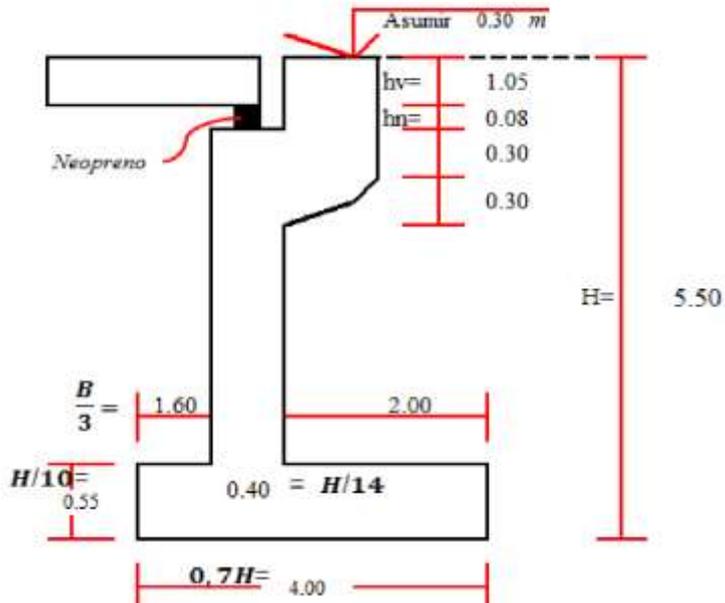
As <sup>+</sup>	=	$\Phi$ 3/8" @ 0.30m (acero principal)
As transversal	=	$\Phi$ 3/8" @ 0.25m

#### **Acero en viga diafragma**

As <sup>+</sup>	=	3 $\Phi$ 5/8"
As parte superior	=	3 $\Phi$ 5/8"
As lateral	=	1 $\Phi$ 3/8" en cada cara

## DISEÑO DE ESTRIBO

Pre dimensionamiento



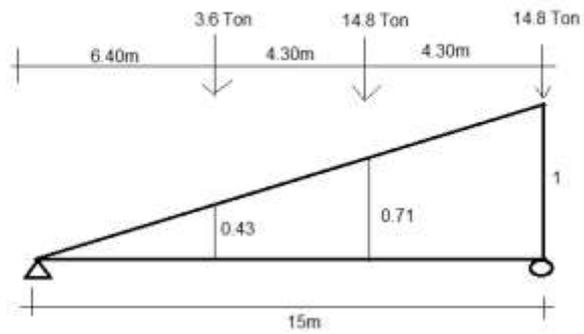
## REACCIÓN POR PESO PROPIO

Reacción por peso muerto por metro de estribo

Losa	0.20* 4.20*2.40	2.02
Viga principal	2* 0.85*0.4*2.4	1.63
Viga diafragma	0.65*0.25*1.8*2.4	0.70
Vereda	0.15*0.60*2.40	0.22
dado	0.15*0.60*2.40	0.25
Asfalto	0.05*3.60*2.0	0.36
		WD= 5.18 T/m

$$PD = 5.18 \text{ T/m} * 7.5 / (3.60 + 2 * 0.80) = 7.44 \text{ T/m}$$

CARGAS ACTUANTES EN EL ESTRIBO  
CAMION DE DISEÑO



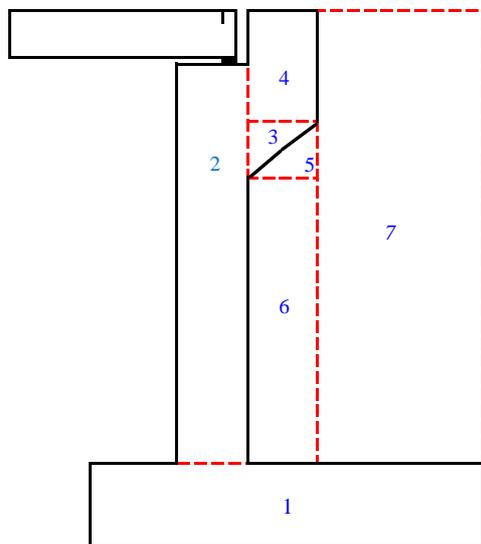
$$\text{Reacción} = (3.6 \times 0.43 + 14.8 \times 0.71 + 14.8 \times 1) = 26.85 \text{ Ton}$$

$$PL = 26.85T / (3.60 \times 2 \times 0.80) = 4.66 \text{ Ton/m}$$

**FUERZA ESTABILIZADORA**

$$\text{Peso específico del concreto} = 2.4 \text{ T/m}^3$$

$$\text{Peso específico del relleno} = 2.60 \text{ T/m}^3$$



Sección	N°	Area	Vol.	Y	Peso	X	P * X
1	1	2.20	2.20	2.40	5.28	2.00	10.56
2	1	1.53	1.53	2.40	3.67	1.80	6.61
3	0.5	0.05	0.05	2.40	0.11	2.10	0.23
4	1	0.43	0.43	2.40	1.03	2.15	2.21
5	0.5	0.05	0.05	2.60	0.12	2.20	0.26
6	1	0.97	0.97	2.60	2.52	2.15	5.41
7	1	8.42	8.42	2.60	21.88	3.15	68.92
W Total					34.6	MR	94.19

Momento volcadores y estabilizadores

Fuerzas estabilizadoras

Descripción	Peso (T)	X	P*X (T/m)
Peso estribo * relleno	34.6		94.19
Reacción por peso propio	7.44	1.80	13.40
Reacción por sobrecarga	4.66	1.80	8.40
	$\Sigma F_v = 46.70$		$\Sigma M = 116.00$

Fuerzas desestabilizadoras

Descripción	Fuerza (T)	Brazo (m)	Momento (T/m)
Empuje de relleno + s/c	14.16		31.64
Fza. De fricción (5%PD)	0.37	4.37	1.62
Fza. De frenado (5%PL)	0.23	9.30	2.14
	Empuje total = 14.76		M. Volteo = 35.40

FUERZAS DESESTABILIZADORA

Angulo de fricción ( $\phi$ ) = 28°

Coeficiente de empuje

$$K_a = \frac{1 - \text{sen} \phi}{1 + \text{sen} \phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen} 28}{1 + \text{sen} 28} = 0.36$$

Empuje de relleno

$$E1 = \frac{1}{2} * \gamma_s * K_a * h^2 = \frac{1}{2} * 2.6 * 0.36 * 5.5^2 = 14.16 \text{ Ton}$$

Momento de volteo por efecto del empuje del relleno

$$M1 = E1 \left( \frac{h}{3} + h_{zap} \right) = 14.16 * \left( \frac{4.9}{3} + 0.6 \right) = 31.64 \text{ Ton}$$

## FACTOR DE SEGURIDAD Y PRESIÓN EN EL TERRENO

Factor de seguridad por deslizamiento

$$FSD = \frac{u * \Sigma fv}{\text{empuje}} = \frac{0.6 * 46.70}{14.76} = 1.90 > 1.5 \quad - \text{ok} -$$

Factor de seguridad por volteo

$$FSV = \frac{\Sigma M. \text{Estabilidad}}{M. \text{volteo}} = \frac{116}{35.40} = 3.30 > 2.0 \quad - \text{ok} -$$

Evaluación de las presiones sobre el terreno

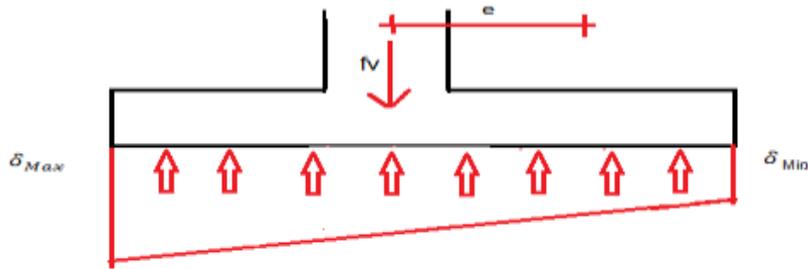
$$X = \frac{M. \text{Estabilizante} * M. \text{volteo}}{fv} = \frac{116 - 35.40}{46.70} = 1.70 \text{m}$$

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{4}{2} - 1.70 = 0.30 \text{m}$$

Como  $\left[ \frac{B}{6} = 0.667 \right] = (e = 0.22 \text{m})$  la resultante cae en el tercio central

$$\delta_{\text{Max}} = \frac{fv}{B} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right) = \frac{46.70}{4} \left( 1 + \frac{6 * 0.30}{4} \right) = 16.90 \text{ T/m}^2$$

$$\delta_{\text{Min}} = \frac{fv}{B} \left( 1 - \frac{6e}{B} \right) = \frac{33.94}{3.4} \left( 1 - \frac{6 * 0.20}{3.4} \right) = 6.40 \text{ T/m}^2$$



### DISEÑO DE LA ZAPATA ANTERIOR

$$W_s = \gamma_s * 1.00 * h = 2.6 * 1.00 * 4.95 = 12.38 \text{ Ton}$$

$$W_{pp} = H_{zap} * 1.00 * \gamma_s = 0.55 * 1.00 * 2.4 = 1.32 \text{ Ton}$$

Zapata anterior

$$W_{umax} = \delta_{max} * 1.7 - W_p * 0.9 = 16.90 * 1.7 - 1.32 * 0.9 = 27.50 \text{ Ton}$$

$$M_u = W_{umax} * \frac{B_2}{2} = 27.50 * \frac{1.60^2}{2} = 35.20 \text{ Ton/m}$$

$$d = h_{zap} - \left(7.5 + \frac{\phi}{2}\right) = 55 - \left(7.5 + \frac{1.59}{2}\right) = 46.70 \text{ cm}^2$$

$$A_{Smin} = \rho * b * d = 0.0018 * 100 * 46.70 = 8.40 \text{ cm}^2$$

$$A_{SMax} = \frac{M_u}{b * d^2} = \frac{35.20 * 10^5}{100 * 46.70^2} = 16.14 \text{ cm}^2$$

Usamos  $\phi 5/8'' @ 0.15\text{m}$

Zapata posterior

$$q'b = \frac{(q_1 - q_2) * F.S.V}{B} = \frac{(16.90 - 6.40) * 2}{4.00} = 5.25 \text{ Ton/m}$$

$$q_b = q'b + q_2 = 5.25 + 6.40 = 11.65 \text{ T/m}$$

$$W_U = (W_s + W_{pp}) * 1.4 = (12.38 + 1.32) * 1.4 = 19.20 \text{ T/m}$$

$$M_u = [(W_U - q_2 * 1.4) \frac{(B_1 - T_2)^2}{2}] - [(q'b * 1.4) \frac{(B_1 - T_2)^2}{6}]$$

$$M_u = \left[ (19.20 - 6.40 * 1.4) \frac{(2.40 - 0.40)^2}{2} \right] - \left[ (5.25 * 1.4) \frac{(2.40 - 0.40)^2}{6} \right]$$

$$M_u = 15.58 \text{ T/m}$$

$$d = h_{zap} - \left( 7.5 + \frac{\phi}{2} \right) = 55 - \left( 7.5 + \frac{1.59}{2} \right) = 46.70 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{M_u}{b * d^2} = \frac{15.58 * 10^5}{100 * 46.70^2} = 7.14 \text{ cm}^2$$

Usamos  $\phi 5/8" @ 0.20\text{m}$

$$A_{s\text{min}} = \rho * b * d = 0.0018 * 100 * 46.70 = 8.40 \text{ cm}^2$$

Usamos  $\phi 5/8" @ 0.20\text{m}$

Refuerzo transversal

Empleando acero correspondiente al de temperatura

$$A_s = \rho * b * d = 0.0018 * 100 * 55 = 10.0 \text{ cm}^2 \text{ (usar la mitad en cada cara)}$$

Usamos  $\phi 1/2" @ 0.25\text{m}$

$$A_{s\text{montaje}} = 36\phi = 36 * 0.98 = 35 \text{ cm}$$

Usamos  $\phi 3/8" @ 0.35\text{m}$

## DISEÑO DE LA PANTALLA

Peralte efectivo en la garganta

$$d = t_2 - \left( 4 + \frac{\phi}{2} \right) = 40 - \left( 4 + \frac{1.91}{2} \right) = 35.05 \text{ cm}^2$$

Momento factorado debido al empuje de tierra

$$M_{up} = 1.69 \left( E1 * \frac{H}{3} \right) = 1.69 \left( 14.16 * \frac{5.5}{3} \right) = 43.87 \text{ 3 T/m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right)} = \frac{43.87 * 10^5}{0.9 * 4200 * 0.9 * 35.05} = 36.80 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{36.80 * 4200}{0.85 * 280 * 100} = 6.50 \text{ cm}$$

$$A_s = 36.80 \text{ cm}^2 \quad - - \quad a = 6.50 \text{ cm} - \text{ok} -$$

Usamos  $\phi 3/4'' @ 0.15m$

Refuerzo horizontal

Según A.C.I

$$P = 0.0020 \text{ para } \phi 5/8'' = 4200\text{kg/cm}^2$$

$$P = 0.0025 \text{ a otros casos}$$

Si el espesor del muro es  $\geq$  a 25cm, se utilizará dos capas.

$$\text{Acero total} = 0.0020 * 100 * 40 = 8\text{cm}^2$$

$$(2/3) \text{ As total} = 5.33 \cong 5 \quad \text{usar } \phi 1/2'' @ 0.20 \text{ (cara anterior)}$$

$$(1/3) \text{ As total} = 2.6 \cong 3 \quad \text{usar } \phi 1/2'' @ 0.40 \text{ (cara posterior)}$$

Se usa refuerzo vertical mínimo en la cara anterior de  $0.0012 * b * t$

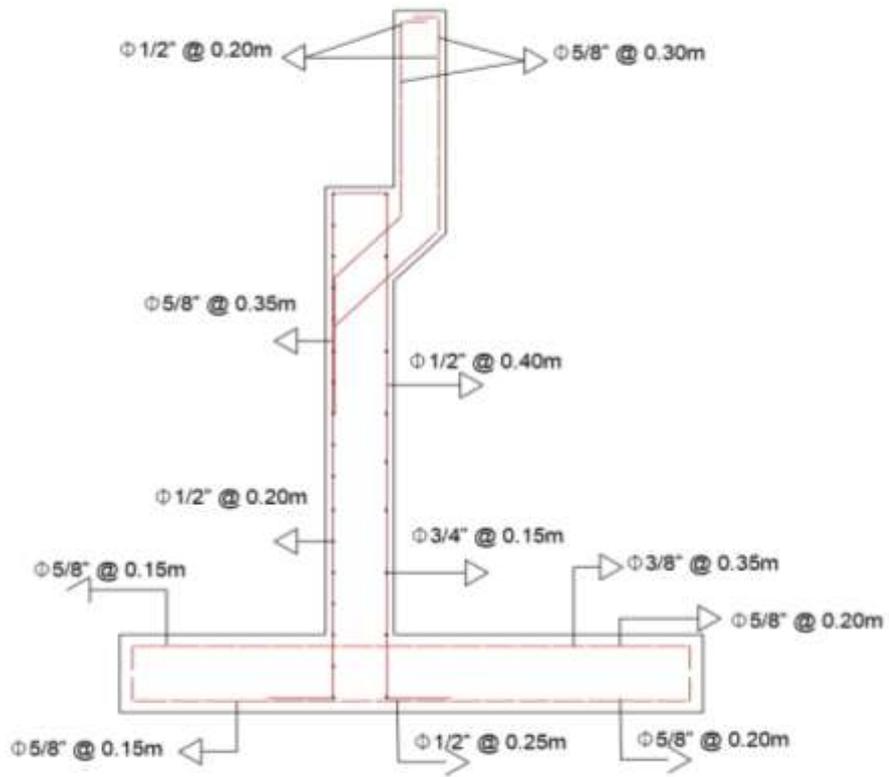
$$A_s = 0.0012 * 100 * 40 = 4.8 \text{ cm}^2$$

Usamos  $\phi 5/8'' @ 0.35m$

Parapeto:

As horizontal: 1  $\phi 1/2 @ 0.20m$

As vertical: 1  $\phi 5/8 @ 0.30m$



## V. DISCUSIÓN

Como resultado de la evaluación se determinó el estado actual del puente en el cual se realizó el proyecto, según la guía para inspección de puentes se obtuvo la calificación numérica tres el cual describe en condición de malo a dicha estructura a un paso de dar a un avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios donde se va a convenir cerrar el puente y dar la preocupación en la integridad de las personas que transitan por el puente. Así mismo, la investigación realizada por ARONES, Á. y CORTES, C. (2018) en la que utilizaron para evaluar parte por parte la estructura de un puente las Norma Internacional AASHTO LRFD (2012), y la norma técnica sismorresistente E-030 (2016) obteniendo como resultado que la estructura de ese puente tenía condiciones malas., asimismo AGUAYO, S. (2017) para llegar a sus resultados de su investigación aplicó diferentes guías y manuales de diferentes países, llegando al final a calificar después de la evaluación de su proyecto de investigación con un valor de 9, aplicando el manual propio de su país lo que significa un estado MUY MALO con un avanzado deterioro de las estructuras primarias. En cuanto a la teoría la GUÍA DE INSPECCIÓN DE PUENTES EN EL PERÚ (2006) otorga valores de 0 hasta 5 de muy buena hasta pésima condición, generalmente las guías o manuales de inspección recomiendan como procedimiento inicial que se efectúen programas de mantenimiento, conservación o rehabilitación causa a las fuerzas destructivas de la naturaleza, el incremento del tráfico y la presencia de vehículos sobrecargados donde las estructuras de los puentes presentan deficiencias o defectos.

En el estudio de tráfico se determinó el índice medio diario (IMD) con un conteo de 54veh/día, el cual el mayor porcentaje que circula por el puente son vehículos livianos, como también se encontró el índice medio diario anual (IMDA) igual a 59veh/día. Asimismo, la investigación realizada por MEJIA, T (2014) obtuvo el índice medio diario de 11veh/día siendo también la mayoría de vehículos que circulan por dicha estructura vehículos livianos. De acuerdo a la teoría del MANUAL DE CARRETERAS D-G2018 afirma que las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda según su IMDA (Índice de Medio Diario Anual), y con respecto a su IMDA la carretera puede ser afirmada o sin afirmar.

En el tercer objetivo a cerca del levantamiento topográfico en la zona de la presente investigación, se determinó que el tipo de terreno del proyecto en estudio tiene una orografía plana con una pendiente máxima de 10% demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado. Así mismo, en el estudio de ESPINOZA, W. (2018) en el departamento de Áncash geográficamente el tipo de terreno fue catalogado como accidentado y con mayor cantidad de épocas de lluvia, aplicando los instrumentos topográficos dio como resultado un terreno accidentado con pendiente mayores. De igual manera CAMPOS, F. (2013) empleando equipos topográficos de menos envergadura en un tipo de terreno plano y de buena calidad obtuvo como resultado un terreno con una cimentación económica.

Como se puede apreciar en los diferentes estudios se realizaron en zonas diferentes y por lógico el tipo de terreno son diferentes en función a su orografía el tipo de terreno pueden ser terreno plano, ondulado, accidentado y escarpado, donde el trabajo en movimiento de tierras será desde un mínimo y máximo dependiendo del tipo de terreno. Por ejemplo, en un terreno escarpado que tiene pendientes transversales y longitudinales superiores al 100 % y 8% de por hecho se va a exigir el máximo movimientos de tierras.

En cuanto a los resultados de los estudios de mecánica de suelos se encontraron dos tipos de ellos, los cuales contenían arena fina con presencia de limos (SM) y arcillas limosas (CL), cuyas muestras fueron estudiadas por nueve ensayos en el laboratorio especializado. Los dos tipos de suelos presentan un rango de humedad natural entre 3.18% y 14.61%. En función a su contenido de minerales pesados el peso de los suelos varió entre los 2.58 gr/cm<sup>3</sup> y 2.60 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que la relación densidad seca y humedad en ambos suelos (muestra de calicata 01 y 02) con respecto a su IP, califica en suelos de baja a mediana plasticidad.

MEJIA, T. (2018), en su estudio de mecánica de suelos obtuvo dos tipos de suelos conformada por suelos finos, arenas finas y limosas y en cuanto a su grado de compacidad varia de suelo denso a muy denso, en los suelos finos presentaron variación en su grado de consistencia y en los finos arcillosos tienen una baja

presencia de sales. Con respecto a la teoría del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos hace referencia que se debe tomar en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo y en otra estructura, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

Con respecto al estudio hidrológico, los resultados de esta investigación se determinaron que en los años anteriores han concurrido precipitaciones muy elevadas siendo una de ellas con intensidad de 100,30 mm/h, de igual manera el factor de forma de la cuenca tiene una representación achatada con un 0.23 % de ancho de la cuenca con un área de  $16.37\text{km}^2$  con caudal de  $10.78\frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$ . Al respecto en su trabajo de investigación de AGUAYO, S (2017) realizó tanto para condiciones normales como para condiciones de máximas crecientes con una proyección de 50 años, obteniendo para condición normal un caudal de 3,391 m<sup>3</sup> /s y para la condición de máximas crecientes un caudal de 58,97 m<sup>3</sup> /s.

En base a las indicaciones del manual de diseño de puentes del MTC, explica en el criterio y norma, establecer las precipitaciones máximas de la lluvia utilizando la fuente de SENAMHI de la región de la zona de investigación, como también el manual de hidrología, hidráulica y drenaje proporcionando los parámetros como los datos mínimos de 25 años de registro y utilizando los datos más sobresalientes incluyendo los fenómenos del niño, dicha información es proporcionada por entidades locales o nacionales, por ejemplo, el SENAMHI o las entidades encargadas de la administración de los recursos hídricos del lugar, como también PEREZ (1979), las clases de valores forma de cuencas que se encuentre en el rango entre 0.18 a 0.36 es una cuenca ligeramente achatada y se pudo hallar la pendiente media del cauce (msnm) obteniendo resultado 0.03mm de manera se observa que tiene una pendiente muy baja.

En cuanto al resultado del objetivo general, se diseñó el puente para la reconstrucción, donde se encontró los diámetros del acero en las dos vigas principales, tres vigas diafragma, losa y voladizo en ambos lados, en cuanto a la

investigación de MEJIA, T (2014) asemeja a los mismos diámetros de acero a diferencia que aumenta solo en cantidad de vigas diafragmas con el espesor de la losa debido a que el puente tiene una luz de 20m y con respecto a las especificaciones AASHTO es un diseño de un puente tipo viga -losa son construidos para luces de 12m a 25m con voladizos con un ancho mínimo de 0.75m.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados de la evaluación del estado del puente San José indicaron que éste era malo, ya que en su estructura presentaba anomalías como fisuras, corrosión del acero, en la superestructura parte del tablero se encontraron huecos.
2. El estudio de tráfico determinó que los vehículos con mayor demanda de transitabilidad eran vehículos livianos y que el tipo de la clase vía, estaba caracterizada como trocha carrozable, ya que su IMD es menor a 200 vehículos.
3. El levantamiento topográfico determinó que el relieve del terreno presenta una orografía llana con pendientes transversales al eje de la vía menores al 10%.
4. La mecánica de suelos del puente San José en función a la densidad, ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), Cohesión (C), grado de Compacidad. los suelos CL y SM, son suelos considerados del tipo friccional, poco cohesivos, con grado de compacidad y resistencia a la penetración que aumentan con la profundidad, medianamente densos debido a la humedad natural del terreno. Asimismo, hay presencia de suelos Arcillosos (CL) y Arenas con presencia de limo (SM), de baja a mediana plasticidad, hasta la profundidad de 6.00 m., existe presencia de contenidos de sales solubles, cloruros, sulfatos y ausencia de carbonato lo que indica una baja a moderada agresividad al concreto. (Ver cuadro de Análisis Químico). Otro hallazgo en el área de terreno del proyecto se detectó en los puntos SPT explorados a 6.00 m. de profundidad, en la calicata 01 existe la presencia del nivel freático a 3.00 m. de profundidad y en la calicata 02 se observa a 3.3m el nivel freático (Ver Perfil stratigráfico).
5. El estudio hidrológico se determinó que el área de la cuenca de estudio es de 16.37 km<sup>2</sup> de forma achatada, asimismo se encontró el caudal máximo de diseño de 10.78m<sup>3</sup>/seg.
6. De acuerdo a nuestro objetivo general se diseñó el puente san José bajo los parámetros AASHTO-LRFD utilizando el camión de diseño HL-93 asimismo se utilizaron los estudios básicos de la ingeniería para un adecuado diseño,

de esta manera los caseríos del Tablazo norte y el Alto de la cruz tengan conectividad y los pobladores puedan interactuar cómodamente.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la reconstrucción del puente san José entre los caseríos del tablazo norte y alto la cruz por encontrarse en una pésima condición estructural que expone el riesgo a los pobladores, ya que el puente es estructura muy importante para el traslado de personas y productos de un lugar a otro.
2. Evitar sobredimensionar el diseño estructural un puente San José ya que se conoce que su índice diario de transitabilidad es de solo 60 Veh/día y por lo tanto debería ser diseñado para una sola vía.
3. Realizar estudios topográficos con equipos en buenas condiciones a fin de precisar el relieve del terreno con menor margen de error ya que en la topográfico siempre existen imperfecciones mínimas, por varios efectos climáticos, instrumentales o personales.
4. utilizar material over mayor a 2” en un espesor de 0.6 m para la estabilización del suelo, por encontrarse un suelo arcilloso, y para combatir la agresividad en el concreto por el impacto de sales solubles, cloruros, sulfatos es utilizar cemento portland tipo MS, que es el indicado que protege al concreto del salitre causa de las sales, además con su diseño de fabricación con moderado calor de hidratación es el ideal para climas cálidos, asimismo con la nueva fórmula del cemento garantiza mayor resistencia química y mayor impermeabilidad en el concreto, protege el concreto del salitre, protege al acero de la corrosión incrementando la durabilidad en la estructura, además ideal para obras expuestas a ambientes y suelos húmedo-salitrosos.
5. Realizar el estudio hidrológico para adecuar el nivel del puente en conjunto con la topografía para evitar posibles inundaciones en épocas de lluvia por lo tanto se tuvo en cuenta los registros pluviométricos que se encuentra en las fuentes del SENAMHI.

## REFERENCIAS

**AASHTO.** *Diseño de puentes* .

**CASTILLO ESPINOZA, HURIEL.** *ACCESIBILIDAD, MOVILIDAD Y CONECTIVIDAD, CLAVES DE LAS CIUDADES FUTURAS.* 1, PACHUCA : s.n., 2017, Vol. 1.

**AGUAYO AROSTEGUI , SOFIA ARIANNA.** 2017. *EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA, UBICADO EN LA VÍA CALPI-GATAZO GRANDE, PARROQUIA CAJABAMBA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA CHIMBORAZO.* ECUADOR : s.n., 2017.

**ARONES Villavicencio, Alvaro Paulo; CORTES Anderson, Carlos Victor.** 2018. *EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PUENTE HUARACANE CON LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PUENTES AASHTO LRFD 2012 Y NORMA TECNICA PERUANA SISMORRESISTENTE E.030 2016.* Lima : s.n., 2018.

**BARKER, Richard M y PUCKETT, Jay A.** 2007. *Design of Highway Bridges.* Virginia : 2 nd, 2007. 978-0-471-69758-9.

**CAMPOS Avila, Fernando Ignacio.** 2013. *“PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR, UBICADO EN EL KM 10+300 DE LA AV. PACIFICO TRAMO: TOLUCA-TEJUPILCO, EDO DE MEXICO”.* Mexico : s.n., 2013.

**ARIAS Gomez, J, VILLASIS Keever, M A y MIRANDA Novales, M G.** 2016. *El protocolo de investigacion III: la poblacion de estudio.* 2, Mexico : s.n., 2016, Vol. 62.

**ESPINOZA Rocano, Wilfredo Grover.** 2018. *Diseño del puente para trocha carrozable mejorando el transito del centro poblado de Vichón provincia Huari, Ancash - 2018* . Ancash : s.n., 2018.

**HERNANDEZ SAMPIERI, ROBERTO, FERNANDEZ COLLADO, CARLOS y BAPTISTA LUCIO, MARIA DEL PILAR.** 2014. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* MEXICO : McGRAW-HILL, 2014. ISBN.

**KOENIG Veiga, Luis Augusto.** 2012. *Fundamentos de Topografía.* Paraná : s.n., 2012.

**GARCIA GIRALDO, Jhon Mario, OSPINA GIRALDO, Jaime y GRACIANO GOMEZ, Edir Amparo.** 2014. *LA INFRAESTRUCTURA DE PUENTES EN LAS VIAS SECUNDARIAS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.* 22, Antioquia : s.n., 2014. ISSN.

**COLINA Martinez , Jaime de la y RAMIREZ de Alva, Horacio.** 2000. *La ingeniería estructural.* 2, Mexico : s.n., 2000, Vol. 7. ISSN: 1405-0269.

**Vargas Cordero, Zoila Rosa.** 2009. *LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA.* 1, Costa Rica : s.n., 2009, Vol. 33.

**LANDAZURI Soto, Cesar. 2002.** *Ingeniería de Puentes.* 2002.

**DUQUE, MARIA DEL PILAR. 2004.** *LECCIONES DEL CONCURSO DE PUENTES.* 1, COLOMBIA : s.n., 2004. ISSN.

**LOPEZ Acuña, Jack. 1993.** *puentes.* lima : s.n., 1993.

**LOPEZ, Pedro. 2010.**

[http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/CONCEPTOS\\_BASICOS.pdf](http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/CONCEPTOS_BASICOS.pdf).

[http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/CONCEPTOS\\_BASICOS.pdf](http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/CONCEPTOS_BASICOS.pdf). [En línea] julio de 2010. [Citado el: 13 de mayo de 2019.]

**MEJIA Zambrano, Tony Edinson. 2014.** *CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CARROZABLE CARRETERA.* Cajamarca : s.n., 2014.

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2018.** *manual de puentes.* Lima : s.n., 2018.

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2018.** *MANUAL DE CARRETERAS DG 2018 .* LIMA : s.n., 2018.

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones.2018.** *MANUAL DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y DRENAJE.* LIMA : s.n., 2018.

**New jersey department of transportation. 2016.** *Design Manual for bridges structures.* s.l. : sixth edition, 2016.

**PLASENCIA Lozano, P. 2014.** *PUENTES SOCIEDAD E INGENIERIA.* 535, España : 032, 2014, Vol. 66.

**Alba Soraya Aguilar Jiménez, 2016,** *Puentes.* **Universidad pontificia Bolivariana. 2016.** 2, s.l. : 2016, Vol. 10. 2248-7654 (En línea).

**LA AUTORIDAD PARA LA RECONSTRUCCION CON CAMBIOS. 2018.** *RECONSTRUCCION CON CAMBIOS.* LIMA : s.n., 2018.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2018.** LIMA : s.n., 2018.

**RODRIGUEZ SERQUEN, ARTURO. 2014.** *PUENTES .* LIMA : s.n., 2014.

**Rosa, Jiménez. Paneque. 2015.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* HABANA : Editorial Ciencias Médicas, La Habana, 2015, 2015.

**SANTIAGO Gómez, Elioth Vinicio. 2015.** *ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UN PUENTE VIGA-LOSADÉ CONCRETO ARMADO DE 20 METROS DE LONGITUD, SEGUN NORMAS DE AASHTO STANDARD Y AASHTO LRFD, MEDIANTE LA APLICACION DE RECURSOS INFORMATICOS.* Guatemala : s.n., 2015.

**GRATTESAT, GUY. S/F.** *VIDA UTIL DE PUENTES.* FRANCIA : s.n., S/F.

## ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Reconstrucción del puente San José tipo viga – losa.	La reconstrucción se encuentra orientada a rehabilitar y reconstruir la infraestructura dañada por algún fenómeno producido por la naturaleza, con un componente de cambio, y a realizar obras y actividades de prevención de inundaciones fluviales, pluviales y de movimientos de masas junto con planes de desarrollo urbano con la finalidad de restituir el bienestar perdido a los ciudadanos. (RECONSTRUCCION CON CAMBIOS, 2018)	Se hará uso de AutoCAD, que es un software, cuya finalidad es el diseño de las diversas formas en las infraestructuras que existen en nuestro entorno.	Estudios básicos: Topografía Suelos Hidrología	-planimetría - ensayos de ems. - caudal -intensidad de precipitación	A razón
			Parámetro de diseño	Tipo de puente	A razón
			Diseño de puente viga – losa.	Cálculos de sección y refuerzo de acero	A razón

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
conectividad	referencia a la capacidad de enlace o de existencia de conexión, y todo ello, en el marco del tránsito en la ciudad (la movilidad urbana) y de la dualidad infraestructura-servicio. haría así referencia a las cualidades de la red y tal vez, nos pueda conducir al potencial de prestaciones del sistema de transporte, mientras que accesibilidad haría referencia directa al servicio prestado ESPINOZA, H. (2017)	Se hará uso de una plantilla Excel, para determinar la clasificación y el conteo volumétrico de vehículos.	Evaluación	(1) Bueno (2) Regular (3) Malo	nominal
			IMDA	Clasificación de vehículo.	nominal

Fuente: elaboración propia, 2020.

Anexo 2. Matriz de consistencia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	POBLACIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Evaluar el estado actual del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020.	Todos los puentes del distrito de la Unión.	-Fichas de observación -Técnica de análisis de datos.	-Guías para la inspección de puentes. -cámara fotográfica, crayolas y los elementos de seguridad.
Determinar el estudio de tráfico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020.	<b>MUESTRA</b> Puente localizado entre los caseríos del Tablazo Norte con el Alto de la Cruz.	-Técnica de observación en campo.	-Ficha de recolección de datos.
Determinar el estudio topográfico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020.	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> El presente estudio dada la naturaleza de las variables, responde al de una investigación no experimental-transversal.	-Técnica de la observación.	-estación total -GPS -prisma topográfica -jalones -software civil 3D.
Determinar la mecánica de suelos del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020.		-Técnica de la observación -la técnica de ensayo de laboratorio.	-equipos de ensayos de campo y de laboratorio. Fichas de registro de datos de laboratorio.
Determinar el estudio hidrológico del puente San José que conecta los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz de la Arena - Piura. 2020.		-técnica del análisis de datos.	-los softwares AutoCAD, Global mapper, hidroesta2.

### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

Calificación	Descripción de la Condición
0	<b>Muy bueno</b> : No se observa problemas
1	<b>Buena</b> : Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	<b>Regular</b> : Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	<b>Mala</b> : La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	<b>Muy Mala</b> : Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto</li> <li>- La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura.</li> <li>- Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado .</li> </ul>
5	<b>Pésimo</b> : Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura</li> <li>- El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.</li> </ul>

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Anexo 4. Oficio de evidencia de la reconstrucción del puente San José

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

La Unión, 30 de julio 2020

Alumnos:

Raúl Flores peña

Percy fabian more Durand

Alumnos del X ciclo de la facultad de ingeniería civil de La Universidad Cesar Vallejo-Piura.

De mi consideración:

Por medio del presente, es grato dirigirme a ustedes a fin de saludarlos muy cordialmente a nombre del teniente gobernador José Bruno Flores del caserío del tablazo norte del distrito de la unión-Piura, con el fin de dar conocer el estado actual del puente san José ubicado en los caseríos tablazo norte y alto la cruz, por encontrarse en mal estado por la presencia de fisuras, grietas y corrosión de acero poniendo en peligro a los pobladores que transitan por el puente.

Es por ello que se dará pronto el inicio de la reconstrucción del puente San José, ya que este proyecto se ha venido emitiendo en los pasadas gestiones, donde la actual gestión lo hará realidad su reconstrucción beneficiando a 4979 personas.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,



MINISTERIO DEL INTERIOR  
DIRECCION REGIONAL DE GOBIERNO INTERIOR  
JOSE B. BRUNO FLORES  
TINTE GOBERNADOR  
VILLA TABLAZO NORTE - LA UNION

Teniente gobernador

Bruno Flores José

02725280





## Constancia de validación



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Cristhian Alexander Panto con DNI N.º 42798692  
CIP 12.0588 N.º  
ANR/COP ..... de profesión Ingeniero Civil  
desempeñándome actualmente como Docente  
en Escuela Ing. Civil - UCV Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Guía de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

ESTUDIO VALIDADO POR EL MTC	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización				/	
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	

  
Ing. Cristhian Alexander Udon Panto  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 120588



Constancia de validación

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Hipólito Tume Chapa con DNI N.º 02628453. Dr. Ingeniero Geólogo N.º CIP 17604 de profesión Ingeniero Civil, desempeñándome actualmente como profesión docente UNP- Piura en Ingeniería Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos: FICHA DE REGISTRO POR EL EMS del desarrollo del proyecto de tesis **“Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. La Arena - Piura. 2020”**.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHA DE REGISTRO POR EL EMS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 26 días del mes de Julio del dos mil veinte.

  
-----  
**Dr. Hipólito Tume Chapa**  
 **INGENIERO GEOLOGO**  
**CIP. N° 17604**

Dr.: Hipólito Tume Chapa  
DNI: 02628453  
Especialidad: Ingeniero Geólogo



Constancia de validación

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Marcos Dávila Montenegro con DNI N.º 16643232. Magister en Ingeniería estructural N.º CIP 30832 de profesión Ingeniero Civil, desempeñándome actualmente como consultor del gobierno regional de Lambayeque en Ingeniería Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos: FICHA DE REGISTRO DE LA EVALUACION DEL ESTADO DEL PUENTE del desarrollo del proyecto de tesis **“Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. La Arena - Piura. 2020”**.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

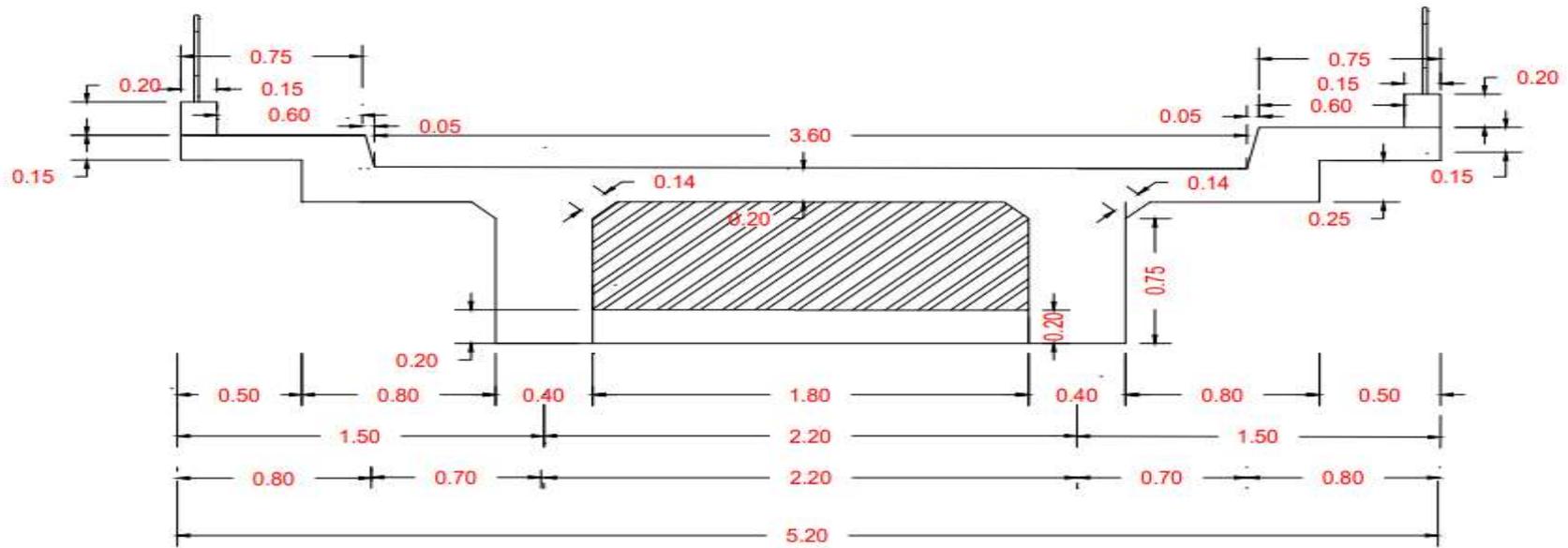
FICHA DE REGISTRO DE EVALUACION DEL ESTADO DEL PUENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 26 días del mes de Julio del dos mil veinte.

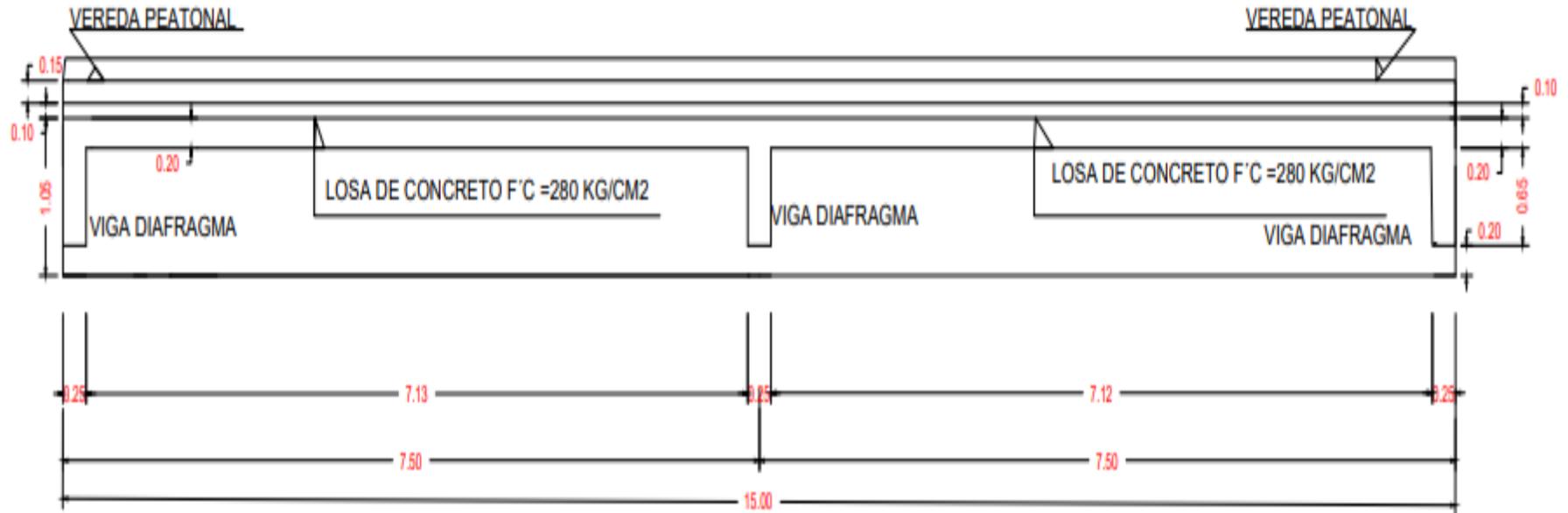


Mg: Marco Dávila Montenegro  
DNI: 16643232  
Especialidad: Ingeniero estructural

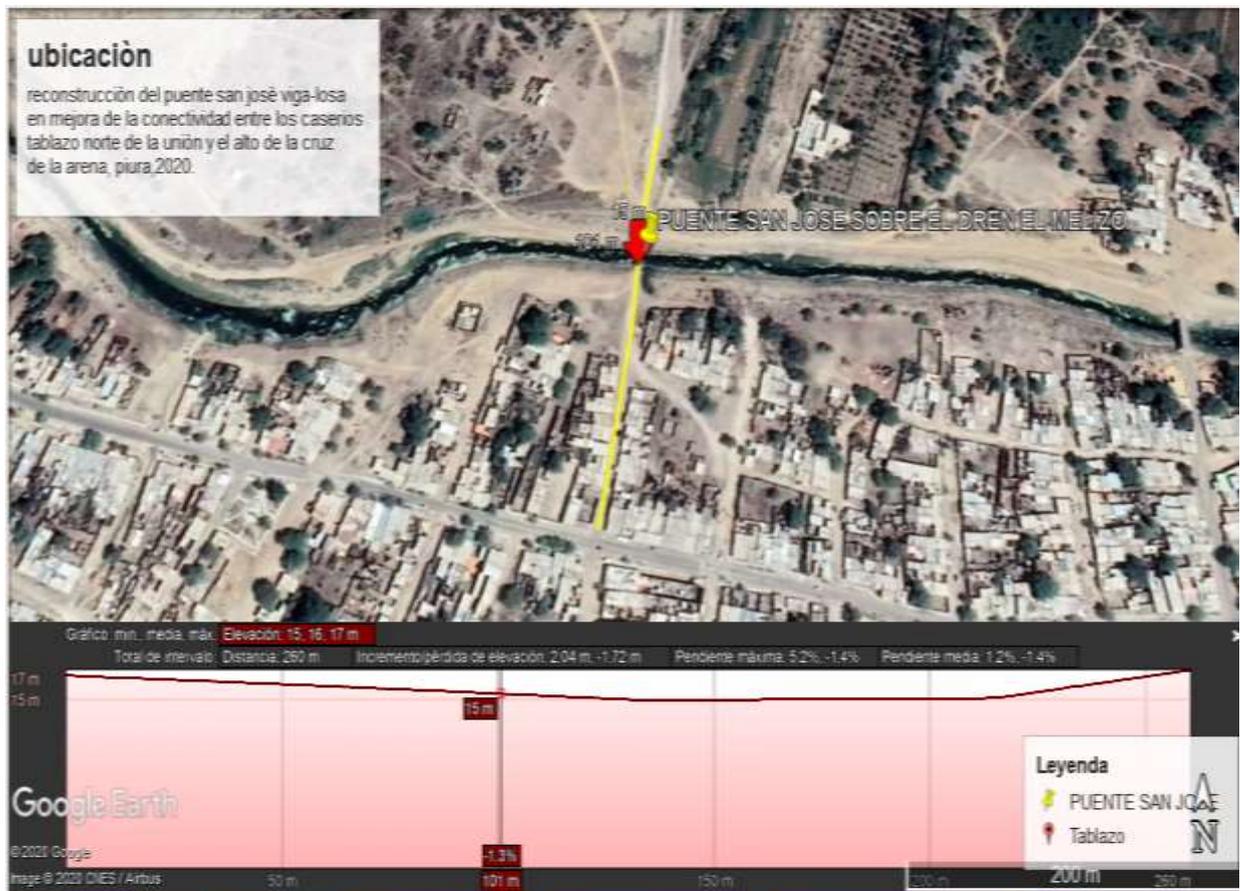
## Anexo 5. Sección transversal del puente



### Anexo 6. Vista lateral de vigas principales



## Anexo 7. Mapa de ubicación del puente san José



## Anexo 8. Mapa de localización del puente san José



## Anexo 9. Cuadros de los conteos de tráfico diarios



FORMATO N° 1

### FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE Y ALTO LA CRUZ ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	E ←
UBICACIÓN	S →

ESTACIÓN	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
DÍA Y FECHA	08/01/2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	>3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3
DIAGRA VEH.																		
7:00-8:00	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:01-9:00	E	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:01-10:00	E	5	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10:01-11:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11:01-12:00	E	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-4:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
04:01-05:00	E	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
05:01-06:00	E	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTRADA		28	0	5	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SALIDA		17	0	1	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		45	0	6	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0

conteo día miércoles 8/01

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE Y ALTO LA CRUZ  
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			

ESTACIÓN	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
DÍA Y FECHA	09/01/2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	>3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3
DIAGRA VEH.																		
7:00-8:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:01-9:00	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:01-10:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:01-11:00	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:01-12:00	E	4	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
03:00-4:00	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	7	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
04:01-05:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
05:01-06:00	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTRADA		25	0	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SALIDA		25	0	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		50	0	4	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0

formato conteo día jueves 9/01

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE Y ALTO LA CRUZ  
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			

ESTACIÓN	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
DÍA Y FECHA	10/01/2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	>3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3
DIAGRA VEH.																		
7:00-8:00	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:01-9:00	E	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:01-10:00	E	6	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:01-11:00	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11:01-12:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-4:00	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:01-05:00	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:01-06:00	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTRADA		22	0	4	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SALIDA		16	0	2	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		38	0	6	0	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0

formato conteo día viernes 10/01

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE Y ALTO LA CRUZ  
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			

ESTACIÓN	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
DÍA Y FECHA	11/01/2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	>3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3
DIAGRA VEH.																		
7:00-8:00	E	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:01-9:00	E	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:01-10:00	E	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:01-11:00	E	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:01-12:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-4:00	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:01-05:00	E	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
05:01-06:00	E	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTRADA		29	0	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SALIDA		18	0	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		47	0	8	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0

formato conteo día sábado 11/01

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE Y ALTO LA CRUZ  
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			

ESTACIÓN	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
DÍA Y FECHA	12/01/2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	>3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3
DIAGRA VEH.																		
7:00-8:00	E	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:01-9:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:01-10:00	E	4	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:01-11:00	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:01-12:00	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-4:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:01-05:00	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:01-06:00	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTRADA		16	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SALIDA		21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		37	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

formato conteo día domingo 12/01

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE Y ALTO LA CRUZ  
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			

ESTACIÓN	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
DÍA Y FECHA	13/01/2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	>3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	
DIAGRA VEH.																			
7:00-8:00	E	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:01-9:00	E	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:01-10:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:01-11:00	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:01-12:00	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-4:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
04:01-05:00	E	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
05:01-06:00	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTRADA		15	0	3	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SALIDA		20	0	1	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		35	0	4	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0

formato conteo día lunes 13/01

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE Y ALTO LA CRUZ  
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			

ESTACIÓN	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
DÍA Y FECHA	14/01/2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	>3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3
DIAGRA VEH.																		
7:00-8:00	E	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8:01-9:00	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:01-10:00	E	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:01-11:00	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11:01-12:00	E	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-4:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:01-05:00	E	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:01-06:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTRADA		22	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SALIDA		23	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		45	0	0	2	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0

formato conteo día martes 14/01

## Anexo 10. Resumen general de conteo

DIA	AUTO	C. 2E	C. 3E	PICK UP	MICROS	COMBIS RURAL	TOTAL
Miércoles	45	2	13	6	0	0	66
Jueves	50	2	8	4	0	0	64
Viernes	38	2	7	6	0	0	53
Sábado	47	2	2	8	0	0	59
Domingo	30	1	0	4	0	0	35
Lunes	35	2	8	4	0	0	49
Martes	45	1	3	2	0	0	51

resultado general de conteo

## Anexo 11. Factor de corrección de vehículos ligeros

FACTOR DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS POR UNIDAD DE PEAJE-PROMEDIO (2010-2016)														
CODIGO	PEAJE	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000
18	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000
23	DESIVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000

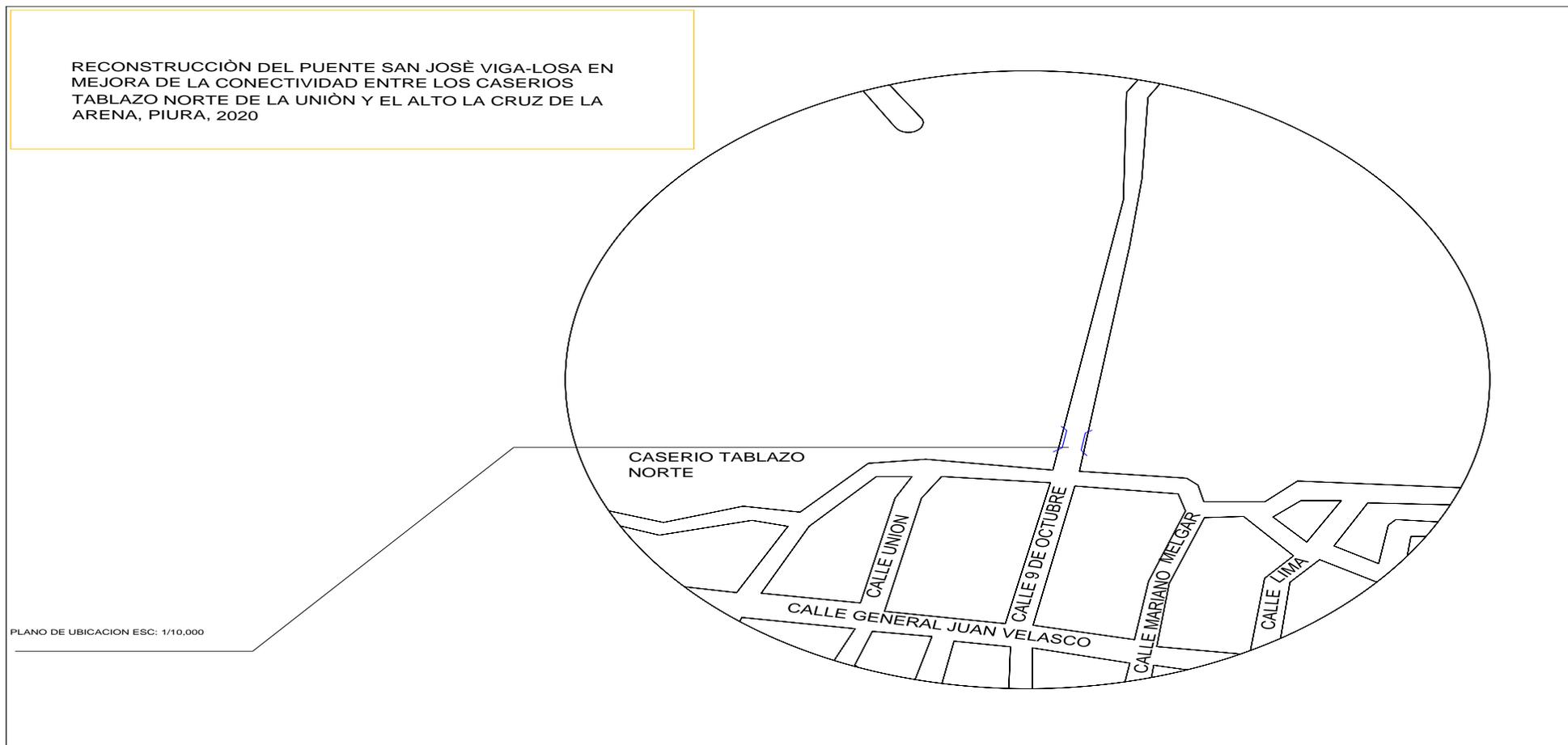
fuentes: ficha técnica estándar y evaluación de proyectos de inversión en carreteras interurbanas del MTC.2018.

## Anexo 12. Factor de corrección de vehículos pesados

FACTOR DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS POR UNIDAD DE PEAJE-PROMEDIO (2010-2016)														
CODIGO	PEAJE	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C	F.C
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000
18	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000
22	DESUDIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000
23	DESUDIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000

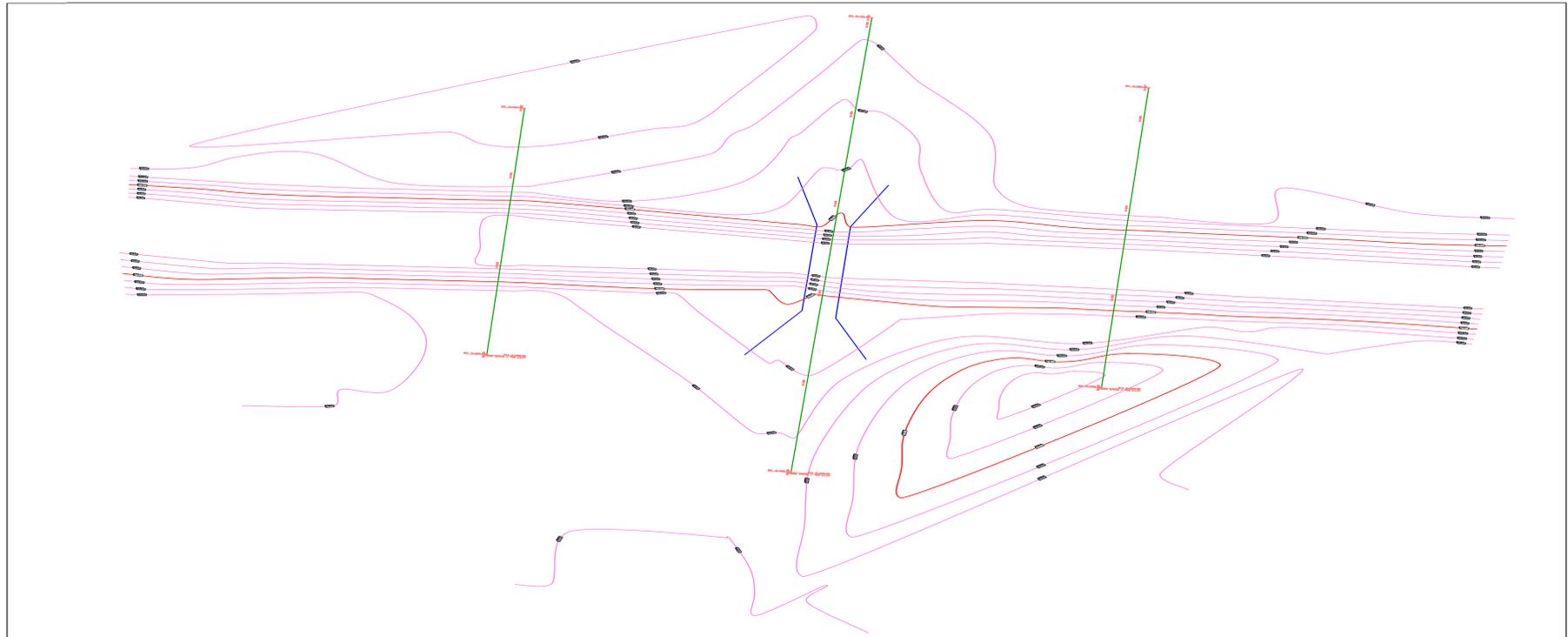
Factor de corrección de vehículos pesados - fuente: MTC 2018.

## Anexo 13. PLANOS TOPOGRÁFICOS

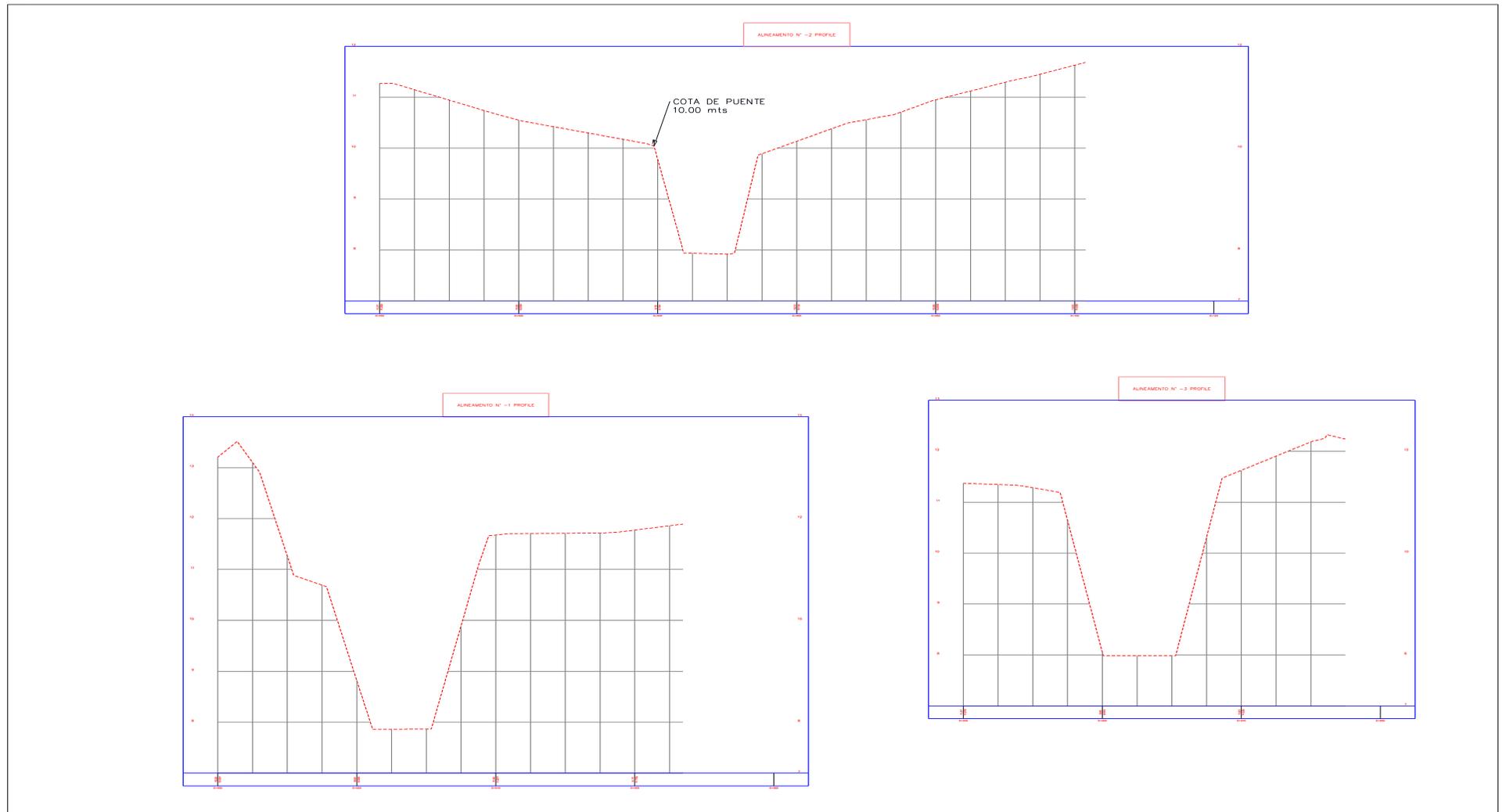


PLANOS TOPOGRAFICOS - Plano de ubicación

# Anexo 14. plano topográfico planta



# Anexo 15. plano topográfico cortes transversales del puente



## Anexo 16. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS



Fig. 16.01 Parámetro geomorfológico de la cuenca en estudio.

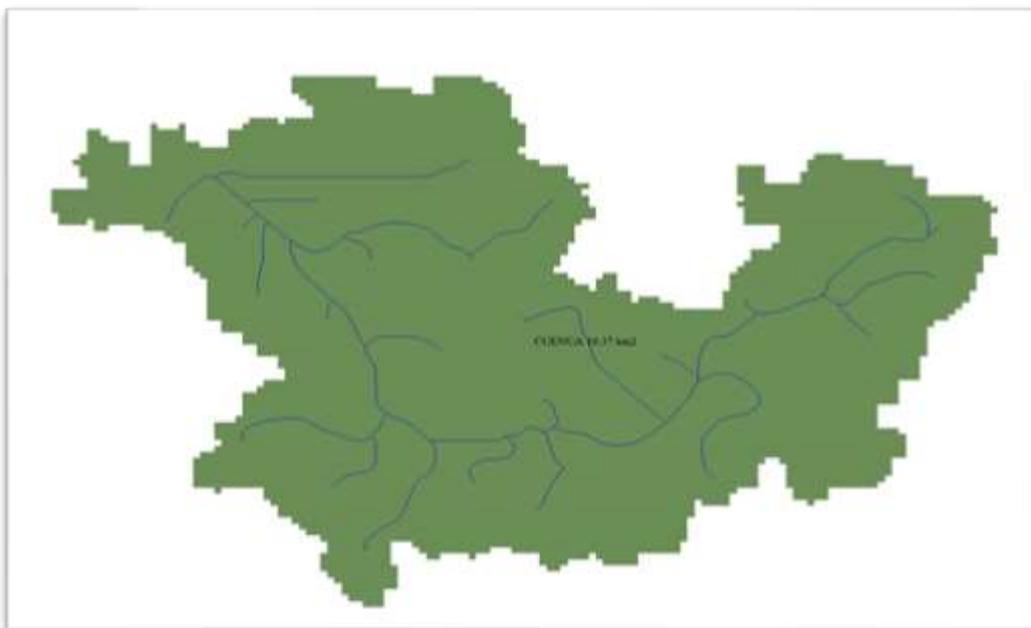


Fig. 16.02 área de cuenca.

# **ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS**

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ANÁLISIS QUIMICO POR AGRESIVIDAD

(ASTM D 2348)

<b>SOLICITA</b>	: PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA
<b>PROYECTO</b>	: "RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA C-01 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO
<b>FECHA</b>	: PIURA, FEBRERO DEL 2020.

MUESTRA	PROFUNDIDAD m.	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C - 1/M - 1	0.00 - 0.30	0.052	0.041	0.020	TRAZAS
C - 1/M - 2	0.30 - 2.00	0.060	0.043	0.019	TRAZAS
C - 1/M - 3	2.00 - 4.00	0.068	0.038	0.028	TRAZAS
C - 1/M - 4	4.00 - 6.00	0.071	0.032	0.022	TRAZAS

  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17684



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ANÁLISIS QUIMICO POR AGRESIVIDAD

(ASTM D 2348)

<b>SOLICITA</b>	: PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA
<b>PROYECTO</b>	: "RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA C-02 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO
<b>FECHA</b>	: PIURA, FEBRERO DEL 2020.

MUESTRA	PROFUNDIDAD m.	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C - 2/M - 1	0.00 - 1.00	0.064	0.042	0.030	TRAZAS
C - 2/M - 2	1.00 - 2.00	0.072	0.051	0.034	TRAZAS
C - 2/M - 3	2.00 - 4.00	0.068	0.049	0.037	TRAZAS
C - 2/M - 4	4.00 - 6.00	0.062	0.043	0.036	TRAZAS

  
-----  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## CAPACIDAD PORTANTE y PRESION DE TRABAJO.

NORMA (ASTM D-1194)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCION DEL PUENTE SAN JOSE TIPO VIGA-LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERIOS TABLAZO NORTE DE LA UNION Y EL ALTO DE LA CRUZ.LA ARENA-PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <span style="float: right;"><i>Prof. : 2.00 - 6.00 m.</i></span>

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	g gr/cm <sup>3</sup>	c Kg/cm <sup>2</sup>	f	N <sup>o</sup> c	N <sup>o</sup> q	N <sup>o</sup> g	Qc Kg/cm <sup>2</sup>	Pt Kg/cm <sup>2</sup>
<b>CIMENTOS CORRIDOS</b>	2.00	0.80	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.10</b>	<b>0.70</b>
	3.00	0.80	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.08</b>	<b>1.03</b>
	4.00	0.80	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.05</b>	<b>1.35</b>
	5.00	0.80	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.03</b>	<b>1.68</b>
	6.00	0.80	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.00</b>	<b>2.00</b>
	2.00	1.00	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.14</b>	<b>0.71</b>
	3.00	1.00	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.11</b>	<b>1.04</b>
	4.00	1.00	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.09</b>	<b>1.36</b>
	5.00	1.00	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.06</b>	<b>1.69</b>
	6.00	1.00	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.04</b>	<b>2.01</b>
	2.00	1.20	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.17</b>	<b>0.72</b>
	3.00	1.20	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.15</b>	<b>1.05</b>
	4.00	1.20	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.12</b>	<b>1.37</b>
	5.00	1.20	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.10</b>	<b>1.70</b>
	6.00	1.20	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.07</b>	<b>2.02</b>
2.00	1.50	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.23</b>	<b>0.74</b>	
3.00	1.50	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.20</b>	<b>1.07</b>	
4.00	1.50	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.18</b>	<b>1.39</b>	
5.00	1.50	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.15</b>	<b>1.72</b>	
6.00	1.50	1.50	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.13</b>	<b>2.04</b>	

**DONDE:**

<b>g</b>	:	PESO VOLUMETRICO	<b>Df</b>	:	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
<b>f</b>	:	ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	<b>Pt</b>	:	PRESION DE TRABAJO : $Qc/F$
<b>Qc</b>	:	CAPACIDAD PORTANTE	<b>B</b>	:	ANCHO DE CIMIENTO y/o ZAPATAS
<b>N<sup>o</sup>q, N<sup>o</sup>g y N<sup>o</sup>c</b>	:	COEFICIENTES DE CAPACIDAD PORTANTE	<b>F</b>	:	FACTOR DE SEGURIDAD : <b>3</b>

*Hipolito Tume Chapa*  
 Dr. Hipolito Tume Chapa  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## CAPACIDAD PORTANTE y PRESION DE TRABAJO.

NORMA (ASTM D-1194)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCION DEL PUENTE SAN JOSE TIPO VIGA-LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERIOS TABLAZO NORTE DE LA UNION Y EL ALTO DE LA CRUZ.LA ARENA-PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <span style="float: right;"><i>Prof. : 2.00 - 6.00 m.</i></span>

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	g gr/cm <sup>3</sup>	c Kg/cm <sup>2</sup>	f	N <sup>o</sup> c	N <sup>o</sup> q	N <sup>o</sup> g	Qc Kg/cm <sup>2</sup>	Pt Kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTOS CORRIDOS	2.00	0.80	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.13</b>	<b>0.71</b>
	3.00	0.80	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.12</b>	<b>1.04</b>
	4.00	0.80	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.11</b>	<b>1.37</b>
	5.00	0.80	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.10</b>	<b>1.70</b>
	6.00	0.80	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.08</b>	<b>2.03</b>
	2.00	1.00	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.17</b>	<b>0.72</b>
	3.00	1.00	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.16</b>	<b>1.05</b>
	4.00	1.00	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.14</b>	<b>1.38</b>
	5.00	1.00	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.13</b>	<b>1.71</b>
	6.00	1.00	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.12</b>	<b>2.04</b>
2.00	1.20	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.20</b>	<b>0.73</b>	
3.00	1.20	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.19</b>	<b>1.06</b>	
4.00	1.20	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.18</b>	<b>1.39</b>	
5.00	1.20	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.17</b>	<b>1.72</b>	
6.00	1.20	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.15</b>	<b>2.05</b>	
2.00	1.50	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>2.25</b>	<b>0.75</b>	
3.00	1.50	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>3.24</b>	<b>1.08</b>	
4.00	1.50	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>4.23</b>	<b>1.41</b>	
5.00	1.50	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>5.22</b>	<b>1.74</b>	
6.00	1.50	1.52	0.001	28	16.5	6.5	2.3	<b>6.21</b>	<b>2.07</b>	

**DONDE:**

<b>g</b>	:	PESO VOLUMETRICO	<b>Df</b>	:	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
<b>f</b>	:	ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	<b>Pt</b>	:	PRESION DE TRABAJO : <b>Qc/F</b>
<b>Qc</b>	:	CAPACIDAD PORTANTE	<b>B</b>	:	ANCHO DE CIMIENTO y/o ZAPATAS
<b>N<sup>o</sup>q, N<sup>o</sup>g y N<sup>o</sup>c</b>	:	COEFICIENTES DE CAPACIDAD PORTANTE	<b>F</b>	:	FACTOR DE SEGURIDAD : <b>3</b>

*Hipolito Tume Chapa*  
 -----  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA (ASTM D 3080-72)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>	
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”	
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA	
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>	<i>Tipo de Ensayo : Natural</i>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020.	<i>Prof. : 2.00 - 6.00 m.</i>

HUMEDAD NATURAL						PESO VOLUMETRICO (con anillo)					
TARA	C.+M.H.	C.+M.S.	AGUA	P.M.S.	W	Nº ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	g
27.60	201.00	183.00	18.00	155.40	11.58	<b>19</b>	42.6	119.1	76.5	50.32	1.52
						<b>7</b>	45.1	118.6	73.5	50.32	1.46
						<b>11</b>	43.5	119.3	75.8	50.32	1.51

### Observaciones

Fecha Cons.

Fecha Corte

PROMEDIO HUMEDAD NATURAL **11.58** %

PROMEDIO PESO VOLUMETRICC **1.50** gr/cm<sup>3</sup>

PESO VOLUMETRICO SUMERGIDO

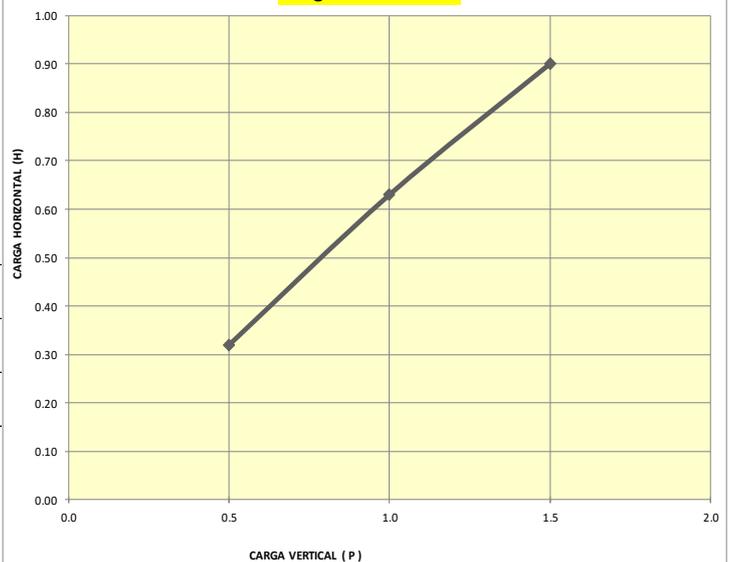
Nº ANILLO	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
Carga vertical	0.50	1.00	1.50
Carga horizontal	0.32	0.63	0.90

Tangente ( tg f ) **0.54**

Angulo de talud ( f ) **28 °**

Cohesion (C) **0.001** Kgr/cm<sup>2</sup>

### Diagrama de Corte



*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. Nº 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA (ASTM D 3080-72)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>	
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”	
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA	
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>	<i>Tipo de Ensayo : Natural</i>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020.	<i>Prof. : 2.00 - 6.00 m.</i>

HUMEDAD NATURAL						PESO VOLUMETRICO (con anillo)					
TARA	C.+ M.H.	C.+ M.S.	AGUA	P.M.S.	W	N° ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	g
27.60	188.50	172.00	16.50	144.40	11.43	<b>19</b>	42.6	120.4	77.8	50.32	1.55
						<b>7</b>	45.1	120.0	74.9	50.32	1.49
						<b>11</b>	43.5	119.9	76.4	50.32	1.52
<u>Observaciones</u>						<b>Diagrama de Corte</b>					
Fecha Cons.											
Fecha Corte											
PROMEDIO HUMEDAD NATURAL <b>11.43</b> %											
PROMEDIO PESO VOLUMETRICC <b>1.52</b> gr/cm <sup>3</sup>											
PESO VOLUMETRICO SUMERGIDO											
N° ANILLO	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>11</b>								
Carga vertical	0.50	1.00	1.50								
Carga horizontal	0.32	0.63	0.90								
Tangente ( tg f )	<b>0.54</b>										
Angulo de talud ( f )	<b>28</b> °										
Cohesion (C)	<b>0.001</b> Kgr/cm <sup>2</sup>										

*Hipolito Tume Chapa*  
 Dr. Hipolito Tume Chapa  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

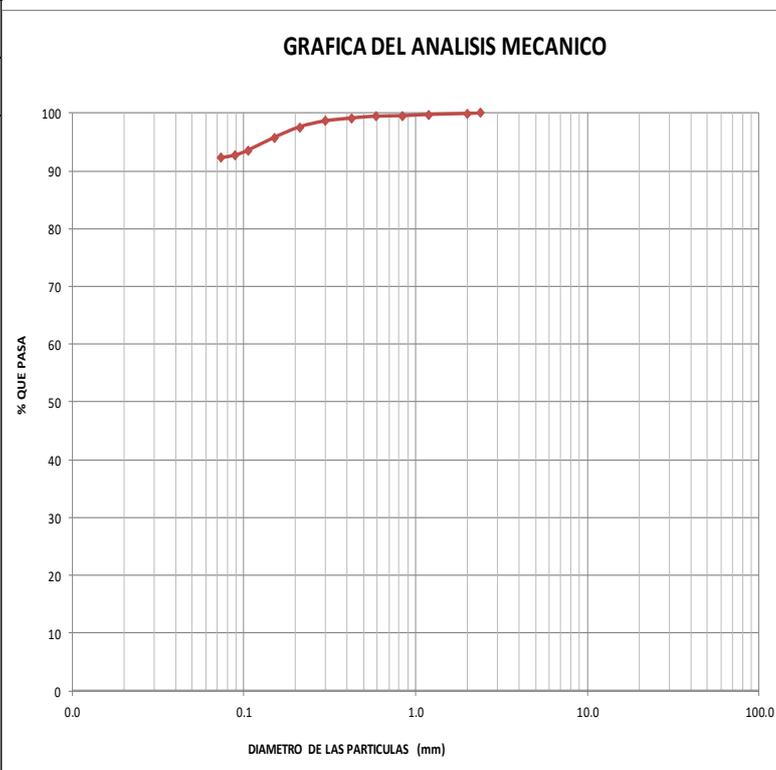
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 01/M - 2 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 0.30 - 2.00m.</b>

TAMIZ		C - 1 / M - 2	
STANDARD	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		
" 8	2.380		100.00
" 10	2.000	0.12	99.88
" 16	1.190	0.17	99.71
" 20	0.840	0.22	99.49
" 30	0.590	0.08	99.41
" 40	0.426	0.32	99.09
" 50	0.297	0.51	98.58
" 70	0.212	1.02	97.56
" 100	0.150	1.86	95.70
" 140	0.106	2.20	93.49
" 170	0.089	0.85	92.65
" 200	0.074	0.42	92.22
-200		92.22	0.00
GRAVAS		<b>0.00</b>	Observaciones
ARENAS		<b>7.78</b>	
LIMOS - ARCILLAS		<b>92.22</b>	
SUCS		<b>CL</b>	



  
 -----  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 **INGENIERO GEOLOGO**  
**CIP. N° 17604**



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

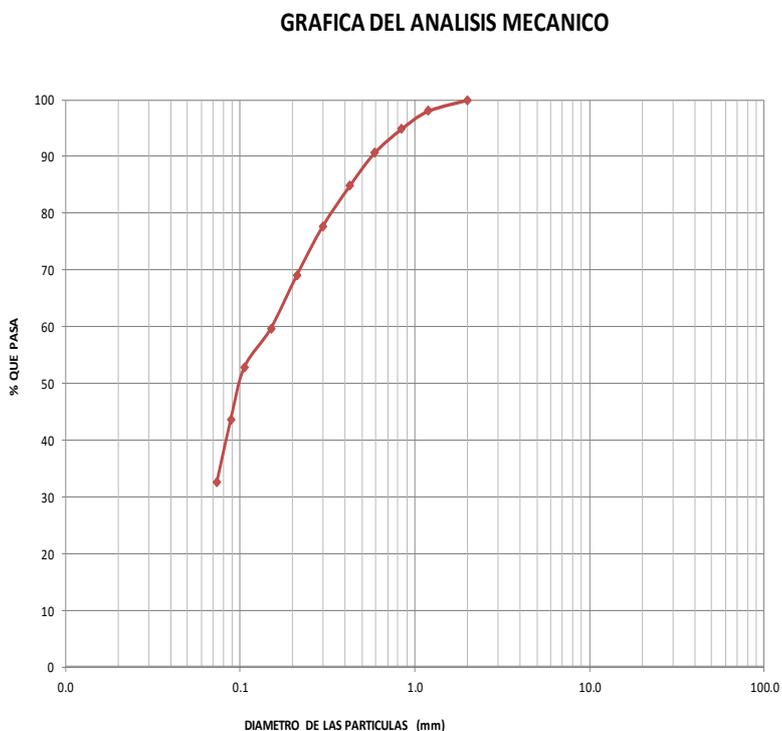
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 01/M - 3 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 2.00 - 4.00m.</b>

TAMIZ		C - 1 / M - 3	
STANDARD	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		
" 8	2.380		
" 10	2.000		100.00
" 16	1.190	1.97	98.03
" 20	0.840	3.16	94.87
" 30	0.590	4.21	90.66
" 40	0.426	5.79	84.87
" 50	0.297	7.24	77.63
" 70	0.212	8.55	69.08
" 100	0.150	9.47	59.61
" 140	0.106	6.84	52.76
" 170	0.089	9.08	43.68
" 200	0.074	11.18	32.50
- 200		32.50	0.00
GRAVAS	<b>0.00</b>	Observaciones	
ARENAS	<b>67.50</b>		
LIMOS - ARCILLAS	<b>32.50</b>		
SUCS	<b>SM</b>		



  
 -----  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

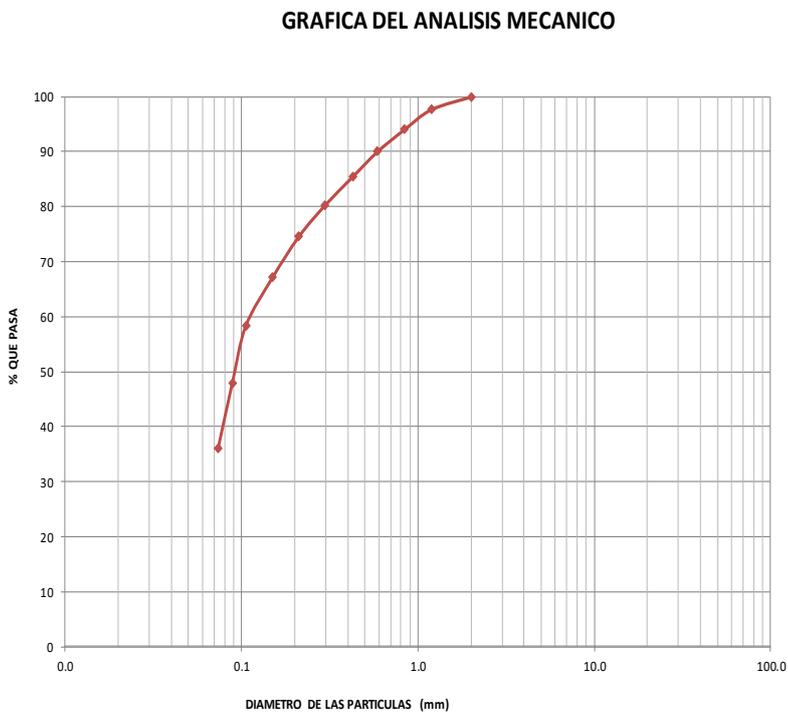
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 01/M - 4 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 4.00 - 6.00m.</b>

TAMIZ		C - 1 / M - 4	
STANDARD	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		
" 8	2.380		
" 10	2.000		100.00
" 16	1.190	2.31	97.69
" 20	0.840	3.61	94.08
" 30	0.590	4.04	90.04
" 40	0.426	4.62	85.42
" 50	0.297	5.20	80.22
" 70	0.212	5.63	74.59
" 100	0.150	7.51	67.09
" 140	0.106	8.81	58.28
" 170	0.089	10.39	47.89
" 200	0.074	11.84	36.05
- 200		36.05	0.00
GRAVAS		<b>0.00</b>	Observaciones
ARENAS		<b>63.95</b>	
LIMOS - ARCILLAS		<b>36.05</b>	
SUCS		<b>SM</b>	



  
 -----  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. Nº 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

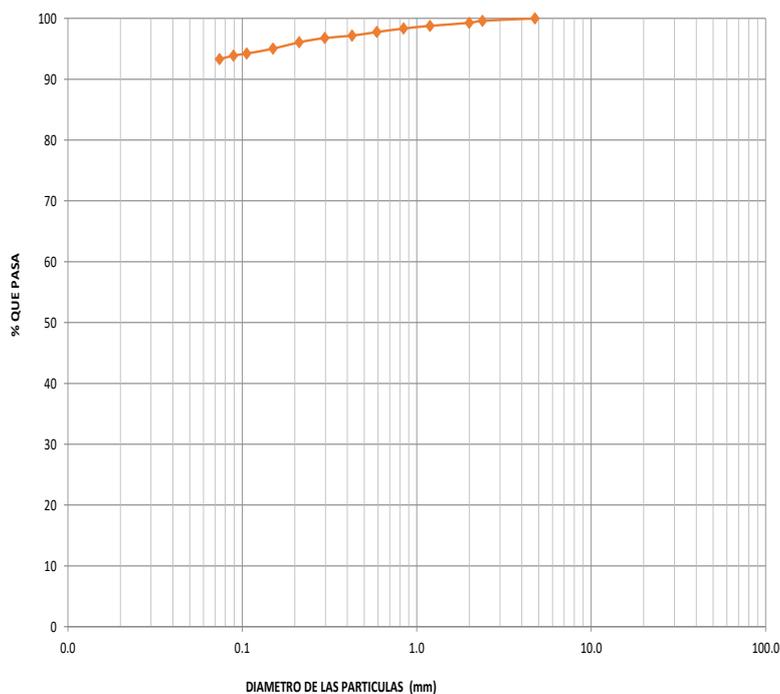
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 02/M - 2 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 1.00 - 2.00m.</b>

TAMIZ		C - 2 / M - 2	
STANDARD	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		100.00
" 8	2.380	0.39	99.61
" 10	2.000	0.33	99.28
" 16	1.190	0.50	98.78
" 20	0.840	0.44	98.34
" 30	0.590	0.57	97.77
" 40	0.426	0.59	97.17
" 50	0.297	0.39	96.78
" 70	0.212	0.70	96.09
" 100	0.150	1.06	95.03
" 140	0.106	0.79	94.24
" 170	0.089	0.34	93.90
" 200	0.074	0.59	93.31
- 200		93.31	0.00
GRAVAS		<b>0.00</b>	Observaciones
ARENAS		<b>6.69</b>	
LIMOS - ARCILLAS		<b>93.31</b>	
SUCS		<b>CL</b>	

GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO



*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

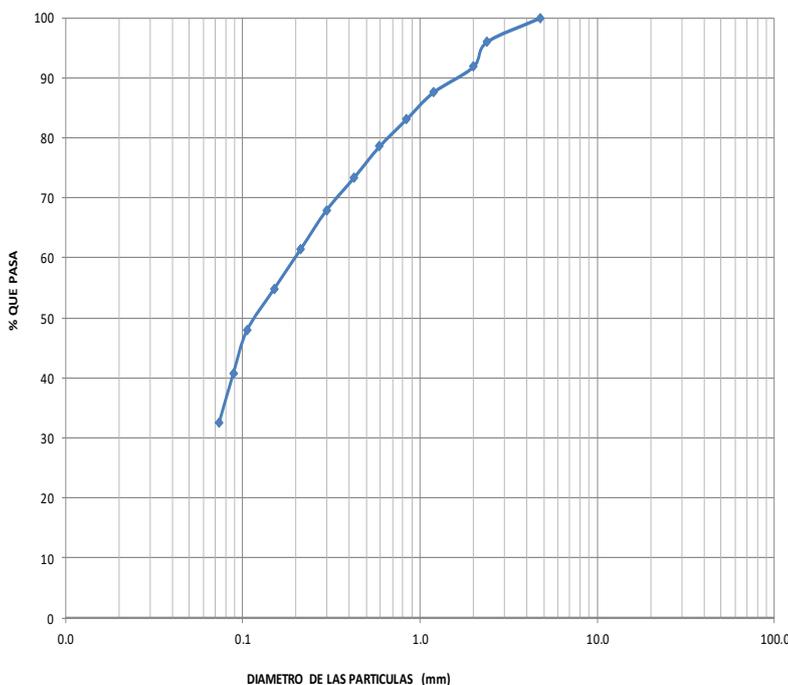
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 02/M - 3 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 2.00 - 4.00m.</b>

TAMIZ		C - 2 / M - 3	
STANDARD	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		100.00
" 8	2.380	4.02	95.98
" 10	2.000	4.12	91.86
" 16	1.190	4.27	87.59
" 20	0.840	4.47	83.12
" 30	0.590	4.57	78.54
" 40	0.426	5.13	73.42
" 50	0.297	5.48	67.94
" 70	0.212	6.53	61.41
" 100	0.150	6.63	54.77
" 140	0.106	6.83	47.94
" 170	0.089	7.14	40.80
" 200	0.074	8.19	32.61
- 200		32.61	0.00
GRAVAS	<b>0.00</b>	Observaciones	
ARENAS	<b>67.39</b>		
LIMOS - ARCILLAS	<b>32.61</b>		
SUCS	<b>SM</b>		

GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO



*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. Nº 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 02/M - 4 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 4.00 - 6.00m.</b>

TAMIZ		C - 2 / M - 4		GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA	
5" n.n	127.060			
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.520			
1/4"	6.500			
N°4	4.760			
" 8	2.380			
" 10	2.000			
" 16	1.190		100.00	
" 20	0.840	3.47	96.53	
" 30	0.590	4.63	91.90	
" 40	0.426	4.97	86.93	
" 50	0.297	5.21	81.72	
" 70	0.212	6.94	74.78	
" 100	0.150	10.42	64.36	
" 140	0.106	12.73	51.63	
" 170	0.089	6.94	44.69	
" 200	0.074	8.10	36.59	
- 200		36.59	0.00	
GRAVAS		<b>0.00</b>	Observaciones	
ARENAS		<b>63.41</b>		
LIMOS - ARCILLAS		<b>36.59</b>		
SUCS		<b>SM</b>		

*Hipolito Tume Chapa*  
 Dr. Hipolito Tume Chapa  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## HUMEDAD NATURAL

(ASTM D 2216)

	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020.

CALICATA Y MUESTRA	PROF. m.	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)			PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO	VACIO	AGUA	SUELO SECO	
C - 1 / M - 1	0.00 - 0.30	188	222.00	216.30	37.00	5.70	179.30	<b>3.18</b>
C - 1 / M - 2	0.30 - 2.00	15A	226.30	203.00	38.10	23.30	164.90	<b>14.13</b>
C - 1 / M - 3	2.00 - 4.00	12C	220.00	199.00	38.30	21.00	160.70	<b>13.07</b>
C - 1 / M - 4	4.00 - 6.00	9B	224.00	203.00	36.90	21.00	166.10	<b>12.64</b>

Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604





# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## HUMEDAD NATURAL

(ASTM D 2216)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020.

CALICATA Y MUESTRA	PROF. m.	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)			PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO	VACIO	AGUA	SUELO SECO	
C - 2 / M - 1	0.00 - 1.00	188	205.00	199.00	37.00	6.00	162.00	<b>3.70</b>
C - 2 / M - 2	1.00 - 2.00	15A	242.00	216.00	38.10	26.00	177.90	<b>14.61</b>
C - 2 / M - 3	2.00 - 4.00	12C	245.90	222.00	38.30	23.90	183.70	<b>13.01</b>
C - 2 / M - 4	4.00 - 6.00	9B	213.00	193.00	36.90	20.00	156.10	<b>12.81</b>

  
-----  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

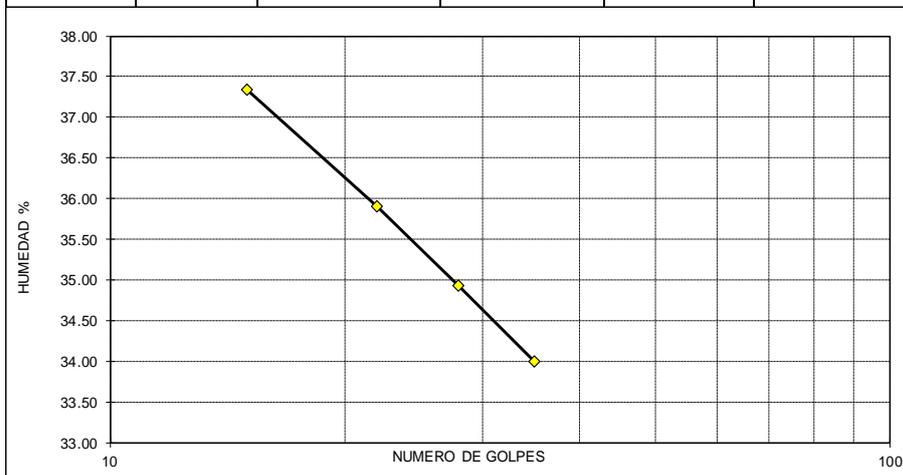
## LIMITES DE ATTERBERG

NORMA (ASTM D424-59)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 / M - 2 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 0.30 - 2.00m.</b>

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	3B	37.60	32.00	5.60	17.00	15.00	37.33
22	2A	35.57	30.40	5.17	16.00	14.40	35.90
28	5A	33.55	28.80	4.75	15.20	13.60	34.93
35	1A	31.08	27.10	3.98	15.40	11.70	34.00

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
2B	31.27	29.65	1.63	15.20	14.45	11.25	<b>18.55</b>
1B	30.30	27.20	3.10	15.20	12.00	25.85	



**L.L. = 32.60**  
**IP = 14.05**

**SUCS = "CL"**

*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

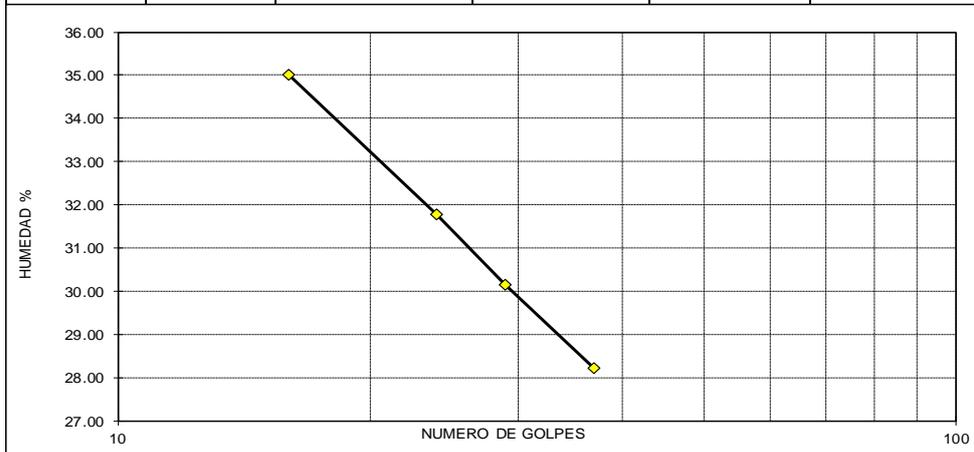
## LIMITES DE ATTERBERG

NORMA (ASTM D424-59)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 / M - 3 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <span style="float: right;"><b>PROF: 2.00 - 4.00m.</b></span>

1.- LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
16	1A	37.35	32.10	5.25	17.10	15.00	35.00
24	22	35.14	30.50	4.64	15.90	14.60	31.78
29	55	33.06	28.90	4.16	15.10	13.80	30.14
37	41	31.07	27.60	3.47	15.30	12.30	28.21

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
28	31.00	27.71	3.29	15.20	12.51	26.30	<b>23.52</b>
58	30.17	27.60	2.57	15.20	12.40	20.74	



<b>L.L. =</b>	<b>26.30</b>
<b>IP =</b>	<b>2.78</b>
<b>SUCS = "SM"</b>	

*Hipolito Tume Chapa*  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

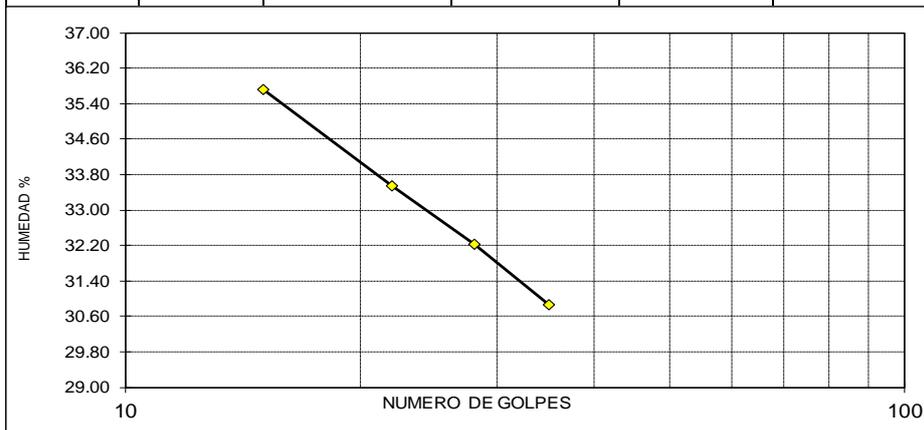
## LIMITES DE ATTERBERG

NORMA (ASTM D424-59)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 / M - 4 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <span style="float: right;"><b>PROF: 4.00 - 6.00m.</b></span>

1.- LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	34	67.90	60.90	7.00	41.30	19.60	35.71
22	154	63.37	57.80	5.57	41.20	16.60	33.55
28	55A	59.14	54.67	4.47	40.80	13.87	32.23
35	180	57.23	53.19	4.04	40.10	13.09	30.86

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
68	56.30	53.17	3.13	40.50	12.67	24.70	<b>24.25</b>
62A	56.89	53.70	3.19	40.30	13.40	23.81	



**L.L. = 26.88**  
**IP = 2.63**

**SUCS = "SM"**

*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## LIMITES DE ATTERBERG

NORMA (ASTM D424-59)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 / M - 2 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 1.00 - 2.00m.</b>

1.- LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
16	229	43.00	37.45	5.55	21.30	16.15	34.37
20	294	39.94	35.30	4.64	21.50	13.80	33.62
27	295	37.11	33.28	3.83	21.50	11.78	32.51
34	210	33.87	30.90	2.97	21.50	9.40	31.60

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
3A	27.89	26.52	1.37	15.70	10.82	12.66	<b>18.55</b>
2B	28.02	25.60	2.42	15.70	9.90	24.44	



**L.L. = 32.64**  
**IP = 14.09**

**SUCS = "CL"**

*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

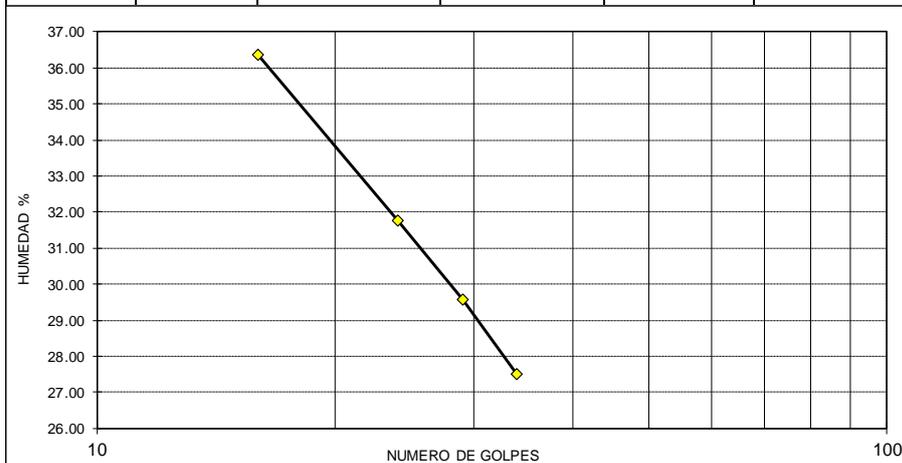
## LIMITES DE ATTERBERG

NORMA (ASTM D424-59)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 / M - 3 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 2.00 - 4.00m.</b>

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
16	54	57.20	52.00	5.20	37.70	14.30	36.36
24	100	54.54	50.60	3.94	38.20	12.40	31.77
29	57	52.51	49.70	2.81	40.20	9.50	29.58
34	49	50.00	47.80	2.20	39.80	8.00	27.50

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
2 B	27.80	25.15	2.65	15.30	9.85	26.90	<b>24.46</b>
1 B	28.80	26.40	2.40	15.50	10.90	22.02	



**L.L. = 27.01**  
**IP = 2.55**

**SUCS = "SM"**

*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

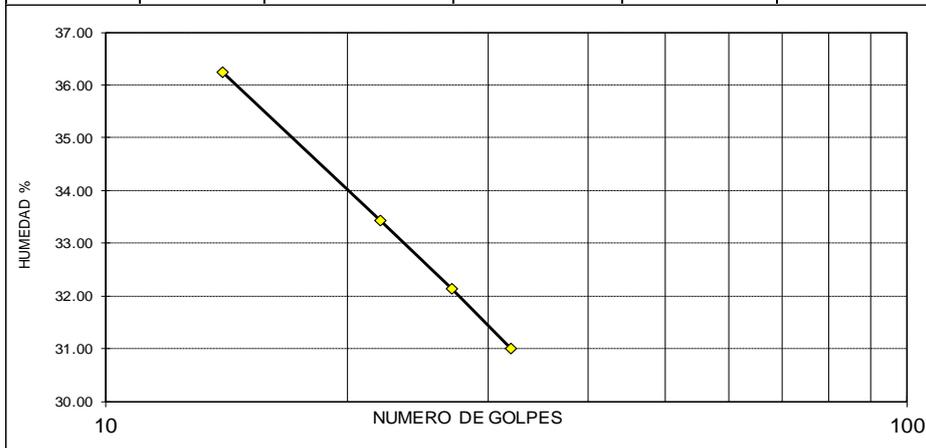
## LIMITES DE ATTERBERG

NORMA (ASTM D424-59)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 / M - 4 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 4.00 - 6.00m.</b>

1.- LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
14	1A	37.00	31.20	5.80	15.20	16.00	36.25
22	5A	36.55	31.15	5.40	15.00	16.15	33.44
27	4A	33.50	29.00	4.50	15.00	14.00	32.14
32	2B	32.20	28.20	4.00	15.30	12.90	31.01

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
1 B	28.45	25.91	2.54	15.20	10.71	23.72	<b>24.24</b>
2 B	28.40	25.80	2.60	15.30	10.50	24.76	



**L.L. = 26.92**  
**IP = 2.68**

**SUCS = "SM"**

*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

NORMA (ASTM D 2487)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <span style="float: right;"><b>PROF: 0.00 - 6.00m.</b></span>

PROFUNDIDAD METROS	SUCS	ESPESOR	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
0.00	<b>GC</b>		○ ○ ○ ○	Afirmado compactado existente.	<b>M1</b>
0.50	<b>CL</b>			Arcillas limosas de color marron, mediana plasticidad, semi compactas, humedas.	<b>M2</b>
1.00					
1.50	<b>SM</b>			Arenas finas con presencia de limos , mal graduadas , de color marron claro, baja plasticidad, semi compactas, humedas.	<b>M3</b>
2.00					
2.50					
3.00	<b>SM</b>			Arenas finas con presencia de limos , mal graduadas , de color marron claro, baja plasticidad, semi compactas, humedas.	<b>M4</b>
3.50					
4.00					
4.50					
5.00	<b>SM</b>			Arenas finas con presencia de limos , mal graduadas , de color marron claro, baja plasticidad, semi compactas, humedas.	<b>M4</b>
5.50					
6.00					

**NOTA:**

DURANTE LA EXCAVACIÓN DE LA CALICATA SE EVIDENCIO LA PRESENCIA DE LA NAPA FREÁTICA A 3.00 m. DE PROFUNDIDAD.

  
 -----  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

NORMA (ASTM D 2487)

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <span style="float: right;"><b>PROF: 0.00 - 6.00m.</b></span>

PROFUNDIDAD METROS	SUCS	ESPESOR	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
0.00					
0.50	<b>GC</b>			Afirmado compactado existente.	<b>M1</b>
1.00					
1.50	<b>CL</b>			Arcillas limosas de color marron, mediana plasticidad, semi compactas, humedas.	<b>M2</b>
2.00					
2.50					
3.00	<b>SM</b>			Arenas finas con presencia de limos , mal graduadas , de color marron claro, baja plasticidad, semi compactas, humedas.	<b>M3</b>
3.50					
4.00					
4.50					
5.00	<b>SM</b>			Arenas finas con presencia de limos , mal graduadas , de color marron claro, baja plasticidad, semi compactas, humedas.	<b>M4</b>
5.50					
6.00					

NOTA:

DURANTE LA EXCAVACIÓN DE LA CALICATA SE EVIDENCIO LA PRESENCIA DE LA NAPA FREÁTICA A 3.30 m. DE PROFUNDIDAD.

*Hipolito Tume Chapa*

Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604





# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

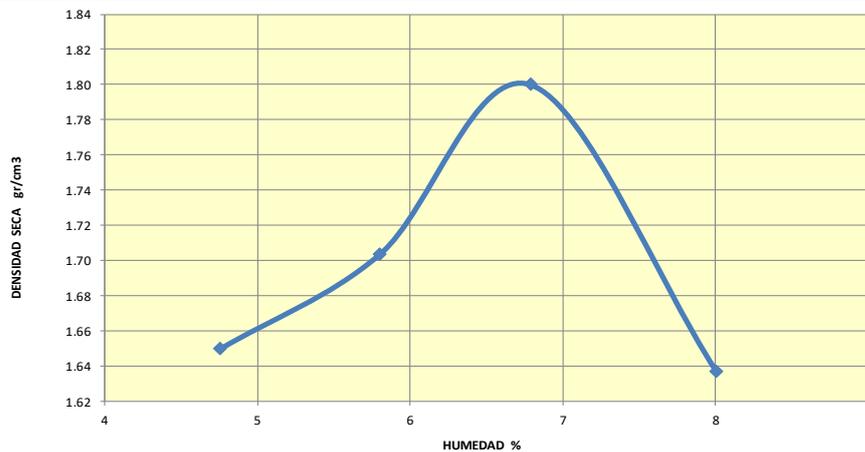
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE COMPACTACION

PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 / M - 2 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 0.30 - 2.00m.</b>

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+Molde	gr.	7559.0	7709.0	7880.0	7640.00
2- Peso Molde	gr.	4063.0	4063.0	4063.0	4063.00
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3496.0	3646.0	3817.0	3577.00
4- Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2023.0	2023.0	2023.0	2023.00
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm <sup>3</sup>	1.73	1.80	1.89	1.77
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	261.50	220.00	233.10	262.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	251.40	210.75	222.00	245.50
8- Peso Tara	gr.	38.95	40.25	58.65	39.40
9- Peso Agua (6-7)	gr.	10.10	9.25	11.10	16.50
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	212.45	170.50	163.35	206.10
11- Humedad % (9/10)x100	%	<b>4.75</b>	<b>5.80</b>	<b>6.79</b>	<b>8.01</b>
12- Densidad Seca :	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.65</b>	<b>1.70</b>	<b>1.80</b>	<b>1.64</b>



MUESTRA:

MOLDE N°	4
N° CAPAS	5
PESO MARTILLO	10 lb
ALTURA DE CAIDA	18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA	56

**DENSIDAD MAXIMA**

**1.80 Gr/cm<sup>3</sup>**

**HUMEDAD OPTIMA**

**6.79 %**

*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

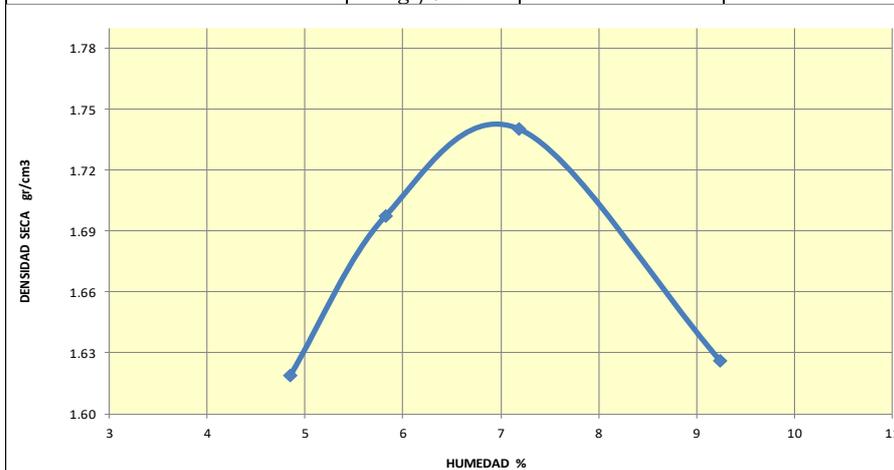
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE COMPACTACION

PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 / M - 3 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 2.00 - 4.00m.</b>

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+Molde	gr.	7600.0	7800.0	7960.0	7760.0
2- Peso Molde	gr.	4166.0	4166.0	4166.0	4166.0
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3434.0	3634.0	3794.0	3594.0
4- Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm <sup>3</sup>	1.697	1.796	1.875	1.777
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	285.30	257.00	211.00	202.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	274.00	245.00	199.40	188.30
8- Peso Tara	gr.	41.05	39.05	39.80	40.10
9- Peso Agua (6-7)	gr.	11.30	12.00	11.60	13.70
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	232.95	205.95	159.60	148.20
11- Humedad % (9/10)x100	%	<b>4.85</b>	<b>5.83</b>	<b>7.19</b>	<b>9.24</b>
12- Densidad Seca :	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.62</b>	<b>1.70</b>	<b>1.74</b>	<b>1.63</b>



SUCS	
MOLDE N°	<b>4</b>
N° CAPAS	<b>5</b>
PESO MARTILLO	<b>10 lb</b>
ALTURA DE CAIDA	<b>18 Pulg.</b>
N° GOLPES x CAP.	<b>56</b>
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>	<b>1.74 Gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	<b>7.19 %</b>

*Hipolito Tume Chapa*  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

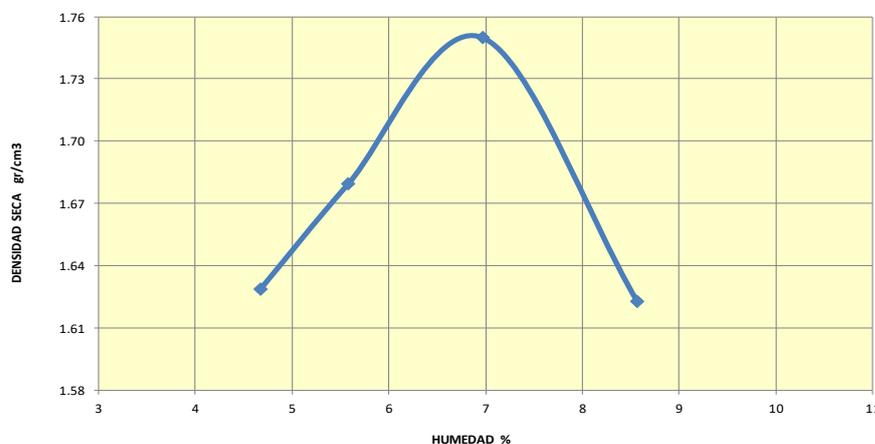
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE COMPACTACION

PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 / M - 4 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 4.00 - 6.00m.</b>

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+ Molde	gr.	7615.0	7753.0	7930.0	7730.0
2- Peso Molde	gr.	4166.0	4166.0	4166.0	4166.0
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3449.0	3587.0	3764.0	3564.0
4- Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm <sup>3</sup>	1.705	1.773	1.861	1.762
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	284.90	256.50	210.30	201.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	274.00	245.00	199.40	188.30
8- Peso Tara	gr.	41.05	39.05	39.80	40.10
9- Peso Agua (6-7)	gr.	10.90	11.50	10.90	12.70
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	232.95	205.95	159.60	148.20
11- Humedad % (9/10)x100	%	<b>4.68</b>	<b>5.58</b>	<b>6.97</b>	<b>8.57</b>
12- Densidad Seca :	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.63</b>	<b>1.68</b>	<b>1.75</b>	<b>1.62</b>



SUCS	
MOLDE N°	<b>4</b>
N° CAPAS	<b>5</b>
PESO MARTILLO	<b>10 lb</b>
ALTURA DE CAIDA	<b>18 Pulg.</b>
N° GOLPES x CAPA	<b>56</b>
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>	<b>1.75 Gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	<b>6.97 %</b>

*Hipolito Tume Chapa*  
**Dr. Hipolito Tume Chapa**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

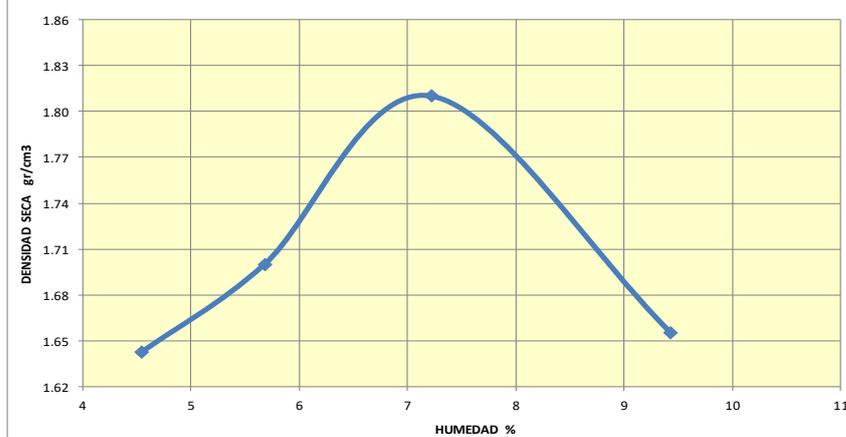
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE COMPACTACION

PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 / M - 2 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 1.00 - 2.00m.</b>

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+ Molde	gr.	7640.0	7800.0	7980.3	7830.8
2- Peso Molde	gr.	4166.0	4166.0	4166.0	4166.0
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3474.0	3634.0	3814.3	3664.8
4- Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm <sup>3</sup>	1.717	1.796	1.885	1.812
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	251.20	244.20	274.00	305.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	242.20	233.15	257.95	282.55
8- Peso Tara	gr.	44.35	38.65	39.15	44.60
9- Peso Agua (6-7)	gr.	9.00	11.05	16.05	22.45
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	197.85	194.50	218.80	237.95
11- Humedad % (9/10)x100	%	<b>4.55</b>	<b>5.68</b>	<b>7.22</b>	<b>9.43</b>
12- Densidad Seca :	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.64</b>	<b>1.70</b>	<b>1.81</b>	<b>1.66</b>



SUCS	
MOLDE N°	<b>4</b>
N° CAPAS	<b>5</b>
PESO MARTILLO	<b>10 lb</b>
ALTURA DE CAIDA	<b>18 Pulg.</b>
N° GOLPES x CAPA	<b>56</b>
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>	<b>1.81 Gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	<b>7.22 %</b>

*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE COMPACTACION

PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	"RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 / M - 3 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 2.00 - 4.00m.</b>

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+Molde	gr.	7690.6	7910.6	8060.0	7820.7
2- Peso Molde	gr.	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3409.3	3629.3	3778.7	3539.4
4- Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm <sup>3</sup>	1.685	1.794	1.868	1.750
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	105.00	133.60	144.50	125.20
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	102.80	129.75	137.75	118.45
8- Peso Tara	gr.	40.95	58.50	39.90	41.10
9- Peso Agua (6-7)	gr.	2.20	3.85	6.75	6.75
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	61.85	71.25	97.85	77.35
11- Humedad % (9/10)x100	%	<b>3.56</b>	<b>7.60</b>	<b>10.13</b>	<b>12.30</b>
12- Densidad Seca :	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.63</b>	<b>1.73</b>	<b>1.67</b>	<b>1.62</b>



SUCS	
MOLDE N°	<b>4</b>
N° CAPAS	<b>5</b>
PESO MARTILLO	<b>10 lb</b>
ALTURA DE CAIDA	<b>18 Pulg.</b>
N° GOLPES x CAPA	<b>56</b>
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>	<b>1.73 Gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	<b>7.60 %</b>

*Hipolito Tume Chapa*  
 Dr. Hipolito Tume Chapa  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

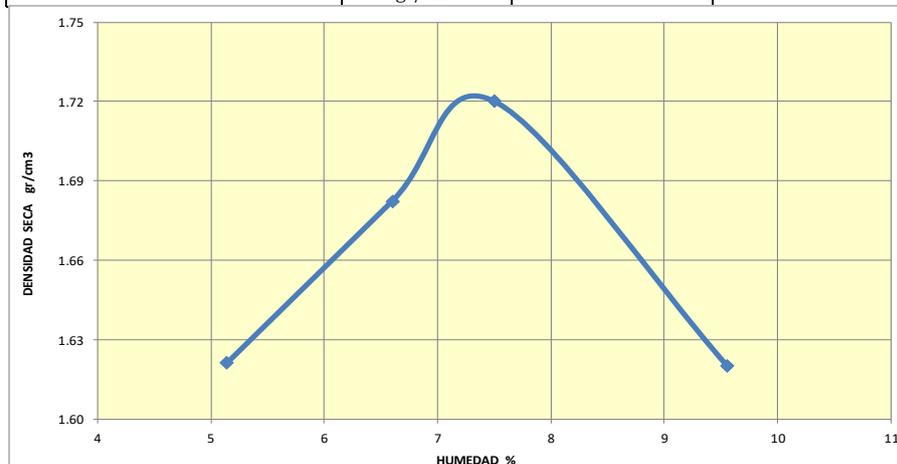
GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE COMPACTACION

PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 / M - 4 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020. <b>PROF: 4.00 - 6.00m.</b>

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+ Molde	gr.	7720.0	7900.0	8070.0	7920.0
2- Peso Molde	gr.	4272.2	4272.2	4272.2	4272.2
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3447.8	3627.8	3797.8	3647.8
4- Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm <sup>3</sup>	1.704	1.793	1.877	1.803
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	217.00	224.00	243.20	203.00
<b>7- Peso Tara y Suelo Seco</b>	gr.	208.45	212.90	229.35	188.80
<b>8- Peso Tara</b>	gr.	42.10	31.00	40.35	40.20
9- Peso Agua (6-7)	gr.	8.55	11.10	13.85	14.20
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	166.35	181.90	189.00	148.60
11- Humedad % (9/10)x100	%	<b>5.14</b>	<b>6.60</b>	<b>7.50</b>	<b>9.56</b>
12- Densidad Seca :	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.62</b>	<b>1.68</b>	<b>1.72</b>	<b>1.62</b>



SUCS	
MOLDE N°	4
N° CAPAS	5
PESO MARTILLO	10 lb
ALTURA DE CAIDA	18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA	56
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>	<b>1.72 Gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	<b>7.50 %</b>

*Hipolito Tume Chapa*  
 Dr. Hipolito Tume Chapa  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

MUESTREO DE SUELOS CON MUESTREADOR DE CAÑA PARTIDA

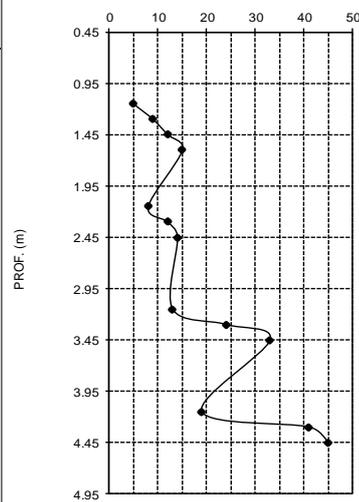
NORMA ASTM D1586-84

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-01 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020.

<b>DATOS DEL SONDAJE</b>	
<b>SONDAJE</b>	: CALICATA C-01 - ESTRIBO DERECHO AGUAS ABAJO
<b>LOCALIZACION</b>	: ESTRIBO DERECHO
<b>PROFUNDIDAD TOTAL DEL SONDAJE</b>	: 5.45
<b>METODO DE PERFORACION</b>	: BARRENO MANUAL
<b>METODO DE LIMPIEZA</b>	: BARRENO MANUAL - CAÑA PARTIDA
<b>METODO DE HINCADO MUESTREADOR</b>	: PERCUSIÓN
<b>DIAMETRO DE ENTUBADO</b>	: 5.080
<b>PROFUNDIDAD DE ENTUBADA</b>	: 1.000
<b>DIAMETRO INTERIOR MUESTREADOR</b>	: 4.00 cm.
<b>TIPO Y DIAMETRO VARILLAS PERFORACION</b>	: COMPACTO 3,2 cm.
<b>NIVEL INICIAL DE AGUA SUBTERRANEA</b>	: 3.00 m.

PROFUNDIDAD metros		N SPT	PENETRACION C / 0.30 m	ANGULO DE FRICCION f	COMPACIDAD RELATIVA	TIPO DE SUELO SUCS
DE	A					
1.00	1.15	5	0.15	26	MEDIA	CL
1.15	1.30	9	0.30	26	FIRME	CL
1.30	1.45	12	0.30	26	FIRME	CL
1.45	1.60	15	0.30	29	FIRME	CL
2.00	2.15	8	0.30	30	SUELTA	SM
2.15	2.30	12	0.30	30	FIRME	SM
2.30	2.45	14	0.30	30	FIRME	SM
3.00	3.15	13	0.30	29	FIRME	SM
3.15	3.30	24	0.30	29	MUY FIRME	SM
3.30	3.45	33	0.30	29	DENSA	SM
4.00	4.15	19	0.30	29	FIRME	SM
4.15	4.30	41	0.30	30	DENSA	SM
4.30	4.45	45	0.30	30	DENSA	SM

registro grafico del S.P.T.



*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604



# GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.  
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

## PRUEBA DE ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

MUESTREO DE SUELOS CON MUESTREADOR DE CAÑA PARTIDA

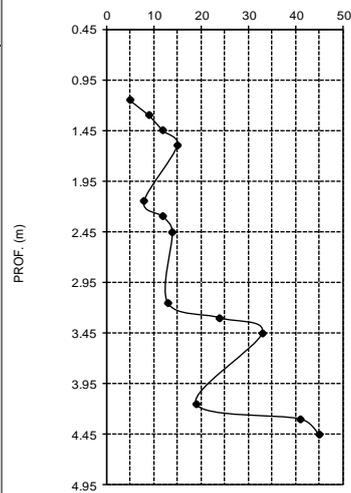
NORMA ASTM D1586-84

<b>SOLICITA</b>	:	<b>PERCY MORE DURAND / RAUL FLORES PEÑA</b>
<b>PROYECTO</b>	:	“RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SAN JOSÉ TIPO VIGA - LOSA EN MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS CASERÍOS TABLAZO NORTE DE LA UNIÓN Y EL ALTO DE LA CRUZ. LA ARENA- PIURA. 2020”
<b>UBICACIÓN</b>	:	LA UNION - PIURA
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C-02 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, FEBRERO DEL 2020.

<b>DATOS DEL SONDAJE</b>	
<b>SONDAJE</b>	: CALICATA C-02 - ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO
<b>LOCALIZACION</b>	: ESTRIBO DERECHO
<b>PROFUNDIDAD TOTAL DEL SONDAJE</b>	: 5.45
<b>METODO DE PERFORACION</b>	: BARRENO MANUAL
<b>METODO DE LIMPIEZA</b>	: BARRENO MANUAL - CAÑA PARTIDA
<b>METODO DE HINCADO MUESTREADOR</b>	: PERCUSIÓN
<b>DIAMETRO DE ENTUBADO</b>	: 5.080
<b>PROFUNDIDAD DE ENTUBADA</b>	: 1.000
<b>DIAMETRO INTERIOR MUESTREADOR</b>	: 4.00 cm.
<b>TIPO Y DIAMETRO VARILLAS PERFORACION</b>	: COMPACTO 3,2 cm.
<b>NIVEL INICIAL DE AGUA SUBTERRANEA</b>	: 3.30 m.

PROFUNDIDAD metros		N SPT	PENETRACION C / 0.30 m	ANGULO DE FRICCION f	COMPACIDAD RELATIVA	TIPO DE SUELO SUCS
DE	A					
1.00	1.15	6	0.15	26	MEDIA	CL
1.15	1.30	10	0.30	26	FIRME	CL
1.30	1.45	13	0.30	26	FIRME	CL
1.45	1.60	16	0.30	29	FIRME	CL
2.00	2.15	8	0.30	30	SUELTA	SM
2.15	2.30	13	0.30	30	FIRME	SM
2.30	2.45	15	0.30	30	FIRME	SM
3.00	3.15	14	0.30	29	FIRME	SM
3.15	3.30	25	0.30	29	MUY FIRME	SM
3.30	3.45	34	0.30	29	DENSA	SM
4.00	4.15	18	0.30	29	FIRME	SM
4.15	4.30	42	0.30	30	DENSA	SM
4.30	4.45	45	0.30	30	DENSA	SM

registro grafico del S.P.T.



*Hipolito Tume Chapa*  
Dr. Hipolito Tume Chapa  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. N° 17604

## Anexo 18. Panel fotográfico

### Conteo de tráfico



figura 18. 1. registro de datos



figura 18. 2. circulación de vehiculos

### Estudio topográfico



figura 18. 3. ejecución de levantamiento topográfico

## Estudio de la mecánica de suelos



**figura 18. 4.** ejecución de la calicata 1



**figura 18. 5.** vista general estudio SPT



**figura 18. 6.** perforación a través del tubo en la calicata.



**figura 18. 7.** muestras extraídas, mediante el tubo, aplicando golpes con la pesa



**figura 18. 8.** muestras extraídas de la calicata 1



**figura 18. 9.** calicata con profundidad 6 mts



**figura 18. 10.** vista general del SPT, con la primera muestra extraída.



**figura 18.11.** realizando la preparación para poder extraer la muestra



**figura 18.12.** muestra extraída a profundidad de 6 metros.



**figura 18.13.** perforación para la calicata 2



**figura 18.14.** verificando para realizar calicata 2



**figura 18.15.** muestra extraída mediante el tubo. muestra de arena con presencia de limos