

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Diseño del puente vehicular tipo arco en la carretera Zaña a La Otra Banda**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Abraham Junior Ayala Caruajulca**

**ASESOR**

**Carmen Chilon Muñoz**

<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

**Chiclayo, 2023**

**Diseño del puente vehicular tipo arco en la carretera Zaña a La  
Otra Banda**

PRESENTADA POR

**Abraham Junior Ayala Caruajulca**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

PRESIDENTE

José Alberto Acero Martínez

SECRETARIO

Carmen Chilon Muñoz

VOCAL

## **Dedicatoria**

A mis padres y a mi familia.

## **Agradecimientos**

A mis padres, por darme la oportunidad de ser profesional.

# DISEÑO DEL PUENTE VEHÍCULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA DE ZAÑA A LA OTRA BANDA

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>pt.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uprit.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>www.minem.gob.pe</b> Fuente de Internet	

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>15</b>
<b>I. Introducción.....</b>	<b>16</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
Objetivo general.....	21
Objetivos específicos.....	21
<b>II. Marco teórico.....</b>	<b>22</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>22</b>
<b>Bases teóricas.....</b>	<b>26</b>
<b>III. Metodología .....</b>	<b>29</b>
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	29
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.3. POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
3.4. MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
3.5. MUESTREO DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
3.6. CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	29
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	30
3.7.1.    TÉCNICAS .....	30
3.7.2.    INSTRUMENTO.....	31
3.7.3.    PROCEDIMIENTOS.....	31
3.7.3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	31
3.7.3.2. ESTUDIO DE SUELO (GEO-ELÉCTRICO). ....	31
3.7.3.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	31
3.7.3.4. ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PUENTE .....	32
3.7.3.5. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	32
3.7.3.6. DISEÑO DEL PUENTE .....	32
3.7.4.    PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	32
3.7.5.    CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	33
<b>IV. Resultados .....</b>	<b>34</b>

4.1. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA .....	34
4.2. ESTUDIO DE SUELO .....	36
4.3. ESTUDIO GEO-ELÉCTRICO .....	38
4.3.1. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS .....	38
4.3.2. TRABAJO DE GABINETE .....	40
4.3.3. INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	40
4.3.4. VALORES CUANTITATIVOS .....	40
4.3.5. VALORES CUALITATIVOS .....	43
4.3.6. SECCION GEOFÍSICA .....	50
4.3.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO GEO-ELÉCTRICO .....	50
4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	52
4.5. ESTUDIO HIDRÁULICO .....	74
4.6. ESTUDIO DE TRÁFICO .....	78
4.7. DISEÑO ESTRUCTURAL .....	89
4.7.1. Diseño de los perfiles – CSIBridge .....	96
4.7.2. Diseño de los perfiles por compresión y tracción. ....	118
4.7.3. Diseño de los perfiles a flexión - Trabe .....	131
4.7.4. Diseño de empalme Viga Horizontal .....	131
4.7.5. Diseño de empalme Viga Arco .....	131
4.7.6. Diseño de conexiones en viga Horizontal .....	131
4.7.7. Diseño de conexiones en viga Horizontal .....	131
4.7.8. Diseño de losa.....	132
4.7.9. Chequeo de la piza exterior .....	140
4.1. DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA - Estribo .....	145
4.1.1. Diseño de neopreno .....	164
4.2. DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA .....	170
4.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	174
4.3.1. RESUMEN EJECUTIVO. ....	174
4.3.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	174
4.3.3. MARCO LEGAL.....	175
4.3.3.1. MARCO LEGAL .....	175
4.3.3.2. NORMATIVA SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE .....	175
4.3.3.3. NORMATIVA SOBREGESTION DE RESIDUOS SOLIDOS.....	176
4.3.4. DESCRIPCION Y ANALISIS DEL PROYECTO. ....	176
4.3.5. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	185
4.3.6. LINEA DE BASE AMBIENTAL: .....	187

4.3.7.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES, .....	196
4.3.8.	IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	197
4.3.9.	PLAN DE PARTICIPACION CIUDADANA.....	205
4.3.10.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	210
4.3.10.1.	Programa de Prevención, Corrección y/o Mitigación Ambiental .....	210
4.3.10.2.	Programa de monitoreo ambiental .....	218
4.3.10.3.	Programa de asuntos sociales .....	218
4.3.10.4.	Programa de educación ambiental .....	218
4.3.10.5.	Programa de capacitación ambiental y seguridad.....	219
4.3.10.6.	Programa de contingencia .....	219
4.3.10.7.	Programa de cierre de obra .....	220
4.3.10.8.	Programa de inversiones.....	220
4.3.10.9.	Cronograma de actividades.....	221
4.3.11.	Descripción de los principales impactos por etapas del proyecto. ....	221
4.3.11.1.	Etapas pre construcción.....	221
4.3.11.2.	Etapas de construcción .....	222
4.3.12.	PLAN DE COMPENSACION AMBIENTAL, .....	223
4.3.13.	CONCLUSIONES, DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	223
4.3.14.	RECOMENDACIONES,.....	224
4.3.15.	Imágenes .....	224
<b>V.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>227</b>
<b>VI.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>227</b>
<b>VII.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>228</b>
<b>VIII.</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>229</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>229</b>
<b>IX.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>231</b>
	<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>231</b>
	<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>272</b>
	<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>277</b>
	<b>ANEXO 4 .....</b>	<b>294</b>
	<b>ANEXO 5 .....</b>	<b>338</b>
	<b>ANEXO 6 .....</b>	<b>369</b>

<b>ANEXO 7 .....</b>	<b>400</b>
<b>ANEXO 8 .....</b>	<b>405</b>
<b>ANEXO 9 .....</b>	<b>410</b>

## Lista de tablas

<b>TABLA N° 01: RANGO DE RESISTIVIDADES .....</b>	<b>41</b>
<b>TABLA N° 02: RANGOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCIÓN A LA CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA POR DEMANDA Y OROGRAFÍA .....</b>	<b>78</b>
<b>TABLA N° 01: INCREMENTO DE LA CARGA VIVA POR EFECTOS DINÁMICOS</b>	<b>282</b>

## Lista de figuras

<b>FIGURA N° 01: CRECIDA DEL CAUDAL EN TIEMPOS DE LLUVIA .....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA N° 02: UBICACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA N° 03: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA N° 04: propuesta del expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado la Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque” [4].....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA N° 05: ESQUEMA DEL FLUJO JUNTO A ESTRIBOS DE PUENTES. [13]</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA N° 06: SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE.....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA N° 07: PLANO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA N° 08: resultados de laboratorio [5].....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA N° 09: Datos de campo SEV’s 1.....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA N° 10: Datos de campo SEV’s 2.....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA N° 11: Datos de campo SEV’s 3.....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA N° 12: Datos de campo SEV’s 4.....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURAS N° 13, SEV 01.....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA N° 14, SEV 02.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA N° 15, SEV 03.....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA N° 16, SEV 04.....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA N° 17, SECCIÓN GEO-FÍSICA.....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA N° 18: Diagrama de los principales afluentes al río Zaña [4].....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA N° 19 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 1 año [4] .....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURA N° 20 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 2 años [4] .....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA N° 21 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 5 años [4] .....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA N° 22 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 10 años [4] .....</b>	<b>64</b>

<b>FIGURA N° 23 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 25 años [4] .....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA N° 24: Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 50 años [4] .....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA N° 25: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 2 años [4] .....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA N° 26: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 5 años [4] .....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA N° 27: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 10 años [4] .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA N° 28: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 25 años [4] .....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA N° 29: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 50 años [4] .....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA N° 30: Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 50 años - propia [4].....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA N° 31: Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 50 años - propia [4].....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA N° 32: cuadro resumen de los caudales máximos de diseño para los métodos de Gumbel y nash [4]. .....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA N° 33: cuadro diseño de sección del canal [4]. .....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA N° 30: cuadro del primer día de conteo vehicular [4]. .....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA N° 31: cuadro del segundo día de conteo vehicular [4]. .....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA N° 32: cuadro del tercer día de conteo vehicular [4]. .....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA N° 33: cuadro del cuarto día de conteo vehicular [4]. .....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA N° 34: cuadro del quinto día de conteo vehicular [4]. .....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA N° 35: cuadro del sexto día de conteo vehicular [4]. .....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA N° 36: cuadro del séptimo día de conteo vehicular [4]. .....</b>	<b>86</b>
<b>FIGURA N° 37: promedio de vehículos diarios que transitan por la zona [4]. .....</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA N° 38: volumen de tráfico diario [4]. .....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA N° 39: promedio de vehículos diarios que transitan por la zona [4]. .....</b>	<b>89</b>
<b>FIGURA N° 40: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO .....</b>	<b>96</b>

<b>FIGURA N° 41: RESULTADO DE LA VIGA EN ARCO DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA N° 42: SECCIÓN DE LA VIGA TENSORA .....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA N° 43: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>99</b>
<b>FIGURA N° 44: SECCIÓN DE LA MONTANTE .....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA N° 45: RESULTADO DE LA MONTANTE DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE .....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA N° 46: RESULTADO DE LA MONTANTE DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE .....</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA N° 47: SECCIÓN DE LA DIAGONAL .....</b>	<b>103</b>
<b>FIGURA N° 48: RESULTADO DE LA DIAGONAL DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE .....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA N° 49: RESULTADO DE LA DIAGONAL DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE .....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA N° 50: SECCIÓN DEL TRABE DE CIERRE .....</b>	<b>106</b>
<b>FIGURA N° 51: RESULTADO DE LA TRABE DE CIERRE DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>107</b>
<b>FIGURA N° 52: SECCIÓN DE TRABE ENTRE EL INICIO Y EL CENTRO.....</b>	<b>108</b>
<b>FIGURA N° 53: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>109</b>
<b>FIGURA N° 54: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO .....</b>	<b>110</b>
<b>FIGURA N° 55: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>111</b>
<b>FIGURA N° 56: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO .....</b>	<b>112</b>
<b>FIGURA N° 57: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA N° 58: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO .....</b>	<b>114</b>
<b>FIGURA N° 59: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>115</b>
<b>FIGURA N° 60: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO .....</b>	<b>116</b>
<b>FIGURA N° 61: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE.....</b>	<b>117</b>

<b>FIGURA 062. MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA:.....</b>	<b>186</b>
<b>FIGURA 63. MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA:.....</b>	<b>187</b>
<b>FIGURA 64. MAPA REGIÓN DE LAMBAYEQUE: .....</b>	<b>188</b>
<b>FIGURA 65. MAPA PROVINCIAL DE CHICLAYO .....</b>	<b>188</b>
<b>FIGURA 66. MAPA DE ACCESIBILIDAD AL DISTRITO DE ZAÑA. ....</b>	<b>189</b>
<b>FOTO N° 67: Parte media de la cuenca Zaña .....</b>	<b>195</b>
<b>FOTOGRAFÍA N° 68: CÍRCULOS GIGANTES ABANDONADOS. ....</b>	<b>196</b>
<b>FOTOGRAFÍA N° 69: POBLADORES UTILIZANDO EL AGUA PARA LAVAR VEHÍCULO. ....</b>	<b>197</b>
<b>FIGURA N°70: PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 198</b>	
<b>FOTOGRAFÍA N° 71: POBLADORES DE LA ZONA.....</b>	<b>208</b>
<b>FOTOGRAFÍA N° 72: POBLADORES DE LA ZONA.....</b>	<b>209</b>

## **Resumen**

La presente investigación brinda el marco teórico, criterios de selección, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos, los procedimientos realizados, el plan de procesamiento y análisis de datos y por último las consideraciones éticas, para el desarrollo de la tesis “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA”, el cual beneficiará a los moradores de los centros poblados de La Otra Banda, San Rafael, etc. El puente diseñado es un puente tipo arco con una longitud de 100m, el puente será metálico y para su protección se diseñó la defensa ribereña tipo gavión.

Palabra clave: puente, vehicular, arco

### **Abstract**

This research provides the theoretical framework, selection criteria, as well as the data collection techniques and instruments, the procedures carried out, the data processing and analysis plan and finally the ethical considerations, for the development of the thesis "DESIGN FROM THE ARCO-TYPE VEHICULAR BRIDGE ON THE ZAÑA TO LA OTRA BANDA ROAD", which will benefit the residents of the populated centers of La Otra Banda, San Rafael, etc. The bridge designed in an arch-type bridge with a length of 100m, the bridge will be metallic and for its protection the gabion-type riparian defense was designed.

**Keywords:** bridge, vehicular, arch

## I. Introducción

Según Claros [1], el arte de construir puentes tiene su origen en la misma prehistoria. Puede decirse que nace cuando un buen día se le ocurrió al hombre prehistórico derribar un árbol en forma que, al caer, enlazara las dos riberas de una corriente sobre la que deseaba establecer un vado. La genial ocurrencia le eximía de esperar a que la caída casual de un árbol le proporcionara un puente fortuito. También utilizó el hombre primitivo losas de piedra para salvar las corrientes de pequeña anchura cuando no había árboles a mano. En cuanto a la ciencia de erigir puentes, no se remonta más allá de unos siglos y nace precisamente al establecerse los principios que permitían conformar cada componente a las fatigas a que le sometieran las cargas.

La comunicación entre pueblos y ciudades es una necesidad importante, para el bienestar y el desarrollo del país.

El presente trabajo tiene como finalidad dar solución a un problema de incomunicación entre los diferentes pueblos y caseríos del distrito de Zaña; los cuales, quedan incomunicados en los periodos de lluvias el caudal del río Zaña crece y destruye, todo tipo de estructura; la cual, sirve para conectar pueblos y caseríos del distrito de Zaña.

### **FIGURA N° 01: CRECIDA DEL CAUDAL EN TIEMPOS DE LLUVIA**



(Fuente: RPP Noticias)

En dicha figura-en la figura anterior-en la figura N°1 se observa la crecida descomunal del caudal y la destrucción total del puente artesanal de madera junto con el pequeño badén, el cual está cubierto por el nivel del agua. (Fuente RPP Noticias) [2].

El distrito de Zaña se encuentra sobre el margen derecho del río Zaña, unos 45 km al sur de la provincia de Chiclayo, a una altitud de 95 m.s.n.m., y dentro de la jurisdicción del departamento de Lambayeque. [3]

Zaña, está conformado por los siguientes centros poblados: Huaca Rajada, Popan Bajo, San Sebastián, San Rafael, San Nicolas, Palomino, Collique Bajo, Huaca Rajada, La Otra Banda, Sipán, Saltur Y Zaña (Comunicación personal, alcalde de Zaña, 15 de agosto del 2019).

Según Rocha [3], el río Zaña nace en la cordillera de los Andes alrededor de los 3800 m.s.n.m. y su longitud hasta su desembocadura en el mar, en el distrito de Lagunas, Chiclayo, Lambayeque, es de apenas 110 km. Políticamente, se trata de lo que en términos actuales llamaríamos una cuenca birregional (Cajamarca y Lambayeque).

El río Zaña pasa entre, la ciudad de Zaña, San Rafael, Palomino, la Otra banda; además, del caserío las tres compuertas y el limón; los pobladores, para poder trasladarse a la ciudad de Zaña, tienen que cruzar el río, a través de un puente artesanal de madera; el cual, es de uso peatonal, y para el paso vehicular hacen uso/utilizan de un pequeño badén; los cuales, son construidos por los mismos pobladores y la municipalidad.

A lo largo de su historia; el río Zaña, a transportado importantes volúmenes de agua, según los registros de la estación hidrométrica El Batán, ubicada en el distrito de Oyotún, con código 201001, durante el año 2017; año en el que se produjo el último fenómeno del niño, pasaron 371.80 m<sup>3</sup>/s de agua, desde que se tienen reportes este es el mayor caudal que ha transportado el río Zaña.

Como es de esperarse, en los tiempos de lluvia, el caudal de río aumenta, de tal manera que el puente colgante artesanal, de madera, y el badén quedan inservibles; ya que, estos son arrastrados por el turbulento caudal. Esto ocurre año tras año, dejando incomunicados a los pueblos ya mencionados; generando problemas en la:

- ✓ Educación; dado que los estudiantes no pueden asistir a sus respectivos centros educativos (colegios, institutos, universidad, etc.) y cuando baja el caudal tienen que pasar por unos botes, arriesgando su vida.
- ✓ Económicos; ya que los agricultores no pueden sacar sus productos y poder venderlos, generándoles que el costo del transporte de sus productos se eleve o se malogre su producto.
- ✓ Económicos; para las personas (del distrito de Zaña) que trabajan en las empresas que están cruzando el río, esto es grave ya que, en la mayoría de las familias es el único sustento económico.

- ✓ Económico, las empresas privadas que están pasando el río no pueden contar con el personal suficiente, generándoles pérdidas ya sea porque las semillas se malogran o por pérdida de los productos que, están listos para las cosechas o ya están listos para ser transportados.
- ✓ Salud, en una emergencia las personas no pueden ser trasladadas al centro de salud del distrito de Zaña; los médicos, enfermeras, etc. tampoco pueden llegar al centro de Salud de La Otra banda, lo cual deja a la deriva la salud de estos pobladores.

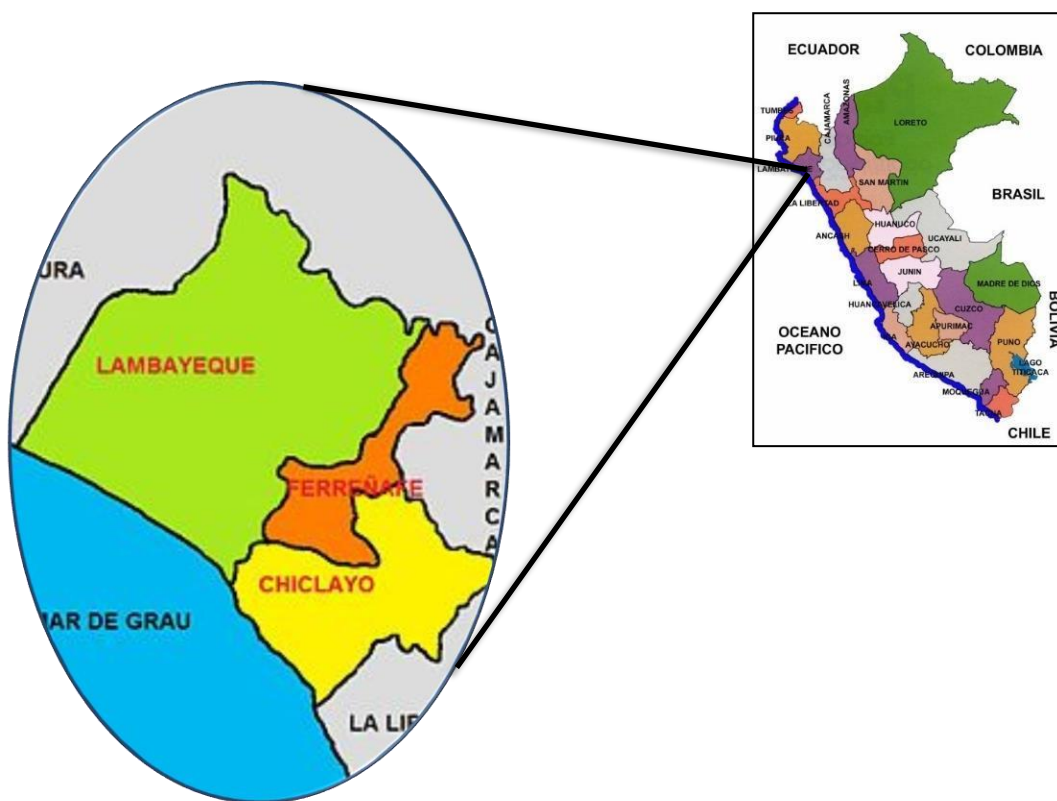
Las coordenadas del puente son:

Latitud 6°55'48.03"S

Longitud 79°35'0.80"O

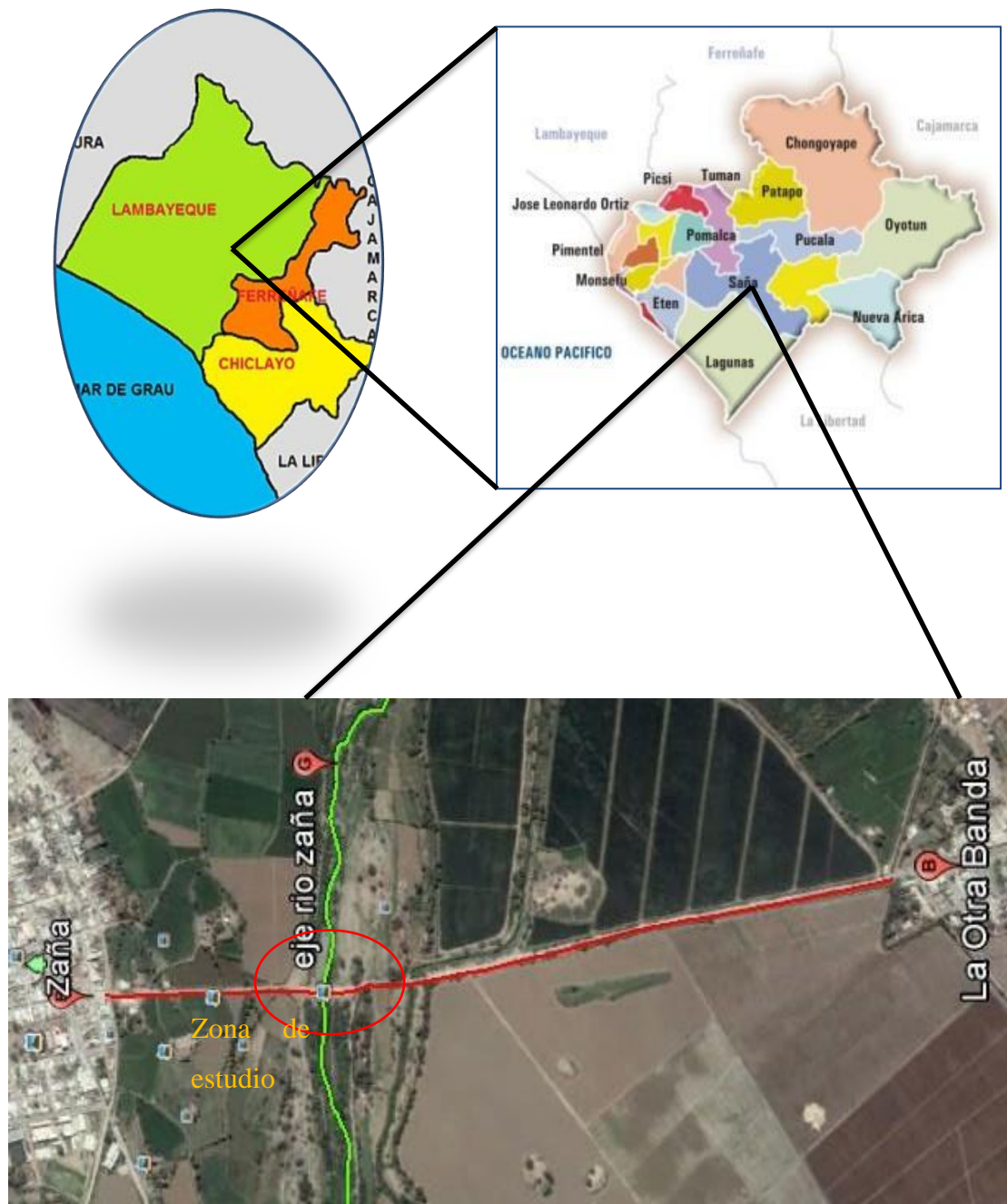
Aproximadamente a 700m de la plaza de armas de Zaña.

**FIGURA N° 02: UBICACIÓN**



(Fuente: propia)

FIGURA N° 03: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



(Fuente: propia)

**CUADRO 1: CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE ZAÑA**

LOCALIDAD	TIPO DE POBLACIÓN
Zaña	Urbana
La Otra Banda	Urbana
Saltur	Urbana
Sipan	Urbana
Huaca Rajada	Rural
Collique bajo	Rural
San Sebastian	Rural
La unión de collique	Rural
Popan alto	Rural
Popan bajo	Rural
Naylamp	Rural
Camino del Inca	Rural
Mata Indio	Rural
Salitral	Rural
San Rafael	Rural
El Potrero	Rural

(Fuente: INEI)

Esta investigación propone diseñar un puente vehicular, para poner fin a este problema que se ha venido presentado desde la fundación de Zaña el 29 de noviembre de 1563 bajo el nombre de “Villa Santiago de Miraflores”.

La construcción de un puente acabaría con los problemas de comunicación que presentan año tras año los pueblos de La otra banda, San Rafael, Palomino y caseríos.

El puente dará solución a los siguientes problemas:

- ✓ Educación; permitirá el paso a los estudiantes para que estos puedan asistir a sus respectivos centros de estudio.
- ✓ Económicos; los agricultores podrían sacar sin ninguna dificultad sus productos y, no sufrir sobre costos de transporte o pérdida parcial de ellos.
- ✓ Económicos; las personas del distrito de Zaña puedan ejercer normalmente sus actividades laborales en las empresas que se encuentran pasando el Río Zaña, y así tener una vida digna.
- ✓ Económicos; las empresas pueden contar con el personal necesario para las distintas labores como la siembra y la cosecha de sus productos
- ✓ Salud; las personas serían trasladadas de inmediato al centro de salud del distrito de Zaña, pudiéndose de esta manera salvar la vida de personas en un estado crítico

Un puente, acabaría con todos estos problemas, dando mejor calidad de vida a los pobladores, que año tras año sufren por el colapso del puente colgante y del badén

## **OBJETIVOS**

### ***Objetivo general***

- ✓ Diseñar del puente vehicular tipo arco en la carretera Zaña a la Otra Banda.

### ***Objetivos específicos***

- ✓ Realizar los estudios de topografía.
- ✓ Conocer el perfil estratigráfico del suelo, mediante el estudio geo-eléctrico.
- ✓ Obtener las características físicas y mecánicas a partir del estudio geo-eléctrico.
- ✓ Determinar la profundidad mínima para la ubicación de la cimentación.
- ✓ Estimar el caudal máximo de diseño hasta la ubicación del puente, a través de los datos obtenidos de la estación hidrométrica el Batán.
- ✓ Determinar el nivel mínimo para la ubicación del tablero del puente.
- ✓ Diseñar la superestructura tipo arco.
- ✓ Diseñar la subestructura.
- ✓ Elaborar los planos de la súper estructura.
- ✓ Elaborar los planos de la sub estructura.
- ✓ Elaborar el estudio de costos unitarios.
- ✓ Determinar el impacto ambiental.

## II. Marco teórico

### *Antecedentes*

En los últimos años, no se han realizado ninguna infraestructura sostenible para tratar de solucionar este problema, lo único que se hace es construir; un puente artesanal de palos y madera, y una pequeña alcantarilla la cual está conformada por: sacos de arena y tierra; aquello es realizado por los pobladores y municipalidad.

En el gobierno 2015 – 2018 se intentó hacer una alcantarilla, que reemplazaría la pequeña alcantarilla y así tratar de solucionar la poca comunicación existente entre los pueblos, en tiempos de lluvias. Empezaron a armar los moldes que servirían para darle forma a la alcantarilla; sin embargo, el proyecto no continuó, dichos moldes se pueden observar a un costado del río; los cuales, se encuentran armados, pero están abandonados desde el año 2017. En la actualidad se habla que una empresa privada va a construir el puente por un pago de impuestos; pero, provías nacional, el gobierno regional y la municipalidad distrital de Zaña, saben algo de dicho proyecto.

En el 2015 Provías Nacional, y, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones concretaron la obra extemporáneamente del puente carbón en Salvación (provincia del Manu, región Madre de Dios), la construcción del puente fue postergada durante 40 años; los pobladores tuvieron que arriesgar sus vidas muchas veces para poder trasladarse; además, en época de lluvia era muy difícil que la ayuda llegue a los damnificados. El puente Carbón también abre otras posibilidades a los habitantes. Según Luz Braños Franco, directora general del Instituto Superior Manu, el nuevo puente servirá para desplazar con seguridad a los alumnos que realicen pasantías al otro lado de la ribera.

- **Expediente técnico “CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO – LAMBAYEQUE” [4].**

Expediente técnico realizado en el periodo de gobierno del Sr. Marco Antonio Hernández Briones en el año 2017, con código SNIP 342844.

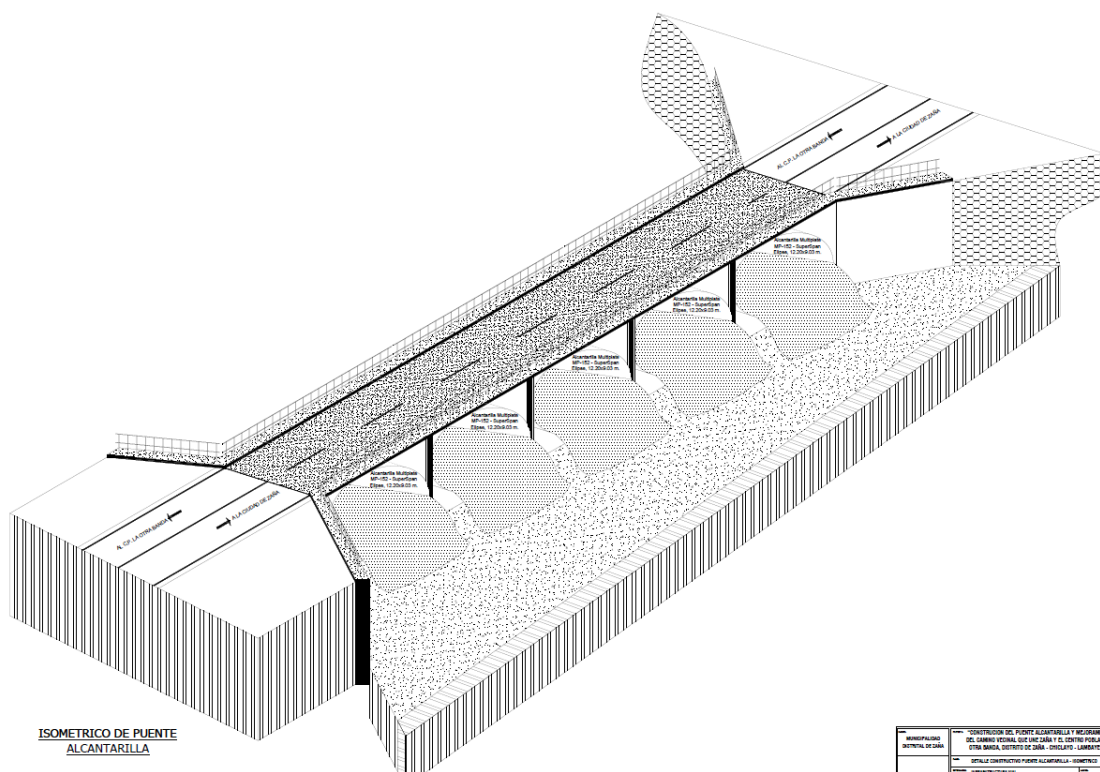
Este expediente propone mejorar el camino vecinal que une el pueblo tradicional de Zaña y el centro poblado La Otra Banda, y tiene como inicio, la progresiva 0+000 km la cual está en la calle prolongación Tarata, esta es una calle al exterior del pueblo tradicional de Zaña y tiene

como punto final la progresiva 1+728.57 km, la cual está ubicada en una alcantarilla a la entrada del centro poblado La Otra Banda.

Este proyecto plantea la construcción de una alcantarilla entre las progresivas 0+480km y 0+600km, como solución al problema de este trabajo de investigación, pretende solucionar la incomunicación entre el pueblo tradicional de Zaña y los diferentes centros poblados que se encuentran al otro lado del río Zaña.

La alcantarilla propuesta consta de, 5 alcantarillas multiplate super span modelo elipse 43SE26, la cuales está rodeadas con material seleccionado, el parte inferior proponen una losa de concreto para evitar la socavación local, en la parte superior platean constuir una losa de rodadora de 7.20m de ancho.

**FIGURA N° 04: propuesta del expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado la Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque” [4].**



(Fuente: expediente técnico [4])

- **Estudio de suelo “MECÁNICA DE SUELO PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO – LAMBAYEQUE” [5]**

Este estudio lo realizó la empresa “MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.”, en base a este estudio se realizó el expediente técnico, siendo el ing. Jaime Augusto Vergara Pérez el responsable del estudio y el Sr. Juan Vallejos Cortez el jefe de laboratorio.

Se realizaron 4 calicatas a lo largo de todo el camino, siendo la calicata C – 2 la que se tomará en cuenta para continuar con la presente investigación.

- **EL MEGA NIÑO DE 1720: LA INUNDACIÓN DE ZAÑA Y LAS FALLAS EN LA PLANIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA, 2015, ARTURO ROCHA FELICES. [3]**

295 años después el Ing. Arturo Rocha, tomando en cuenta la climatología histórica y las consideraciones meteorológicas, hidráulicas, hidrológicas, económicas, estructurales y urbanísticas del desastre ocurrido. Concluye que a lo largo de la historia de ZAÑA ocurrieron grandes lluvias [3]

Rocha recomienda tener cuidado con la planificación del uso de la tierra, frente a los fenómenos presentadas por las grandes avenidas de agua los cuales pueden generar problemas como socavación o desborde del río Zaña. [3]

- **ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA BLANCH, 2013, IMNSA INGENIEROS CONSULTORES S.A. [6]**

El estudio en mención muestra los resultados del Estudio Hidrológico e Hidráulico que se realizó para poder diseñar el en la quebrada Blanch, la cual se encuentra sobre la Ruta Nacional 801 en el cantón de Talamanca, provincia de Limón, Costa Rica [6]

El objetivo general del estudio es conocer la geometría requerida y cuales son las condiciones hidráulicas e hidrológicas para el diseño de un nuevo puente en la quebrada de Blanch, el cual reemplazaría el paso existente. [6]

El método racional se utilizó para el análisis hidrológico, utilizándose los datos de intensidad-duración-periodo de retorno de la estación Limón. Con dicho método se obtuvo el caudal máximo instantáneo para diversos periodos de retorno analizados, estos resultados se emplearon para el modelo hidráulico. [6]

Se realizó un modelo unidimensional en el software HEC-RAS, para poder analizar el comportamiento hidráulico en el tramo de estudio, en la quebrada Blanch.

Con ayuda del software HEC-RAS se realizó el modelo hidráulico en la quebrada Blanch, haciendo uso de las secciones transversales obtenidas de la topografía realizada en la zona, también se levantó el puente existente y se proyectó la nueva geometría propuesta acorde a las especificaciones mínimas del MOPT. Del modelamiento se obtuvieron los siguientes resultados: número de Froude, velocidad de flujo, elevación del nivel de agua, profundidad, entre otros datos. [6]

Los resultados obtenidos permitieron determinar las características geométricas básicas para el puente y así este opere en condiciones óptimas, para evitar la socavación y la inundación del puente en los niveles máximos de agua. [6]

Realizado el análisis hidráulico se calculó la socavación local y la socavación general, siguiendo el método que plantea la Federal Highway Administration (FHWA NHI 01-001). De esta forma se estimó cuál sería la socavación potencial esperada en las subestructuras del puente. [6]

El análisis hidrológico estimó los caudales máximos instantáneos en la zona donde se construirá el nuevo puente, los periodos de retorno se estimaron entre 1 y 100 años. Los valores fluctúan entre 13,59 m<sup>3</sup>/s (1 año) y 31,34 m<sup>3</sup>/s (100 años). [6]

La geometría que se propone para el puente, y siguiendo los criterios y recomendaciones del Departamento de Puentes del MOPT, la luz de puente se estimó en 14,5 m, y un nivel de fondo de viga debe a la cota 68,61 msnm\*. Se realizó una simulación en HEC-RAS con la nueva geometría que se propone, confirmándose que la nueva sección no tendría ningún problema con la creciente estimada para un periodo de retorno de 100 años (31,34 m<sup>3</sup>/s) y con una altura libre de 2,84 m entre el nivel máximo al que llega el agua y la más baja de la viga del puente. [6]

- **MÉTODOS GEO-ELÉCTRICOS PARA LA PROSPECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA, 2008, DR. GEÓLOGO MIGUEL AUGE. [7]**

Informe del Dr. Geólogo en donde explica los distintos métodos para realizar un estudio geo-eléctrico, utilizando dispositivos lineales como la configuración de Schlumberger o configuración Wenner.

Explica y proporciona parámetros para realizar el sondeo eléctrico vertical según el requerimiento que se desee.

Brinda información para el correcto análisis de los resultados luego de haber procesado los datos obtenidos en el trabajo de campo realizado previamente.

Finalmente concluye diciendo que algunos métodos geofísicos de prospección resultan de gran utilidad para descifrar el comportamiento del agua subterránea. Entre estos, los de uso más generalizados son los eléctricos o geo-eléctricos y en particular los sondeos eléctricos verticales (SEV) y las calicatas eléctricas (CE). [7]

- **FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTO DE MASAS DE LA CUENCA DEL RIO ZAÑA**

Proyecto que busca dar solución a las inundaciones que se generan en épocas del fenómeno del niño, para solucionar este problema proponen un encauzamiento del río y en los tramos del río donde sea necesario se crearán defensas ribereñas.

### ***Bases teóricas***

#### **Puente**

Estructura requerida para atravesar un accidente geográfico, un obstáculo natural o artificial. Además, se considera a la estructura, cuya luz entre ejes de apoyo es igual o mayor que 6.00 m (20 ft) y que forma parte de una carretera o está localizado sobre o por debajo de ella. [8]

#### **Distrito de Zaña**

El distrito de Zaña se encuentra en la provincia de Chiclayo, región Lambayeque, en un valle de llanuras del mismo nombre, se encuentra a 51 km de Chiclayo y a una altitud aproximada de 46 msnm, el clima es seco y variado, las estaciones tienen una marcada diferencia.

Las coordenadas del distrito de Zaña son:

Latitud: 6°55'26.55"S

Longitud: 79°35'0.90"O

#### **Topografía**

El levantamiento topográfico se realizará con una estación total de esa manera tratar de cometer el menor error posible en las lecturas que se tomen en campo, se tomarán puntos a lo largo de río en su sección transversal cada 20 m a 50m y de los desniveles que se crea conveniente levantar o puedan influenciar directamente en el análisis hidráulico de la zona de estudio. [10].

#### **Criterios hidrológicos.**

Para el diseño hidrológico de obras mayores se el período de retorno de 200 años o más, ya que cuando el costo de las obras es elevado se requiere una protección adecuada ante las posibles eventualidades máximas. [11]

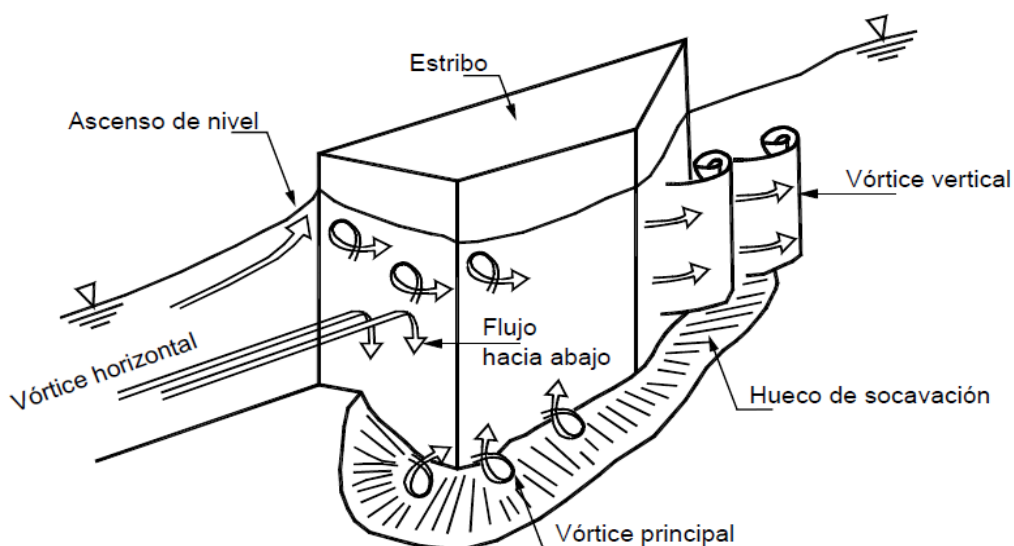
### Cálculo hidráulico.

Determinar el cálculo hidráulico para la sección de un puente significa, calcular la capacidad hidráulica de la sección de escurrimiento, es decir calcular si el flujo pasa adecuadamente por la sección transversal del puente, luego determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) y por último estimar el nivel de socavación que se produciría en la sección del puente. [12]

### Socavación

La socavación es una falla frecuente producido por un fenómeno hidrodinámico que afecta las cimentaciones de los puentes. Este fenómeno es la combinación de distintos procesos que se producen ya sea por el paso de avenidas (aumento de caudal) o se produce a lo largo del tiempo. La socavación es de carácter estimativo. [13]

**FIGURA N° 05: ESQUEMA DEL FLUJO JUNTO A ESTRIBOS DE PUENTES. [13]**



(Fuente: J. SUÁREZ DÍAZ, CONTROL DE EROSIÓN EN ZONAS TROICALES, BUCARAMANGA: Universidad Industrial de Santander, 2011)

### Períodos de retorno

Es el porcentaje de los años de ocurrencia de un evento extremo por lo que, si un suceso extraordinario se presenta cada T años, su probabilidad es de  $1/T$ . [14]

- **Manual de puentes, ministerio de transportes y comunicaciones – 2018 [8]**

Los puentes en el Perú se planean, analizan y diseñan según las consideraciones que presente este manual. [8]

- **AASHTO 2017 LRFD Bridge Design Specifications, 2017, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 2017)**

Norma Norte Americana la cual proporciona especificaciones técnicas destinadas al diseño, evaluación y rehabilitación de puentes de carretera tanto fijos como móviles. Estas especificaciones establecen los requisitos mínimos necesarios para garantizar la seguridad pública. [15]

- **Manual de carreteras: diseño geométrico, ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, MTC.**

Manual que regula las condiciones mínimas para el diseño de carreteras. [16]

- **Manual de hidrología, hidráulica y drenaje; ministerio de transporte y comunicaciones, 2018, MTC [12]**

Normas que proporciona los parámetros hidráulicos e hidrológicos necesarios para el diseño, de obras de infraestructura vial. [12]

- **Puentes con AASTHO-LRFD 2014, Arturo Rodríguez Serquén [9]**

Libro escrito por el Ing. Rodríguez Serquén teniendo en cuenta los parámetros de AASTHO-LRFD 2014, en el que nos brinda recomendaciones generales las cuales nos permitirán determinar la mejor ubicación y tipo de puente para salvar un vano de la manera más óptima posible.

Hace un breve pero conciso resumen de las cargas actuantes en los puentes, factores de carga y también brinda el peso de distintos vehículos, explica como debe ser el análisis si se utilizara el vehículo HL-93.

En su libro desarrolla un sin número de ejemplo explicando y haciendo referencia al código antes mencionado, explica como determinar las cargas actuantes en el puente, el diseño de algunos tipos de superestructuras, el diseño de subestructura y también el diseño de los apoyos (neopreno).

Cabe resaltar que este libro es uno de los principales referentes a nivel pre grado y post grado.

### **III. Metodología**

#### ***3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN***

##### **✓ Descriptiva**

El presente de trabajo es de tipo descriptiva; ya que, se realizaron estudios para conocer las características y propiedades de la zona en donde se desarrollará la tesis.

##### **✓ No experimental**

Es de tipo no experimental, dado que el investigador no puede alterar el objetivo de la investigación; ya que, se observan lo fenómenos o acontecimientos, tal y como se dan en su contexto natural; y después, poder analizarlos.

##### **✓ Transversal**

Es de tipo transversal; debido a que, los estudios se realizaron en un momento único con el fin de describir las variables que se utilizarán para el diseño del puente

#### ***3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN***

Es de nivel cualitativo; ya que, el fin de la investigación es diseñar el puente; lo cual, se obtiene de un diseño no experimental.

#### ***3.3. POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN***

Representa a todos los puentes tipo arco de la región Lambayeque

#### ***3.4. MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN***

Son todos los puentes de la provincia de Chiclayo

#### ***3.5. MUESTREO DE LA INVESTIGACIÓN***

El muestreo de la investigación es el “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA”.

#### ***3.6. CRITERIOS DE SELECCIÓN***

La delimitación de la zona de estudio, se basó en tratar de darle continuidad a la carretera existente, afortunadamente esa parte de la trayectoria del río es recta aproximadamente 500m aguas arriba y 500 abajo.

El segundo criterio; fue, determinar la ubicación en donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales (SEV); estos se hicieron en las orillas del río, siguiendo la trayectoria de la

carretera, en total se hicieron 4 SEV intuyendo la posible ubicación de los estribos, con el fin de conocer los estratos del suelo.

Como tercer criterio, fue determinar el área en donde se realizó la topografía de la zona. Se determinó que el levantamiento sería 500m aguas arriba y 500 aguas, con el fin de poder realizar los estudios hidráulicos.

Por recomendación del jurado de proyecto de tesis, basándose en que gran parte de los pilares fallan, se recomendó/se acordó determinar un puente de una sola luz, es decir; el puente a diseñar no tendría que tener pilares centrales. Por tal motivo y por las recomendaciones que brinda SIMA (Servicios Industriales de la Marina) en su catálogo de puentes, y la información proporcionada por el Ing. Abelardo De La Torre, en la cual determina un ancho aproximado de 100m; se planteó diseñar un puente tipo arco de una sola luz.

### **3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **3.7.1. TÉCNICAS**

- ✓ **Observación directa:** Se realizó visitas a las zonas específicas.
- ✓ **Análisis de referencias bibliográficas y expediente técnico “FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTO DE MASAS DE LA CUENCA DEL RIO ZAÑA”**

Se utilizó los resultados brindados por el responsable del proyecto el Ing. Abelardo de la Torre, para estudio de hidrología e hidráulica de la cuenca del río Zaña.

El ancho del puente será respecto al resultado de dicho proyecto; ya que, determinará el ancho del río.

Las defensas ribereñas serán tomadas según las proyectadas.

La topografía se realizó in situ.

Para conocer los estratos del suelo se realizaron 4 SEV (sondaje eléctrico vertical)

Para obtener los datos del estudio de tráfico, se realizó un conteo de todos los vehículos que pasan por dicha zona.

- ✓ **Evaluación: los datos se analizaron con los softwares correspondientes.**

**Los datos obtenidos del levantamiento topográfico serán analizados en el software Civil 3D**

En software Ipi2win se analizó los datos obtenidos de los sondajes eléctricos.

El software, se utilizó para el análisis de los datos hidrológicos obtenidos de la estación Batán.

El análisis estructural, se realizó con el software CSIBridge tomando en cuenta los parámetros de diseño proporcionados por el manual de puentes.

### **3.7.2. INSTRUMENTO**

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos y para los obtener resultados, fueron: los formatos de hojas elaboradas el autor de esta investigación, las cuales algunas son hojas de Excel y otras hojas creadas en Matlab, éstas hojas se encuentran en anexos (Números de anexos)

### **3.7.3. PROCEDIMIENTOS**

#### **3.7.3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

Para determinar el área, a ser levantada, se tuvo en cuenta las recomendaciones que brinda el manual de puentes; con lo cual, se determinó hacer el levantamiento de 500m aguas arriba y 500 aguas abajo, adicionalmente se tomó la topografía del proyecto “Formulación del plan integral para el control de inundaciones y movimiento de masas de la cuenca del rio Zaña”, brindada por el Ing. Abelardo de la Torre, se ubicaron puntos fijos para su optimo replanteo los cuales son los postes que se encuentran en la trayectoria de la carretera.

#### **3.7.3.2. ESTUDIO DE SUELO (GEO-ELÉCTRICO).**

El estudio geo-eléctrico, se realizó a través de 4 sondajes eléctricos verticales (SEVs). Como, no existe alguna norma que determine la cantidad y la ubicación en donde se tenga que realizar dichos SEVs, se realizaron 4 SEVs; para determinar la ubicación en donde se realizaron dichos SEVs, se tuvo que intuir la posible ubicación de los estribos a cada lado del eje principal de río, el tercer SEV, se hizo lo más cercano al eje principal del río y el 4to SEV se realizó a un extremo de la sección transversal del río.

#### **3.7.3.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO**

Se tomaron datos del trabajo realizado por el Ing. Abelardo de la Torre en el proyecto “FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTO DE MASAS DE LA CUENCA DEL RIO ZAÑA”.

#### **3.7.3.4. ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PUENTE**

Para este estudio se utilizaron datos del proyecto “FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTO DE MASAS DE LA CUENCA DEL RIO ZAÑA” y también se realizó un estudio hidráulico en el software HEC-RAS.

#### **3.7.3.5. ESTUDIO DE TRÁFICO**

Se contabilizó y se identificó la cantidad de vehículos que circulan durante una semana.

#### **3.7.3.6. DISEÑO DEL PUENTE**

El puente será diseñado con la ayuda de softwares y con hojas de cálculo, siguiendo las normas peruanas correspondientes.

### **3.7.4. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **FASE 1**

1. Reconocimiento de la zona de estudio, se realizó visita a la zona del proyecto y en varias ocasiones se presencié el problema de la información de los pueblos Zaña y la Otra Banda.
2. Se determinó el área para realizar el levantamiento topográfico.
3. Se estableció los puntos para realizar los sondajes eléctricos verticales (SEVs).
4. Se realizó el estudio geo-eléctrico (4 SEVs).
5. Se ejecutó el levantamiento topográfico.
6. Se buscó información hidrométrica de la estación Batán.
7. Los datos hidrológicos fueron obtenidos de la pág. Web del Senamhi
8. Se recolectó información, manuales, normas, etc. Para el correcto procesamiento de los dos datos obtenidos anteriormente

#### **FASE 2**

9. Procesar datos topográficos en el civil 3D y crear las secciones transversales
10. Se creo lo planos topográficos
11. Se determinó los estratos del suelo, luego de trabajar los datos obtenidos del trabajo para el estudio geo-eléctrico.
12. Se clasificó el tipo de suelo
13. Se determinó el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME)

14. Delimitar el ancho estable del río
15. Se especificó el ancho del puente
16. Se propuso las defensas ribereñas adecuadas

### **FASE 3**

17. Se diseñó la super estructura
18. Se diseñó la losa de rodadura
19. Se diseñó los estribos
20. Se diseñó los accesos para el puente

### **FASE 4**

21. Se dibujó los planos de la super estructura
22. Se dibujó los planos de la losa de rodadura
23. Se dibujó los planos de los estribos
24. Se dibujó el plano general del puente

### **FASE 5**

25. Se elaboró el estudio de costos
26. Se programó la ejecución de la obra

### **FASE 6**

27. Presentación y sustentación de Tesis

#### ***3.7.5. CONSIDERACIONES ÉTICAS***

- ✓ Consentimiento informado: la municipalidad de Zaña fue informada que se realizaría un estudio en la zona para el diseño de un puente, la cual otorgó su permiso y consentimiento.
- ✓ Valor de la tesis: el presente proyecto busca dar solución, a un problema que se viene generando desde hace muchos años y, que año tras año son los pobladores del otro lado del valle los afectados.
- ✓ Honestidad, compromiso y respeto: como futuro profesional me comprometo a realizar un trabajo de investigación honesto y verídico, a no adjudicarse como propios trabajos realizados por otras personas y a siempre ser leal a mis principios y valores inculcados en casa y en mi alma mater USAT.

## **IV. Resultados**

### **4.1. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA**

Para los estudios de topografía se siguieron las recomendaciones que proporciona el Manual de Puentes del MTC [8], siguiendo sus objetivos y alcances, los planos se realizaron a escala entre 1:500 y 1:2000 con curvas de nivel a intervalos de 1m.

El objetivo de este estudio es conocer la morfología del terreno, proporcionar información base para los siguientes estudios básicos de ingeniería y poder precisar la ubicación y dimensión de las estructuras, con la finalidad de poder elaborar el adecuado “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA”, distrito de Zaña, provincia Chiclayo, región Lambayeque.

#### **TRABAJO DE CAMPO**

Se realizó el levantamiento topográfico tanto del eje del río, los puntos de accesos y sus márgenes, también se ubicaron los puntos fijos que pueden servir como referencia para el replanteo durante su construcción.

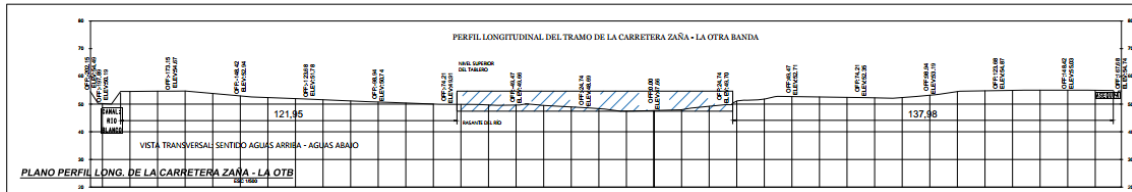
Existen puntos fijos (BM) los cuales se tomaron como referencia para el levantamiento topográfico.

El levantamiento se realizó 500m aguas arriba y aguas abajo, a cada lado del eje del puente colgante artesanal existente, abarcando todo el ancho del cauce del río y los puntos de acceso. Las progresivas fueron de 50m, por la variada morfología del terreno en cada progresiva se tomaban los puntos necesarios para poder representar de la mejor manera el cauce del río y generar las secciones transversales y el perfil longitudinal en la etapa de trabajo de gabinete.

Para este estudio se utilizó una estación total tipo FOIF OTS685-R300, un trípode, un GPS, 3 prismas, una wincha, estacas de fierro y memoria USB.

Para realizar los metrados como el volumen de tierra a mover se recomienda realizar un nuevo estudio de topografía ya que cuando el caudal del río aumenta este trae arena, arbustos y como ya se mencionó, destruye el pequeño badén y el puente colgante artesanal que construyen año tras año, lo cual genera la acumulación de tierra, arena, etc. aguas debajo del eje de la carretera. En los tiempos de estiaje en el cauce del río crece la vegetación sin embargo se recomienda construir el puente en estas épocas dado que el caudal es mínimo.

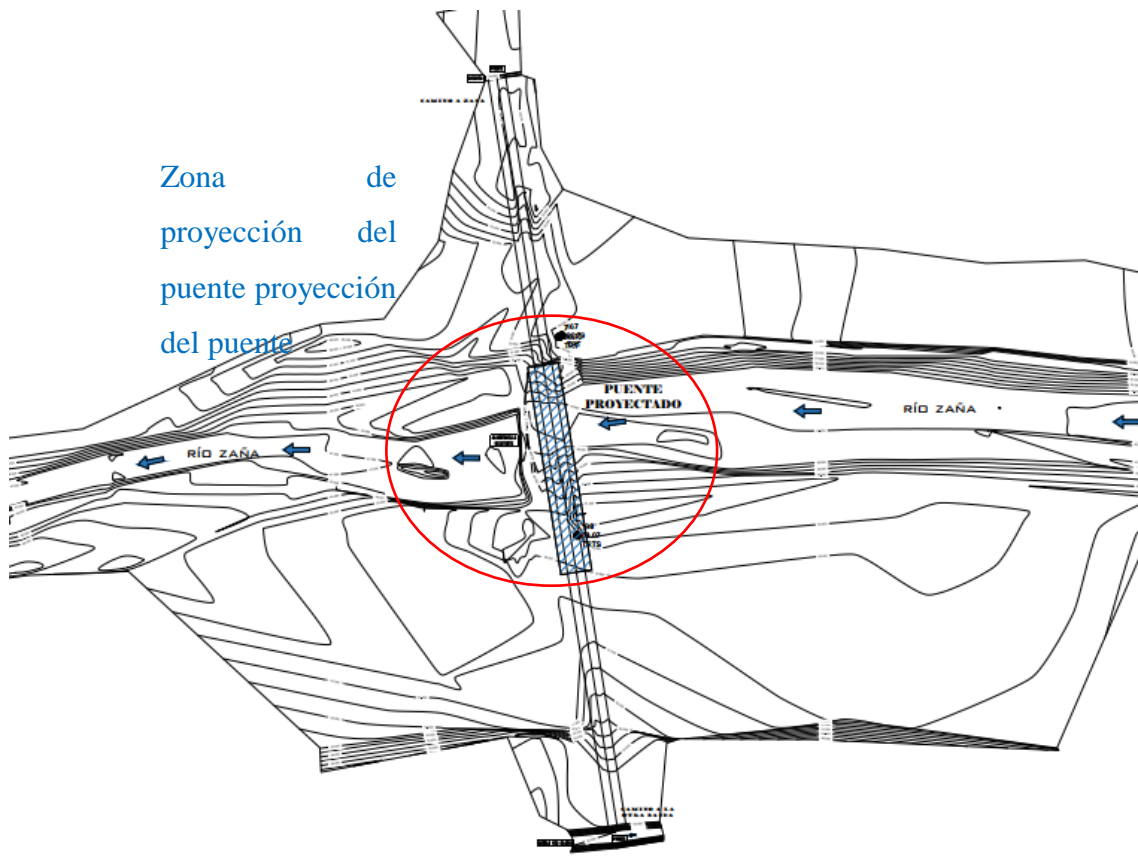
**FIGURA N° 06: SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE.**



(Fuente: propia)

Según la topografía realizada en la zona se obtuvo la siguiente superficie

**FIGURA N° 07: PLANO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO**



(Fuente: propia)

## 4.2. ESTUDIO DE SUELO

Para el estudio de suelo, se tendrá en cuenta el estudio de suelo realizado por la empresa “Mecánica de suelo y pavimentos S.R.L.” [5] para el expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, Distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque”, ya que por motivo de la pandemia el laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo está cerrado y se aceptó utilizar estudios realizados anteriormente en la zona.

El ingeniero responsable del estudio, es el ingeniero Jaime Augusto Vergara Pérez con código CIP 17351, además, el jefe del laboratorio el Sr Juan Vallejos Cortez, se puede observar la firma de conformidad de ambas personas.

El expediente técnico contempla todo el camino entre el Pueblo tradicional de Zaña y el centro poblado La Otra Banda, teniendo como progresiva 0+0.00 km la calle Tarata, calle que se encuentra al exterior del Pueblo y 1+150.00 km como progresiva final.

Para realizar el estudio de mecánica de suelos en mención se realizaron 4 calicatas, las cuales se detallan a continuación.

Calicata	Profundidad	Progresiva
C – 1	1.50 m	0+000
C – 2	1.50 m	0+500
C – 3	1.50 m	1+000
C – 4	1.50 m	1+500

Se tomarán los resultados de la calicata C – 2, ya que esta es la que se encuentra en la zona de estudio, estos datos serán corroborados con el estudio geo-eléctrico realizado.

Los estudios se realizaron bajo las normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.TM.) y las normas de la AASHTO [5]:

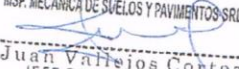
- ✓ Análisis granulométrico por tamizado                      ASTM – D – 422
- ✓ Límite líquido    ASTM – D – 423
- ✓ Límite plástico    ASTM – D – 424
- ✓ C.B.R.    ASTM – 1883
- ✓ Contenido de humedad natural y sales totales. [5]

Según la clasificación SUCS (Sistema unificado de clasificación de suelos), ML-CL, se conoce como arcillas losas de baja plasticidad, color beige, de consistencia media. [5]

Su CBR promedio es de 9.30% al 95% de su máxima densidad. (ver Anexo 1)

**FIGURA N° 08: resultados de laboratorio [5]**

CALICATA	Km.	PROFUNDIDAD (m)	C.B.R. (95%)	ANALISIS		LIMITES			CLASIFICACION	
				GRANULOMETRICO		ATTTERBERG			SUCS	AASHTO
				Pasa 40	Pasa 200	LL	LP	IP		
C-1	0+000	0.00 - 1.50	9.30	87.70	72.40	26.58	19.70	6.88	ML - CL	A-4 (8)
C-2	0+500	0.00 - 1.50		85.80	69.30	27.93	21.02	6.91	ML - CL	A-4 (7)
C-3	1+000	0.00 - 1.50	9.60	87.00	67.90	23.91	20.54	3.37	ML	A-4 (7)
C-4	1+500	0.00 - 1.50		85.50	68.40	22.97	19.05	3.92	ML	A-4 (7)

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL.  
  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO



J Jaime Augusto Vergara Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351

(Fuente: [4])

### 4.3. ESTUDIO GEO-ELÉCTRICO

#### 4.3.1. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS

En la ejecución e interpretación de los sondeos eléctricos verticales se utilizaron los siguientes instrumentos y equipos:

- ✓ Mili voltímetros digital con compensador de polarización y resolución de medida de hasta 0.01 mV.
- ✓ Mili amperímetro digital, con resolución de medida de hasta 0.1 mA.
- ✓ Fuente de poder conformado por un bloque conmutable de baterías secas de 420V.
- ✓ Carretes de cable emisor AB, cables receptores MN.
- ✓ Electrodo de acero inoxidable y de cobre.
- ✓ Instrumento GPS Garmin ETREX 30x
- ✓ Computadora Corei7 y software especializado.
- ✓ Vehículo todoterreno de apoyo.

**FIGURA N° 09: Datos de campo SEV's 1**

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V (mV)	I (mA)	$\rho$ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	$\rho$ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	$\rho$ (Ohm-m)	$\rho$ (Ohm-m)
1	0.4	7.5398	5570	690	60.86	5610	690	61	5620	690	61.41	61.19
1.47	0.4	16.658	2770	640	72.10	2760	640	72			0.00	71.97
2.15	0.4	35.991	430	220	70.35	430	234.6	66	440	236.5	66.96	67.76
3.16	0.4	78.113	146.8	189.8	60.42	145.1	191.2	59	145.1	191.1	59.31	59.67
4.64	0.4	168.78	72.1	202.6	60.06	72	202.6	60			0.00	60.02
6.81	0.4	363.92	91.2	490	67.73	91.4	490	68			0.00	67.81
10	0.4	785.08	35.2	369.6	74.77	35.2	369.7	75			0.00	74.76
10	4	75.398	153.9	368.3	31.51	156.8	368.6	32			0.00	31.79
12.12	0.4	11.53	5.6	81.9	0.79	5.7	84	1			0.00	0.79
12.12	4	112.23	25	83	33.80	24.8	82.3	34			0.00	33.81
14.68	4	166.11	17.9	100.5	29.59	17.7	100.1	29			0.00	29.48
17.78	4	245.15	29.5	305.5	23.67	29.3	304.8	24			0.00	23.62
21.54	4	361.26	22.2	400	20.05	22.1	400	20			0.00	20.00
21.54	8	175.92	50.7	400	22.30	50.4	400	222			0.00	121.98
26.1	8	261.23	17.9	286.9	16.30	17.8	287	16			0.00	16.25
31.62	8	386.35	12.1	400	11.69	12.1	400	12			0.00	11.69
31.62	12	252.33	20.4	400	12.87	20.5	400	13			0.00	12.90
38.31	8	5700.06	4.3	229.3	106.89	4.3	226.7	108			0.00	107.50
38.31	12	374.81	7.1	220	12.10	7.1	229.3	12	7	228.8	11.47	11.72
46.42	8	839.91	3.5	262.2	11.21	3.7	260	12	3.6	258.9	11.68	11.61
46.42	12	554.7	6	258.5	12.88	6	256.8	13	5.7	254.3	12.43	12.76
56.23	12	818.34	4.9	264.2	15.18	4.7	262.7	15	4.6	258.9	14.54	14.79
68.13	12	1206	3.9	283.7	16.58	3.9	277.7	17	3.8	272.4	16.82	16.78
82.54	12	1774	3.7	344	19.08	3.5	334	19	3.4	326.4	18.48	18.72
100	12	2609	1.4	164.2	22.24	1.4	163.9	22	1.3	164.2	20.66	21.73
100	40	753.98	5	160	23.56	5.1	163	24			0.00	23.58
121.2	12	3836	1.2	176.5	26.08	1.1	178.1	24	1.4	243.2	22.08	23.95
121.2	40	1122	4.4	180	27.43	4.3	180	27			0.00	27.12
146.8	12	5632	1.2	234.6	28.81	1.2	232.3	29	1.2	232.1	29.12	29.01
146.8	40	1661	4.2	234	29.81	4.3	234	31			0.00	30.17
177	40	2429	3.2	220	35.33	3.2	220	35			0.00	35.33
215.4	40	3613	2	180	40.14	2	180	40			0.00	40.14

(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 10: Datos de campo SEV's 2**

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V (mV)	I (mA)	ρ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	ρ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	ρ (Ohm-m)	ρ (Ohm-m)
1	0.4	7.5398	9840	340	218.21	9970	340	221			0.00	219.65
1.47	0.4	16.658	4880	326.1	249.28	4910	328	249			0.00	249.32
2.15	0.4	35.991	1420	234.4	218.03	1440	239.3	217			0.00	217.31
3.16	0.4	78.113	420	171.8	190.96	430	171.3	196			0.00	193.52
4.64	0.4	168.78	84	93.7	151.31	84.9	93.9	153			0.00	151.96
6.81	0.4	363.92	33.5	119	102.45	33.8	120.3	102			0.00	102.35
10	0.4	785.08	10.8	104.8	80.91	11	105.4	82			0.00	81.42
10	4	75.398	53.1	106.5	37.59	53.3	107.2	37			0.00	37.54
12.12	0.4	11.53	8.1	135.9	0.69	8.5	135.6	1			0.00	0.70
12.12	4	112.23	38.5	136.9	31.56	38.4	136.3	32			0.00	31.59
14.68	4	166.11	12.3	85.1	24.01	12.4	84.6	24			0.00	24.18
17.78	4	245.15	7.4	90.1	20.13	7.4	90.7	20			0.00	20.07
21.54	4	361.26	3.5	69.5	18.19	3.6	67.7	19			0.00	18.70
21.54	8	175.92	6.7	66.5	17.72	6.9	65.5	19			0.00	18.13
26.1	8	261.23	11.3	169.3	17.44	11.4	168	18			0.00	17.58
31.62	8	386.35	7.4	157.7	18.13	7.2	156.1	18			0.00	17.97
31.62	12	252.33	11.5	157.4	18.44	11.4	156.7	18			0.00	18.40
38.31	8	5700.06	3.6	109.5	187.40	3.5	107.9	185			0.00	186.15
38.31	12	374.81	5.6	109.3	19.20	5.6	108.3	19	5.6	107.7	19.49	19.36
46.42	8	839.91	10.9	450	20.34	10.8	450	20	10.5	440	20.04	20.18
46.42	12	554.7	17	450	20.96	16.9	440	21	16.8	440	21.18	21.15
56.23	12	818.34	6.8	220	25.29	6.7	234.4	23	6.7	234.2	23.41	24.03
68.13	12	1206	5.5	240.7	27.56	7.9	343.6	28	7.9	342.5	27.82	27.70
82.54	12	1774	2.2	124	31.47	2.4	127.7	33	2.4	125.1	34.03	32.95
100	12	2609	0.7	57.8	31.60	0.9	57.5	41	1	57.6	45.30	39.24
100	40	753.98	3.3	60	41.47	3.4	60	43			0.00	42.10
121.2	12	3836	2.1	172.6	46.67	2.1	172	47	2.1	171.2	47.05	46.85
121.2	40	1122	6.7	160	46.98	6.7	160	47			0.00	46.98
146.8	12	5632	1.6	179.4	50.23	1.6	180	50			0.00	50.15
146.8	40	1661	5.2	170	50.81	5.4	171	52			0.00	51.63

(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 11: Datos de campo SEV's 3**

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V (mV)	I (mA)	ρ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	ρ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	ρ (Ohm-m)	ρ (Ohm-m)
1	0.4	7.5398	9240	177.2	393.16	9240	178.5	390			0.00	391.73
1.47	0.4	16.658	2850	114.7	413.91	2860	114.2	417	2871	114.6	417.32	416.14
2.15	0.4	35.991	2190	206.4	381.88	2190	206.7	381			0.00	381.60
3.16	0.4	78.113	860	188.8	355.81	870	189.6	358			0.00	357.12
4.64	0.4	168.78	236	149.9	265.72	236	149.5	266			0.00	266.08
6.81	0.4	363.92	74.7	120.3	225.98	74.5	120.5	225	74.6	119.8	226.61	225.86
10	0.4	785.08	40.3	200	158.19	39.6	203	153	40.1	20.2	1558.50	623.28
10	4	75.398	240.6	203	89.36	240.7	203	89	240.6	203	89.36	89.38
12.12	0.4	11.53	21.1	260	0.94	21.2	250	1	21.2	260	0.94	0.95
12.12	4	112.23	124.1	260	53.57	124	260	54			0.00	53.55
14.68	4	166.11	48.1	160	49.94	47.8	160	50	47.7	160	49.52	49.69
17.78	4	245.15	16.4	100	40.20	16.5	111.1	36	16.5	111.1	36.41	37.67
21.54	4	361.26	4.2	5.4	280.98	4.2	51.5	29			0.00	155.22
21.54	8	175.92	8.7	51.5	29.72	8.7	51.3	30			0.00	29.78
26.1	8	261.23	7.6	79.6	24.94	7.7	79.2	25	7.6	79.3	25.04	25.12
31.62	8	386.35	13.2	198	25.76	13.2	197.4	26			0.00	25.80
31.62	12	252.33	19.5	198.5	24.79	19.4	198.5	25			0.00	24.72
38.31	8	5700.06	3.8	79.8	271.43	3.7	80.1	263	3.8	79.6	272.11	268.95
38.31	12	374.81	5.5	79.4	25.96	5.4	79.3	26	5.4	79.8	25.36	25.62
46.42	8	839.91	6.9	203.8	28.44	6.9	202.8	29	6.9	202.5	28.62	28.54
46.42	12	554.7	9.9	203.2	27.03	9.8	202.5	27			0.00	26.93
56.23	12	818.34	7.7	200.7	31.40	7.6	200.5	31	7.5	200.9	30.55	30.99
68.13	12	1206	2.9	98.5	35.51	2.9	95.1	37			0.00	36.14
82.54	12	1774	1.2	48.6	43.80	1.1	48.2	40	1.2	48.2	44.17	42.82
100	12	2609	3.6	179	52.47	3.7	178.6	54	3.5	175.9	51.91	52.81
100	40	753.98	11.5	170	51.00	11.5	171	51	11.5	170	51.00	50.91
121.2	12	3836	0.9	58.5	59.02	0.9	58.5	59	1	58.3	65.80	61.28
121.2	40	1122	3.1	58	59.97	3.3	58.3	64			0.00	61.74
146.8	12	5632	2.4	184.9	73.10	2.4	183.1	74	2.4	180.8	74.76	73.90
146.8	40	1661	8	180.2	73.74	8	180	74			0.00	73.78

(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 12: Datos de campo SEV's 4**

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	V (mV)	I (mA)	$\rho$ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	$\rho$ (Ohm-m)	V (mV)	I (mA)	$\rho$ (Ohm-m)	$\rho$ (Ohm-m)
1	0.4	7.5398	6310	640	74.34	6250	640	74	6290	640	74.10	74.02
1.47	0.4	16.658	1360	308.8	73.36	1370	312.4	73			0.00	73.21
2.15	0.4	35.991	862	400	77.56	857	30	1028			0.00	552.85
3.16	0.4	78.113	200	200	78.11	198	190	81			0.00	79.76
4.64	0.4	168.78	187	410	76.98	187	400	79			0.00	77.94
6.81	0.4	363.92	810	400	736.94	810	400	737			0.00	736.94
10	0.4	785.08	22.5	226.5	77.99	22.3	225.9	78			0.00	77.74
10	4	75.398	100	225.5	33.44	99.4	224.3	33			0.00	33.42
12.12	0.4	11.53	12.3	180.3	0.79	12.4	181.8	1			0.00	0.79
12.12	4	112.23	54.7	170	36.11	54.9	179.9	34			0.00	35.18
14.68	4	166.11	52.9	250.2	35.12	52.6	249	35			0.00	35.11
17.78	4	245.15	40	279.9	35.03	40	280.3	35			0.00	35.01
21.54	4	361.26	14.7	149	35.64	14.7	148.3	36			0.00	35.73
21.54	8	175.92	28.5	149.8	33.47	28.6	150.1	34	28.8	150.8	33.60	33.53
26.1	8	261.23	51.1	375.1	35.59	50.8	372.9	36	50.9	373.6	35.59	35.59
31.62	8	386.35	3.5	40.5	33.39	3.7	42.5	34	3.7	42.2	33.87	33.63
31.62	12	252.33	5.6	43.3	32.63	5.6	44.7	32	5.8	45.2	32.38	32.21
38.31	8	5700.06	23.3	392.2	338.63	23.5	380	353	23.3	380	349.50	346.88
38.31	12	374.81	33.9	380	33.44	33.7	380	33	33.2	370	33.63	33.44
46.42	8	839.91	6.4	155.7	34.52	6.5	146.4	37	6.4	15.6	344.58	138.80
46.42	12	554.7	8.9	140	35.26	9.1	40.9	123	9.1	141.6	35.65	64.78
56.23	12	818.34	15.1	303.9	40.66	15	300.2	41	14.8	300.4	40.32	40.62
68.13	12	1206	8.9	227.2	47.24	8.9	229.4	47	8.8	227.2	46.71	46.91
82.54	12	1774	16	500	56.77	16	500	57	16.1	500	57.12	56.89
100	12	2609	4.6	187.9	63.87	4.7	188.1	65	4.6	187.6	63.97	64.34
100	40	753.98	13.7	160.3	64.44	13.3	160.2	63			0.00	63.52
121.2	12	3836	3.2	165.4	74.22	3	167.9	69	3.2	169.2	72.55	71.77
121.2	40	1122	3.8	146.9	29.02	10	150	75			0.00	51.91
146.8	12	5632	3.7	246.9	84.40	3.8	247.3	87	3.8	248.5	86.12	85.69
146.8	40	1661	8.4	150	93.02	8.4	150	93			0.00	93.02

(Fuente: Propia)

#### **4.3.2. TRABAJO DE GABINETE**

La información que se ha obtenido en el campo ha sido procesada acorde a las técnicas establecidas para la exploración geo eléctrica en aguas subterráneas. La interpretación de la información obtenida de los SEV's nos ha permitido determinar las resistividades y los espesores de las capas del subsuelo, cuyo análisis nos permite conocer indirectamente las características físicas del subsuelo.

#### **4.3.3. INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

La interpretación de las curvas de resistividad consiste en encontrar un modelo del subsuelo compuesto de un cierto número de niveles materiales con diferentes resistividades tal que la curva calculada para el modelo se ajuste a la curva de resistividades aparentes obtenida de las medidas de campo. Esta interpretación se realiza en forma automática, utilizándose el programa IPI2 WIN con licencia.

(Ver Figuras N° 05, 06, 07, 08)

#### **4.3.4. VALORES CUANTITATIVOS**

Los SEV ejecutados tienen los siguientes parámetros:

- Numero de capas geo eléctricas.
- Resistividad real por capa geo eléctrica en Ohm-m. ( $\xi$ )

- Espesor de cada capa en metros. (e)

Los resultados del procesamiento se muestran para cada uno de los puntos de sondeo en los diagramas de interpretación (Ver Figura N° 03) y en resumen en el Cuadro N° 02.

**TABLA N° 01: RANGO DE RESISTIVIDADES**

<b>RANGO DE RESISTIVIDADES</b>	<b>MATERIALES RELACIONADOS</b>
0.1 a 5 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcillas compactas y <u>semicompactas</u>, o</li> <li>• Arena y grava saturadas de agua con un alto contenido de sales</li> </ul>
5 a 10 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcillas con intercalaciones de arena; o</li> <li>• Arenas y gravas con arcilla saturadas de agua con un contenido de sales entre medio y alto.</li> </ul>
10 a 15 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena y grava contaminadas con arcillas y/o saturadas de agua con un contenido de sales entre mediano y alto</li> </ul>
15 a 25 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenas, gravas y piedras de pequeña dimensión saturadas de agua con un mediano contenido de sales</li> </ul>
25 a 50 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenas, gravas y piedras de regular dimensión saturadas de agua con un bajo contenido de sales</li> </ul>
Mayor a 50 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piedras grandes con arena y grava saturada de agua con bajo contenido de sales</li> </ul>
Mayor a 200 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales compactos fisurados (basamento rocoso fisurado); o</li> <li>• Materiales sedimentarios secos</li> </ul>
Mayor a 1000 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales compactos (basamento rocoso)</li> </ul>

(Fuente: Estudios Geo-eléctrico)

**CUADRO N° 01: RESUMEN DE RESISTIVIDADES INTERPRETADAS**

<b>CAPAS</b>		<b>SEV 1</b>	<b>SEV 2</b>	<b>SEV 3</b>	<b>SEV 4</b>
<b>1</b>	<b>ξ e h</b>	<b>36.3 1.58 1.58</b>	<b>59.9 0.5 0.5</b>	<b>136 0.5 0.5</b>	<b>22.6 0.6 0.6</b>
<b>2</b>	<b>ξ e h</b>	<b>7.58 0.598 2.18</b>	<b>527 0.22 0.72</b>	<b>907 0.265 0.762</b>	<b>44.86 0.7368 1.337</b>
<b>3</b>	<b>ξ e h</b>	<b>146 2.22 4.4</b>	<b>41.5 5.52 6.24</b>	<b>74.5 0.949 1.71</b>	<b>28.4 5.305 6.643</b>
<b>4</b>	<b>ξ e h</b>	<b>1.39 5.33 9.73</b>	<b>9.2 12.4 18.6</b>	<b>232 2 3.71</b>	<b>43.97 8.15 14.79</b>
<b>5</b>	<b>ξ e h</b>	<b>234 9.09 18.8</b>	<b>38.6 24.1 42.7</b>	<b>17.5 11.2 14.9</b>	<b>19.16 18.16 32.95</b>
<b>6</b>	<b>ξ e h</b>	<b>22.9 27.7 46.5</b>	<b>179</b>	<b>23.7 30.6 45.5</b>	<b>514.2</b>
<b>7</b>	<b>ξ e h</b>	<b>850</b>		<b>4565</b>	

(Fuente: Propia)

**CUADRO N° 02: COORDENADAS UTM DE LOS SEV's DATUM HORIZONTAL  
WGS84**

<b>LOCACIÓN</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTITUD (m.s.n.m)</b>
<b>SEV 01</b>	656517.604	9233806.952	59.821
<b>SEV 02</b>	656512.134	9233770.109	54.85
<b>SEV 03</b>	656521.701	9233696.562	56.425
<b>SEV 04</b>	656494.645	9233571.688	59.94

(Fuente: Propia)

#### ***4.3.5. VALORES CUALITATIVOS***

A partir de la sección geo eléctrica definida se puede determinar la configuración general del subsuelo en el ámbito del área de estudio, atendiendo a sus características hidrogeológicas que es posible establecer a partir de los valores de resistividad medidos:

Del análisis de los resultados numéricos expresados en el Cuadro N° 02, y del análisis de los cortes geo eléctricos citados, se aprecia la presencia de estructuras, cuya descripción generalizada con su respectiva posible atribución litológica e hidrogeológica se presentan a continuación:

CUADRO N° 03: CAPA A – A´

CAPA	DESCRIPCIÓN Y ATRIBUCIÓN LITOLÓGICA
Capas superficiales	CAPAS GEOELÉCTRICAS SUPERFICIALES, de 1.58m. (SEV 1), 0.72m. (SEV 2), 0.762m. (SEV 3), 0.6m. (SEV 4) de espesor acumulado promedio para los 04 SEV´s, con valores de resistividad comprendidos entre 22.6 y 907 Ohm-metro, constituidos por materiales sedimentarios de granulometría fina, arcilloso limoso, areno limoso, ideal para la agricultura. Sin interés para el estudio.
Capa intermedias	CAPA GEOELECTRICA INTERMEDIA, de 8.148 metros (SEV 1); 5.52 metros (SEV 2); 2.949 metros (SEV 3); 6.0418 metros (SEV 4), de espesor. con valores de resistividad moderados comprendidos entre 1.39 y 232 Ohm-metro, en promedio para los cuatro SEV´s; constituidos por materiales sedimentarios de granulometría media a alta, arenas; gravas y piedras entremezclados con arcillas en diferentes proporciones. <b>Esta capa se encuentra saturada.</b>
Capa inferior	CAPA GEOELECTRICA INFERIOR, capa inferior de 35.35 metros promedio para los 4 SEV´s de espesor. con valores de resistividad moderados comprendidos entre 9.2 y 43.97 Ohm-metro, en promedio para los cuatro SEV´s; con el objeto de diferenciar su calidad acuífera en base a su espesor resultante, Por los valores de resistividad registrados, se <b>estima que se encuentra saturada de agua con un contenido de sales minerales entre bajo y mediano</b> , se estima que se encuentra constituido por materiales conformados por guijarros, gravas y arenas, <b>estrato aprovechable.</b>
Capa profunda	CAPA PROFUNDA, de espesor indeterminado y valores de resistividad alto, de entre 179 y 4565 Ohm-metro, y que por los valores que muestra, se estima sea el basamento rocoso.

(Fuente: Estudio Geo-eléctrico)

- En el perfil del subsuelo se observa en la primera capa la presencia de materiales superficiales con valores de resistividad variable, sin ningún patrón definido, lo que

muestra la intervención de diversos agentes en su formación. los valores bajos se pueden relacionar con la presencia de materiales limo-arcillosos de origen fluvial.

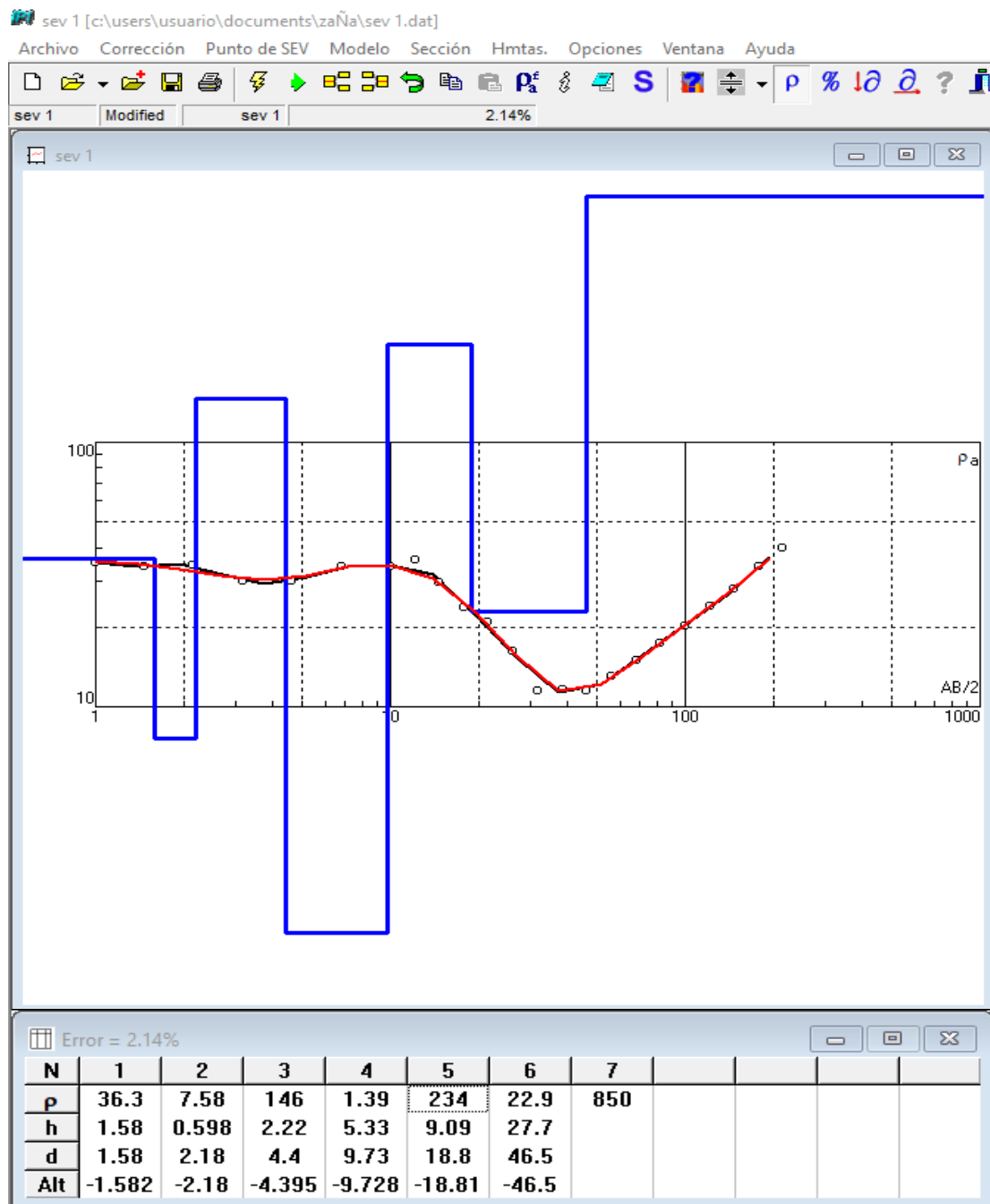
- Subyacente se ubica el nivel intermedio con valores de resistividad de 1.39 a 232 Ohm-m, por los valores de resistividad registrados se estima esté constituido por materiales de variada granulometría, entre arenas, gravas entremezcladas con arcilla, saturada con agua.
  - **SEV 01:**
- En tercera posición los valores de resistividad para los SEV's, se encuentran entre 9.2 a 43.97 Ohm-m., por los valores de resistividad registrados se estima esté constituido por materiales sedimentarios del cuaternario, saturados de agua con una permeabilidad entre baja a media.
- En la capa profunda se registra la presencia de un nivel profundo, de alta resistividad y espesor indeterminado, lo cual nos indicaría la presencia del basamento rocoso.

**CUADRO N° 04: ESTRATOS SEGÚN LOS SEV's**

	<b>SEV 01</b>	<b>SEV 02</b>	<b>SEV 03</b>	<b>SEV 04</b>
<b>ESTRATO 1</b>	Arena arcillosa con grava y piedra	Arena limosa	Arena arcillosa	afirmado
<b>ESTRATO 2</b>	Piedra	piedra	piedra	Piedra con grava y arena
<b>ESTRATO 3</b>	arcilla	Piedra con grava y arena	Piedra con grava y arena	Arena, grava y piedra
<b>ESTRATO 4</b>	piedra	Arena, grava y piedra	piedra	Basamento rocoso
<b>ESTRATO 5</b>	Basamento rocoso	Basamento rocoso	Basamento rocoso	

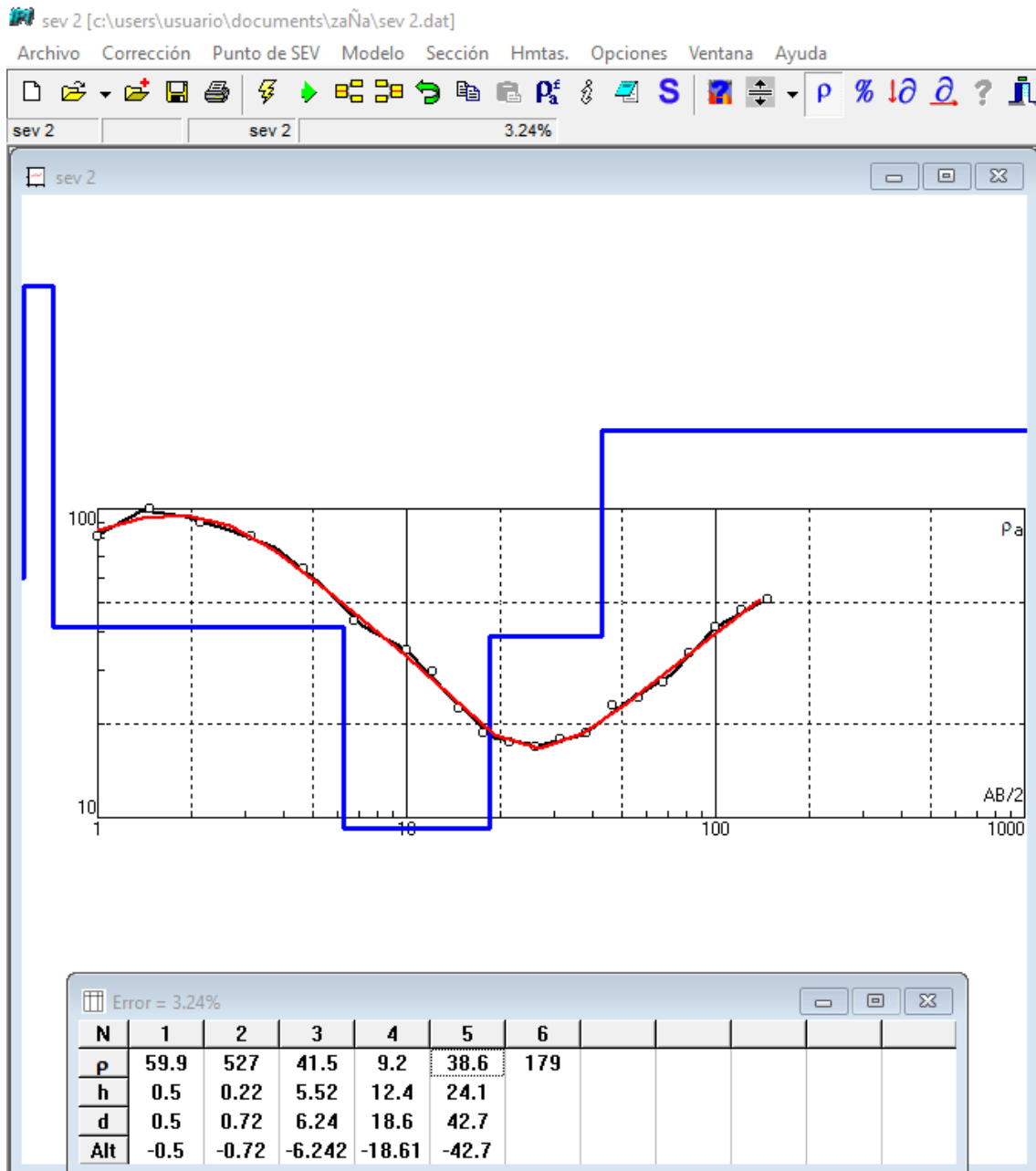
(Fuente: Propia)

FIGURAS N° 13, SEV 01



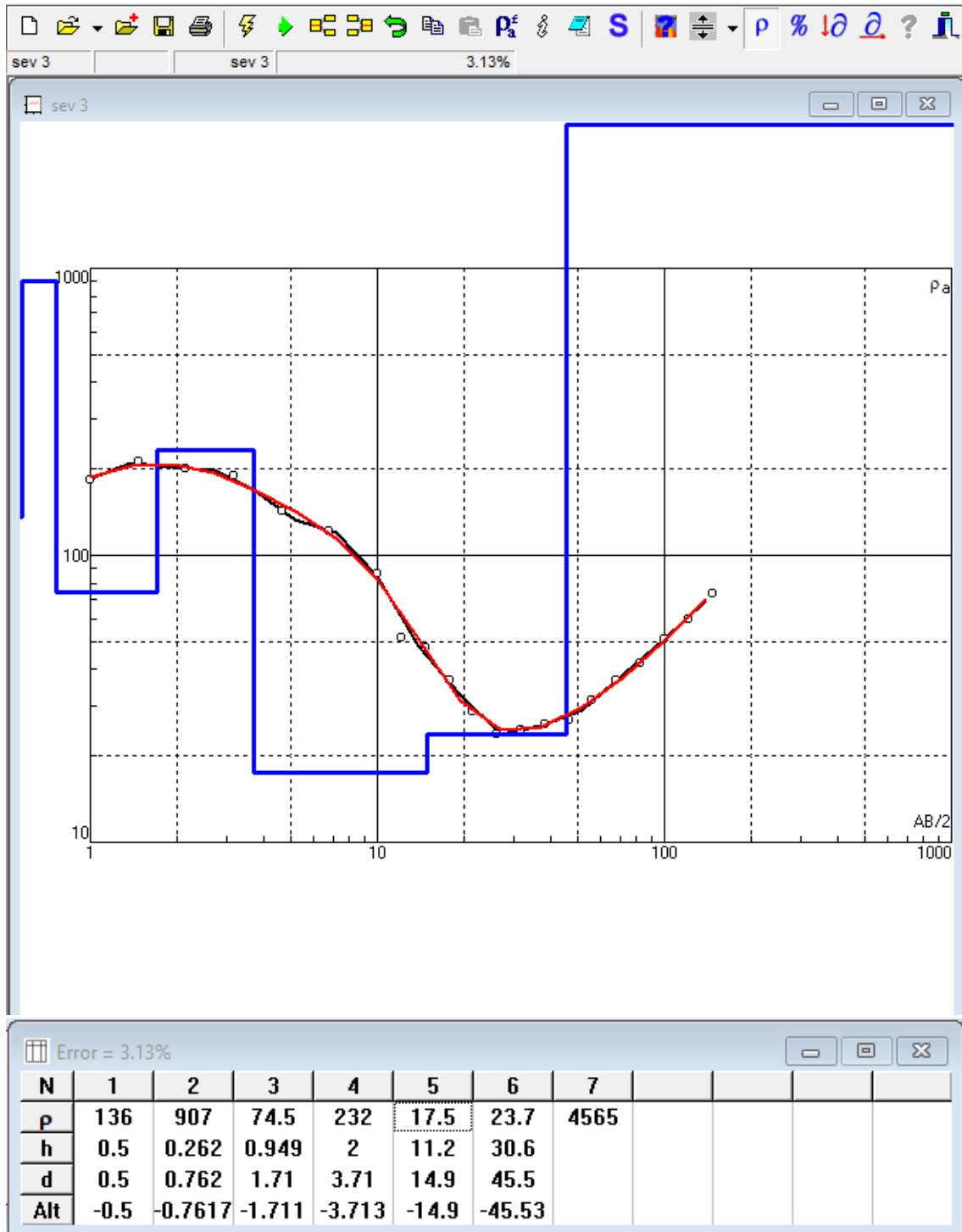
(Fuente: Propia)

FIGURA N° 14, SEV 02



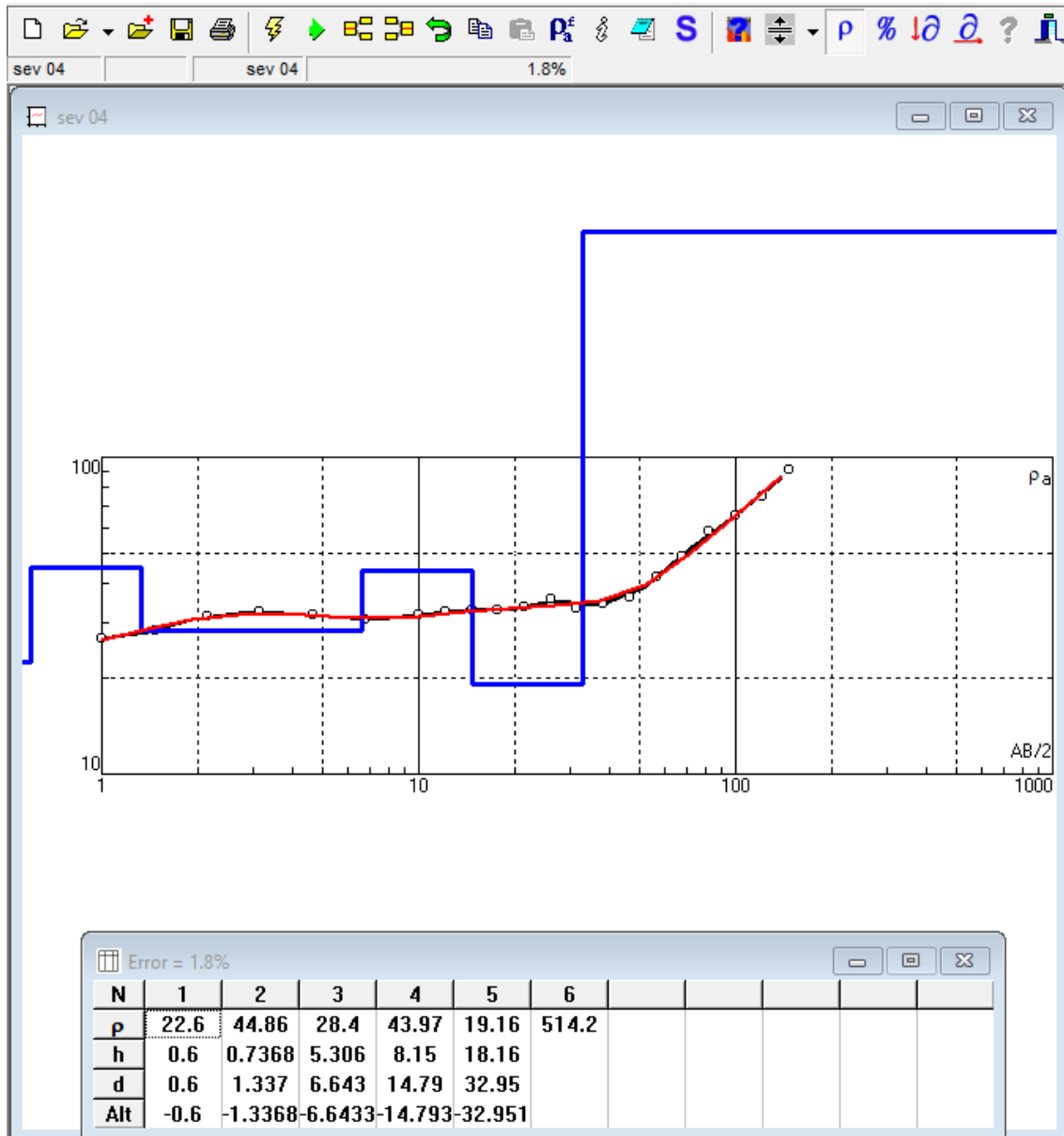
(Fuente: Propia)

FIGURA N° 15, SEV 03



(Fuente: Propia)

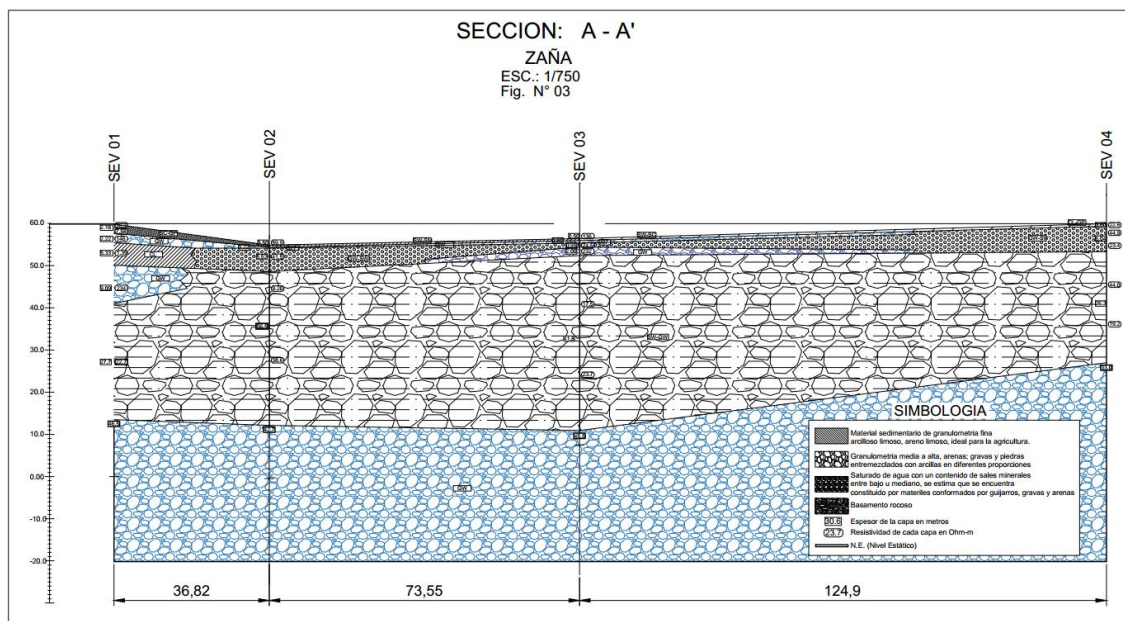
FIGURA N° 16, SEV 04



(Fuente: Propia)

### 4.3.6. SECCION GEOFÍSICA

FIGURA N° 17, SECCIÓN GEO-FÍSICA



(Fuente: Propia)

### 4.3.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO GEO-ELÉCTRICO

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- Se detectaron formaciones geológicas en el presente estudio que muestran características acuíferas se midieron los valores de resistividad, son del tipo confinado, esto se puede apreciar en la sección geo eléctrica A-A' elaborada.
- Se confirma la utilidad del método del sondaje eléctrico vertical en el ámbito geográfico de la zona estudiada, al diferenciar estructuras geológicas por sus valores de resistividad y espesores saturados. Así fue posible establecer patrones de difusión del subsuelo


## Coeficientes

Módulo de Deformación


←




Grava



Arena



Arcilla



Limos

Suelo denso

<input type="radio"/> Bien Graduada	Min (MPa)
<input checked="" type="radio"/> Mal Graduada	<b>172.37</b>
<input type="radio"/> Con trozos de finos	
<input type="radio"/> Limoso	Max (MPa)
<input type="radio"/> Arcilloso	<b>255.11</b>

#### **4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO**

##### **4.4.1. NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS (NAME)**

Para el estudio hidrológico se tomaron los datos de la estación hidrométrica Batán, ubicada en el distrito de Oyotún, provincia de Chiclayo, región Lambayeque, con coordenadas: latitud sur  $-6.80359$ , longitud Oeste  $-79.28932$ , código de la estación 201001, la cual pertenece a la cuenca del río Zaña [18]. Los datos fueron proporcionados por la Junta de Usuarios de Zaña. Adicionalmente se obtuvieron los registros de la estación convencional-meteorológica Oyotún, ubicada en el distrito de Oyotún, provincia de Chiclayo, región Lambayeque, con coordenadas: latitud  $6^{\circ}51'50.2''$  S y con longitud  $79^{\circ}19'14.22''$  W, código de la estación 106109 [19].

##### **4.4.2. PERIODO DE RETORNO**

Existen varias teorías para determinar el periodo de retorno se siguieron las recomendaciones del manual de hidrología del MTC [12] y el manual de puentes del MTC [8],

##### **4.4.3. TRABAJO DE GABINETE**

Utilizando los datos de los aforos de la estación Batan y las Quebradas Nanchoc, Cerro Prieto, La Viña, Culpón, Las Delicias, Chumbenique, Songoy Y Compuerta, ya no fue necesario realizar un estudio hidrológico, con estos aforos se calculó el caudal de diseño para un periodo de retorno de 50 años.

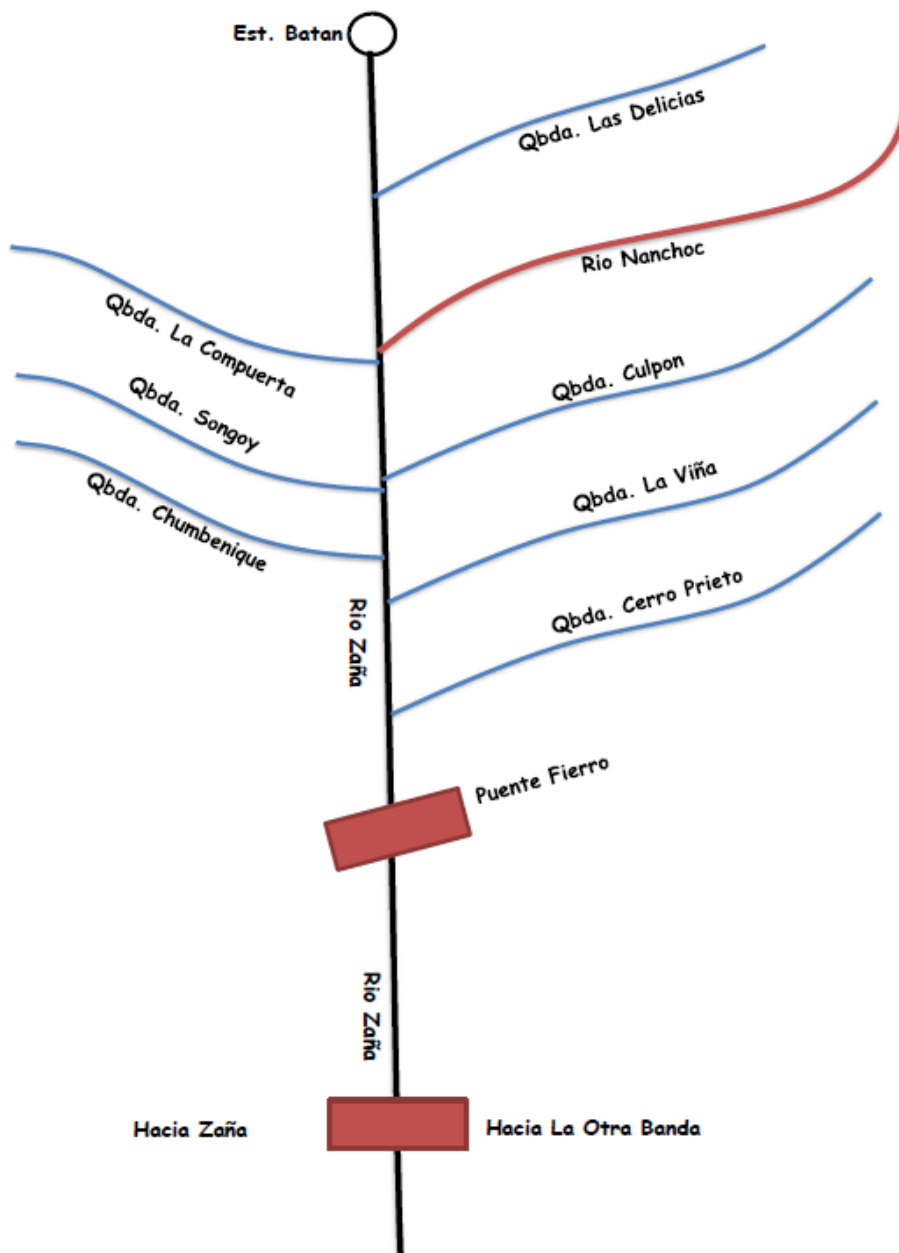
A continuación, se muestran los aforos de todas las quebradas aportantes entre la estación batan y la ubicación de puente, también se muestran los aforos medidos en la estación Batan.

Los datos que se muestran a continuación fueron obtenidos directamente del expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque” [4], con SNIP 342844.

**FIGURA N° 18: Diagrama de los principales afluentes al río Zaña [4]**

EXPEDIENTE TÉCNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

❖ Diagrama de los Principales Afluentes al Rio Zaña.



(Fuente: Junta de Usuarios de Zaña)

**CUADRO N° 05 : SERIE HISTÓRICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES –  
RÍO ZAÑA – ESTACIÓN BATAN [4]**

<b>JUNTA USUARIOS DE ZAÑA</b>												
<b>SERIE HISTORICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - RIO ZAÑA - ESTACION BATAN</b>												
<b>(1960 - 2017)</b>												
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1960	3.967	6.783	7.240	7.187	10.728	5.250	2.965	2.213	3.060	2.042	2.280	2.286
1961	4.924	4.336	6.323	8.047	8.396	5.318	2.949	1.575	1.672	1.678	1.835	2.897
1962	4.181	16.157	14.466	19.305	9.578	5.543	3.354	2.438	2.286	1.983	2.043	1.713
1963	1.766	1.315	5.688	5.934	4.405	2.186	1.482	1.364	1.037	1.292	1.922	3.084
1964	6.028	9.622	9.993	17.052	7.383	4.899	2.829	2.843	3.587	4.601	6.226	3.575
1965	4.356	4.434	15.028	16.898	7.469	4.576	3.211	2.800	3.020	4.136	6.116	3.554
1966	7.757	5.343	7.422	9.666	8.336	4.161	2.893	4.215	2.541	5.706	4.399	3.032
1967	12.203	19.468	12.820	11.758	8.222	6.068	4.566	3.094	3.083	4.680	3.469	2.132
1968	2.151	2.139	3.694	4.326	1.702	1.387	1.869	1.647	3.022	5.250	3.251	1.956
1969	2.551	5.151	11.368	14.208	6.306	5.799	2.719	2.408	2.127	1.746	3.046	5.524
1970	8.893	3.723	5.188	9.740	14.877	7.290	4.355	2.999	3.886	5.265	4.930	7.773
1971	6.210	6.470	33.328	32.735	14.710	8.031	5.781	7.331	7.669	10.418	9.953	7.158
1972	11.305	6.921	48.126	15.923	8.195	6.960	3.803	2.752	2.486	3.220	2.284	4.353
1973	7.568	9.965	21.744	53.871	21.064	15.514	7.301	5.142	5.727	6.441	6.471	3.561
1974	5.231	6.609	6.125	5.266	3.941	5.158	4.522	8.348	4.053	4.168	2.744	2.969
1975	8.678	8.102	29.731	28.525	11.382	6.415	8.125	4.621	9.013	15.311	6.350	4.996
1976	12.919	12.401	10.133	11.116	10.545	8.791	3.396	2.883	2.672	1.825	1.841	1.933
1977	4.133	22.402	15.424	12.847	8.363	6.948	3.843	2.230	1.952	2.012	2.204	3.950
1978	2.527	3.423	8.074	8.953	7.877	4.253	1.756	1.921	2.096	2.182	2.513	2.814
1979	4.058	3.087	15.865	8.404	6.562	4.750	3.226	2.033	2.305	1.880	1.341	1.086
1980	1.246	1.408	3.749	3.537	2.401	2.114	1.420	1.214	1.810	2.960	4.154	4.836
1981	2.166	14.102	14.227	7.652	4.432	3.623	2.546	1.414	11.734	2.804	4.010	3.164
1982	2.246	3.556	2.511	7.768	7.267	4.641	2.248	1.778	1.597	4.539	5.099	8.429
1983	25.110	17.250	64.198	69.042	37.193	15.917	4.835	3.705	3.918	3.951	2.719	5.101
1984	4.645	17.221	30.840	11.516	10.862	8.492	8.204	3.144	4.275	7.375	4.492	4.107
1985	3.540	4.691	7.372	4.926	3.430	2.999	2.211	2.003	2.295	3.084	1.463	1.474
1986	4.261	4.372	5.429	18.796	15.339	5.675	2.815	2.384	2.365	2.267	4.842	4.637
1987	10.469	17.879	12.704	9.100	5.574	2.971	2.035	2.093	1.998	2.504	2.479	1.616
1988	2.488	7.716	4.312	6.871	7.209	3.527	2.309	2.163	1.988	3.935	4.730	2.684
1989	5.123	19.642	14.198	14.631	5.837	4.207	3.230	1.984	2.720	5.483	3.573	1.840
1990	1.459	3.067	4.894	4.845	5.220	3.901	2.238	1.029	0.821	2.037	2.642	3.642
1991	1.580	2.830	9.484	8.113	9.361	3.158	1.576	1.050	0.703	1.257	1.470	2.442
1992	4.893	3.421	9.442	15.618	8.190	5.367	2.321	1.102	1.221	1.913	1.746	1.688
1993	2.043	6.746	20.837	18.013	12.098	6.723	3.388	1.968	2.812	4.817	6.632	4.557

(Fuente: Junta de Usuarios de Zaña)

**CUADRO N° 06 : SERIE HISTÓRICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES –  
RÍO ZAÑA – ESTACIÓN BATAN [4]**

<b>JUNTA USUARIOS DE ZAÑA</b>												
<b>SERIE HISTORICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - RIO ZAÑA - ESTACION BATAN</b>												
<b>(1960 - 2017)</b>												
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1994	9.121	11.538	19.200	21.821	12.517	7.210	4.427	2.302	1.960	2.285	2.882	4.079
1995	4.590	10.883	7.329	8.037	5.262	3.880	2.655	1.610	1.456	2.350	4.327	4.555
1996	6.604	10.972	13.237	9.959	6.609	4.904	3.064	1.328	1.354	3.371	2.595	1.426
1997	2.009	10.245	7.846	8.539	5.539	3.551	2.189	0.852	1.057	1.565	7.579	8.111
1998	26.051	81.553	11.954	64.800	15.666	5.485	6.464	3.731	5.024	4.760	4.497	3.817
1999	5.985	26.588	12.134	22.492	19.141	9.292	8.215	3.649	5.131	7.365	3.363	4.819
2000	3.641	8.725	17.879	24.237	19.489	9.763	5.365	3.234	3.744	4.537	2.102	7.487
2001	8.226	7.974	33.458	21.934	9.347	6.755	3.603	1.820	4.834	3.365	3.902	5.905
2002	5.133	11.896	27.985	26.657	10.721	6.550	2.419	1.364	1.210	3.002	4.364	5.488
2003	5.690	8.690	6.800	6.980	7.510	6.160	3.100	1.260	1.080	1.230	1.870	2.200
2004	2.600	3.900	6.720	7.080	5.750	3.250	2.130	0.900	1.170	2.680	4.060	5.820
2005	4.340	5.230	16.350	11.900	5.140	3.000	1.560	0.890	1.020	2.140	2.620	2.250
2006	3.570	15.090	32.690	17.360	7.240	5.950	2.780	1.950	2.300	1.420	2.550	4.970
2007	6.970	5.940	11.940	17.360	12.830	5.270	2.710	1.680	1.830	2.850	5.930	3.620
2008	9.880	17.850	40.910	41.560	13.330	8.060	5.360	4.190	3.780	6.910	11.380	5.080
2009	19.780	33.460	29.910	14.910	11.480	8.990	5.670	2.680	2.120	2.260	3.970	6.100
2010	4.400	10.300	19.170	18.270	11.700	5.380	3.550	1.750	2.707	1.820	1.110	1.519
2011	4.590	7.311	4.089	16.420	7.370	3.370	2.436	0.829	1.233	1.200	0.963	3.430
2012	10.710	26.311	30.854	24.813	16.640	8.029	4.359	2.151	1.582	2.955	3.670	2.699
2013	5.695	8.533	30.354	14.552	15.625	10.039	4.568	1.781	1.242	4.068	2.203	2.311
2014	3.488	13.647	32.589	17.510	7.252	5.950	3.520	1.200	2.610	2.920	4.110	4.520
2015	8.399	9.507	35.077	17.056	8.375	6.573	3.998	1.446	1.165	2.795	7.478	47.043
2016	6.403	20.640	26.109	49.823	19.358	11.533	3.550	1.480	1.300	1.970	0.890	2.335
2017	6.020	19.650	57.560									

(Fuente: Junta de Usuarios de Zaña)

**CUADRO N° 07 : SERIE HISTÓRICA DE CAUDALES máximos instantáneos por mes – RÍO ZAÑA – ESTACIÓN BATAN [4]**

<b>ESTACION BATAN</b>														
<b>SERIE HISTORICA DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS POR MES - RIO ZANA - ESTACION BATAN</b>														
<b>(1995 - 2017)</b>														
<b>N° Años</b>	<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>Q Maximo</b>
	<b>CAUDALES MENSUALES (M3/S)</b>													
1	1995										6.200	6.400	12.850	12.850
2	1996	19.000	31.650	34.500	25.500	12.000	6.810	4.100	2.150	2.480	7.540	9.160	2.710	34.500
3	1997	2.700	65.000	32.100	28.300	8.900	5.660	3.300	1.680	2.200	4.565	26.100	15.300	65.000
4	1998		370.000	135.000	380.000	25.000	7.000	8.900	5.300	8.800	21.200	10.300	6.900	380.000
5	1999	16.500	80.000	21.000	69.000	69.000	14.320	14.600	4.830	18.600	15.600	5.270	11.400	80.000
6	2000	4.900	39.200	98.000	68.000	49.600	12.800	7.600	4.380	8.800	7.960	4.600	15.800	98.000
7	2001						8.200	4.500	2.870	6.600	4.360	8.800	17.600	17.600
8	2002	13.300	63.000	120.000	145.000	17.800	21.000	3.880	1.860	1.380	5.200	6.400	9.600	145.000
9	2003	9.600	21.000	11.800	65.600	12.400	8.600	4.800	1.900	1.960	1.900	3.600	11.800	65.600
10	2004	4.800	8.200	14.600	18.600	9.700	5.520	4.200	1.400	2.960	6.400	6.900	14.200	18.600
11	2005	8.600	10.800	38.500	27.600	6.200	3.900	2.560	1.100	1.260	3.560	4.200	4.190	38.500
12	2006	28.400	75.050	86.970	68.700	10.540	9.400	4.330	3.300	3.630	2.100	8.100	8.500	86.970
13	2007	11.800	9.400	35.000	26.500	23.600	20.000	3.600	3.400	3.400	7.600	11.200	4.900	35.000
14	2008	17.100	93.000	320.000	500.000	18.300	11.250	6.560	7.300	5.840	13.500	28.400	8.000	500.000
15	2009	70.000	120.000	68.000	38.000	16.400	11.800	8.500	3.650	2.860	4.160	10.400	11.800	120.000
16	2010	5.600	38.000	65.000	46.400	21.600	8.600	13.000	3.960	5.800	3.700	1.460	5.300	65.000
17	2011	15.700	39.500	18.000	38.600	17.500	4.700	3.700	1.260	2.900	3.100	1.800	18.600	39.500
18	2012	19.600	71.000	180.000	72.000	25.600	10.400	7.100	2.900	2.500	8.600	4.800	4.300	180.000
19	2013	10.600	46.000	98.000	21.500	65.000	18.900	7.750	3.140	1.600	26.500	4.900	44.000	98.000
20	2014	6.800	10.800	63.500	38.500	49.000	8.500	5.500	1.800	10.000	6.200	18.500	10.000	63.500
21	2015	50.000	55.000	300.000	45.000	16.500	10.300	15.000	2.400	1.600	8.100	29.500	23.500	300.000
22	2016	41.000	75.000	190.000	190.000	16.100	9.000	4.760	2.370	2.000	5.200	1.700	5.200	190.000
23	2017	45.000	70.000	230.000	85.000									230.000

(Fuente: Junta de Usuarios de Zaña)

**CUADRO N° 08 : SERIE HISTÓRICA DE CAUDALES máximos instantáneos por mes – RÍO ZAÑA – quebrada nanhoc [4]**

<b>APORTE RIO NANCHOC</b>														
<b>CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS POR MES</b>														
<b>(1995 - 2017)</b>														
<b>N° Años</b>	<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>Q Maximo</b>
	<b>CAUDALES MENSUALES (M3/S)</b>													
1	1995							0.000	0.000	0.000	0.000	3.200	6.425	6.425
2	1996	9.500	15.825	17.250	12.750	6.000	3.405	0.000	0.000	0.000	0.000	4.580	1.355	17.250
3	1997	1.350	32.500	16.050	14.150	4.450	2.830	0.000	0.000	0.000	0.000	13.050	7.650	32.500
4	1998	45.000	190.000	67.500	190.000	12.500	3.500	0.000	0.000	0.000	0.000	5.150	3.450	190.000
5	1999	8.250	40.000	10.500	34.500	34.500	7.160	0.000	0.000	0.000	0.000	2.635	5.700	40.000
6	2000	2.450	19.600	49.000	34.000	24.800	6.400	0.000	0.000	0.000	0.000	2.300	7.900	49.000
7	2001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.100	0.000	0.000	0.000	0.000	4.400	8.800	8.800
8	2002	6.650	31.500	60.000	72.500	8.900	10.500	0.000	0.000	0.000	0.000	3.200	4.800	72.500
9	2003	4.800	10.500	5.900	32.800	6.200	4.300	0.000	0.000	0.000	0.000	1.800	5.900	32.800
10	2004	2.400	4.100	7.300	9.300	4.850	2.760	0.000	0.000	0.000	0.000	3.450	7.100	9.300
11	2005	4.300	5.400	19.250	13.800	3.100	1.950	0.000	0.000	0.000	0.000	2.100	2.095	19.250
12	2006	14.200	37.525	43.485	34.350	5.270	4.700	0.000	0.000	0.000	0.000	4.050	4.250	43.485
13	2007	5.900	4.700	17.500	13.250	11.800	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.600	2.450	17.500
14	2008	8.550	46.500	160.000	250.000	9.150	5.625	0.000	0.000	0.000	0.000	14.200	4.000	250.000
15	2009	35.000	60.000	34.000	19.000	8.200	5.900	0.000	0.000	0.000	0.000	5.200	5.900	60.000
16	2010	2.800	19.000	32.500	23.200	10.800	4.300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.730	2.650	32.500
17	2011	7.850	19.750	9.000	19.300	8.750	2.350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.900	9.300	19.750
18	2012	9.800	35.500	90.000	36.000	12.800	5.200	0.000	0.000	0.000	0.000	2.400	2.150	90.000
19	2013	5.300	23.000	49.000	10.750	32.500	9.450	0.000	0.000	0.000	0.000	2.450	22.000	49.000
20	2014	3.400	5.400	31.750	19.250	24.500	4.250	0.000	0.000	0.000	0.000	9.250	5.000	31.750
21	2015	25.000	27.500	150.000	22.500	8.250	5.150	0.000	0.000	0.000	0.000	14.750	11.750	150.000
22	2016	20.500	37.500	95.000	95.000	8.050	4.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.850	2.600	95.000
23	2017	22.500	35.000	115.000	42.500									115.000

(Fuente: Junta de Usuarios de Zaña)

**CUADRO N° 09 : SERIE HISTÓRICA DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS POR MES – RÍO ZAÑA – QUEBRADAS:  
CERRO PRIETO, LA VIÑA, CULPÓN, LAS DELICIAS, CHUMBENIQUE, SONGOY Y COMPUERTA [4].**

<b>APORTE DE QUEBRADAS: QUEBRADA CERRO PRIETO; LA VIÑA; CULPON; LAS DELICIAS; CHUMBENIQUE; SONGOY; COMPUERTA</b>														
<b>CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS POR MES</b>														
<b>(1995 - 2017)</b>														
<b>N° Años</b>	<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>Q Maximo</b>
	<b>CAUDALES MENSUALES (M3/S)</b>													
1	1995										0.000	2.240	4.498	4.498
2	1996	6.650	11.078	12.075	8.925	4.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.206	0.949	12.075
3	1997	0.945	22.750	11.235	9.905	3.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.135	5.355	22.750
4	1998	0.000	129.500	47.250	133.000	8.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.605	2.415	133.000
5	1999	5.775	28.000	7.350	24.150	24.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.845	3.990	28.000
6	2000	1.715	13.720	34.300	23.800	17.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.610	5.530	34.300
7	2001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.080	6.160	6.160
8	2002	4.655	22.050	42.000	50.750	6.230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.240	3.360	50.750
9	2003	3.360	7.350	4.130	22.960	4.340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.260	4.130	22.960
10	2004	1.680	2.870	5.110	6.510	3.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.415	4.970	6.510
11	2005	3.010	3.780	13.475	9.660	2.170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.470	1.467	13.475
12	2006	9.940	26.268	30.440	24.045	3.689	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.835	2.975	30.440
13	2007	4.130	3.290	12.250	9.275	8.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.920	1.715	12.250
14	2008	5.985	32.550	112.000	175.000	6.405	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.940	2.800	175.000
15	2009	24.500	42.000	23.800	13.300	5.740	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.640	4.130	42.000
16	2010	1.960	13.300	22.750	16.240	7.560	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.511	1.855	22.750
17	2011	5.495	13.825	6.300	13.510	6.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.630	6.510	13.825
18	2012	6.860	24.850	63.000	25.200	8.960	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.680	1.505	63.000
19	2013	3.710	16.100	34.300	7.525	22.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.715	15.400	34.300
20	2014	2.380	3.780	22.225	13.475	17.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.475	3.500	22.225
21	2015	17.500	19.250	105.000	15.750	5.775	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.325	8.225	105.000
22	2016	14.350	26.250	66.500	66.500	5.635	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.595	1.820	66.500
23	2017	31.500	49.000	161.000	59.500									161.000

(Fuente: Junta de Usuarios de Zaña)

**CUADRO N° 10 : SERIE HISTÓRICA DE CAUDALES máximos instantáneos por mes – RÍO ZAÑA – ESTACIÓN BATAN + nanchoc  
+ quebradas [4]**

<b>APORTES MAXIMOS EN EL RIO ZAÑA: BATAN+NANCHOC+QUEBRADAS</b>														
<b>SERIE HISTORICA DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS POR MES - RIO ZAÑA</b>														
<b>(1995 - 2017)</b>														
<b>N° Años</b>	<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>Q Maximo</b>
	<b>CAUDALES MENSUALES (M3/S)</b>													
1	1995	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.200	11.840	23.773	<b>23.773</b>
2	1996	35.150	58.553	63.825	47.175	22.200	10.215	4.100	2.150	2.480	7.540	16.946	5.014	<b>63.825</b>
3	1997	4.995	120.250	59.385	52.355	16.465	8.490	3.300	1.680	2.200	4.565	48.285	28.305	<b>120.250</b>
4	1998	45.000	689.500	249.750	703.000	46.250	10.500	8.900	5.300	8.800	21.200	19.055	12.765	<b>703.000</b>
5	1999	30.525	148.000	38.850	127.650	127.650	21.480	14.600	4.830	18.600	15.600	9.750	21.090	<b>148.000</b>
6	2000	9.065	72.520	181.300	125.800	91.760	19.200	7.600	4.380	8.800	7.960	8.510	29.230	<b>181.300</b>
7	2001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	12.300	4.500	2.870	6.600	4.360	16.280	32.560	<b>32.560</b>
8	2002	24.605	116.550	222.000	268.250	32.930	31.500	3.880	1.860	1.380	5.200	11.840	17.760	<b>268.250</b>
9	2003	17.760	38.850	21.830	121.360	22.940	12.900	4.800	1.900	1.960	1.900	6.660	21.830	<b>121.360</b>
10	2004	8.880	15.170	27.010	34.410	17.945	8.280	4.200	1.400	2.960	6.400	12.765	26.270	<b>34.410</b>
11	2005	15.910	19.980	71.225	51.060	11.470	5.850	2.560	1.100	1.260	3.560	7.770	7.752	<b>71.225</b>
12	2006	52.540	138.843	160.895	127.095	19.499	14.100	4.330	3.300	3.630	2.100	14.985	15.725	<b>160.895</b>
13	2007	21.830	17.390	64.750	49.025	43.660	30.000	3.600	3.400	3.400	7.600	20.720	9.065	<b>64.750</b>
14	2008	31.635	172.050	592.000	925.000	33.855	16.875	6.560	7.300	5.840	13.500	52.540	14.800	<b>925.000</b>
15	2009	129.500	222.000	125.800	70.300	30.340	17.700	8.500	3.650	2.860	4.160	19.240	21.830	<b>222.000</b>
16	2010	10.360	70.300	120.250	85.840	39.960	12.900	13.000	3.960	5.800	3.700	2.701	9.805	<b>120.250</b>
17	2011	29.045	73.075	33.300	71.410	32.375	7.050	3.700	1.260	2.900	3.100	3.330	34.410	<b>73.075</b>
18	2012	36.260	131.350	333.000	133.200	47.360	15.600	7.100	2.900	2.500	8.600	8.880	7.955	<b>333.000</b>
19	2013	19.610	85.100	181.300	39.775	120.250	28.350	7.750	3.140	1.600	26.500	9.065	81.400	<b>181.300</b>
20	2014	12.580	19.980	117.475	71.225	90.650	12.750	5.500	1.800	10.000	6.200	34.225	18.500	<b>117.475</b>
21	2015	92.500	101.750	555.000	83.250	30.525	15.450	15.000	2.400	1.600	8.100	54.575	43.475	<b>555.000</b>
22	2016	75.850	138.750	351.500	351.500	29.785	13.500	4.760	2.370	2.000	5.200	3.145	9.620	<b>351.500</b>
23	2017	99.000	154.000	506.000	187.000									<b>506.000</b>

(Fuente: Junta de Usuarios de Zaña)

Estos datos fueron procesados en el software HIDROESTA 2, para obtener el caudal de diseño del expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque” [4], con SNIP 342844, utilizaron el método de GUMBEL y el método de NASH.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento en el software mencionado, cabe mencionar que el Ing responsable de esto resultados es el Ing. Víctor Raúl Chugdén Miranda con CIP 162454.

A modo de corroborar los resultados proporcionados del expediente técnico, también se procesaron los datos para un periodo de retorno 50 años, siendo los resultados idénticos a los resultados del expediente técnico.

**FIGURA N° 19 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 1 año**

[4]

<b>METODO GUMBEL TIPO I PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																							
<b>OBRA</b>	<b>“CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE”</b>																																																						
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA				Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR					Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña				Distrito:	Zaña																																																	
FECHA					Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
PROBABILIDAD %	Tr (Años)																																																						
99	1.0																																																						
<b>Calculo de caudal de diseño utilizando la distribución Gumbel</b>																																																							
Serie de datos Q:																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>								Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																						
1995	23.773																																																						
1996	63.825																																																						
1997	120.25																																																						
1998	703.0																																																						
1999	148.0																																																						
2000	181.3																																																						
2001	32.56																																																						
2002	268.25																																																						
2003	121.36																																																						
2004	34.41																																																						
2005	71.225																																																						
2006	160.895																																																						
2007	64.75																																																						
2008	925.0																																																						
2009	222.0																																																						
2010	120.25																																																						
2011	73.075																																																						
2012	333.0																																																						
2013	181.3																																																						
2014	117.475																																																						
2015	555.0																																																						
2016	351.5																																																						
2017	506.0																																																						
Resultados de los cálculos:																																																							
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Promedio Q:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Desviación estándar Q:</td><td>233.981</td></tr> <tr><td>Parámetro YN:</td><td>0.5286</td></tr> <tr><td>Parámetro SN:</td><td>1.0828</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>119.5982</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>246.3463</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>-126.75 - 365.94</td></tr> </tbody> </table>								Número de años disponibles:	23	Promedio Q:	233.8347	Desviación estándar Q:	233.981	Parámetro YN:	0.5286	Parámetro SN:	1.0828	Q máximo:	119.5982	Delta Q:	246.3463	Intervalo variación Q:	-126.75 - 365.94																																
Número de años disponibles:	23																																																						
Promedio Q:	233.8347																																																						
Desviación estándar Q:	233.981																																																						
Parámetro YN:	0.5286																																																						
Parámetro SN:	1.0828																																																						
Q máximo:	119.5982																																																						
Delta Q:	246.3463																																																						
Intervalo variación Q:	-126.75 - 365.94																																																						
El caudal de diseño por Gumbel, para un periodo de retorno de 1 años es: 365.9445 m3/s																																																							

(Fuente: expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque”)

**FIGURA N° 20 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 2 años [4]**

<b>METODO GUMBEL TIPO I PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR				Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña			Distrito:	Zaña																																																	
FECHA				Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
<b>PROBABILIDAD %</b>	<b>Tr (Años)</b>																																																					
50	2.0																																																					
<b>Calculo de caudal de diseño utilizando la distribución Gumbel</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Promedio Q:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Desviación estándar Q:</td><td>233.981</td></tr> <tr><td>Parámetro YN:</td><td>0.5286</td></tr> <tr><td>Parámetro SN:</td><td>1.0828</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>269.3826</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>246.3463</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>23.04 - 515.73</td></tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Promedio Q:	233.8347	Desviación estándar Q:	233.981	Parámetro YN:	0.5286	Parámetro SN:	1.0828	Q máximo:	269.3826	Delta Q:	246.3463	Intervalo variación Q:	23.04 - 515.73																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Promedio Q:	233.8347																																																					
Desviación estándar Q:	233.981																																																					
Parámetro YN:	0.5286																																																					
Parámetro SN:	1.0828																																																					
Q máximo:	269.3826																																																					
Delta Q:	246.3463																																																					
Intervalo variación Q:	23.04 - 515.73																																																					
El caudal de diseño por Gumbel, para un periodo de retorno de 2 años es: 515.7289 m3/s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 21 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 5 años [4]**

<u>METODO GUMBEL TIPO I PARA CAUDALES MAXIMOS</u>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR				Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña			Distrito:	Zaña																																																	
FECHA				Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
PROBABILIDAD %	Tr (Años)																																																					
20	5.0																																																					
<b>Calculo de caudal de diseño utilizando la distribución Gumbel</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Promedio Q:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Desviación estándar Q:</td><td>233.981</td></tr> <tr><td>Parámetro YN:</td><td>0.5286</td></tr> <tr><td>Parámetro SN:</td><td>1.0828</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>467.3069</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>246.3463</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>221.04 - 713.73</td></tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Promedio Q:	233.8347	Desviación estándar Q:	233.981	Parámetro YN:	0.5286	Parámetro SN:	1.0828	Q máximo:	467.3069	Delta Q:	246.3463	Intervalo variación Q:	221.04 - 713.73																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Promedio Q:	233.8347																																																					
Desviación estándar Q:	233.981																																																					
Parámetro YN:	0.5286																																																					
Parámetro SN:	1.0828																																																					
Q máximo:	467.3069																																																					
Delta Q:	246.3463																																																					
Intervalo variación Q:	221.04 - 713.73																																																					
El caudal de diseño por Gumbel, para un periodo de retorno de 5 años es: 713.7331 m3/s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 22 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 10 años [4]**

<u>METODO GUMBEL TIPO I PARA CAUDALES MAXIMOS</u>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR				Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña			Distrito:	Zaña																																																	
FECHA				Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
PROBABILIDAD %	Tr (Años)																																																					
10	10.0																																																					
<b>Calculo de caudal de diseño utilizando la distribución Gumbel</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Número de años disponibles:</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Promedio Q:</td> <td>233.8347</td> </tr> <tr> <td>Desviación estándar Q:</td> <td>233.981</td> </tr> <tr> <td>Parámetro YN:</td> <td>0.5286</td> </tr> <tr> <td>Parámetro SN:</td> <td>1.0828</td> </tr> <tr> <td>Q máximo:</td> <td>617.1713</td> </tr> <tr> <td>Delta Q:</td> <td>246.3463</td> </tr> <tr> <td>Intervalo variación Q:</td> <td>370.62 - 863.52</td> </tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Promedio Q:	233.8347	Desviación estándar Q:	233.981	Parámetro YN:	0.5286	Parámetro SN:	1.0828	Q máximo:	617.1713	Delta Q:	246.3463	Intervalo variación Q:	370.62 - 863.52																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Promedio Q:	233.8347																																																					
Desviación estándar Q:	233.981																																																					
Parámetro YN:	0.5286																																																					
Parámetro SN:	1.0828																																																					
Q máximo:	617.1713																																																					
Delta Q:	246.3463																																																					
Intervalo variación Q:	370.62 - 863.52																																																					
El caudal de diseño por Gumbel, para un período de retorno de 10 años es: 863.5175 m <sup>3</sup> /s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 23 : Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 25 años [4]**

<b>METODO GUMBEL TIPO I PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR				Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña			Distrito:	Zaña																																																	
FECHA				Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
PROBABILIDAD %	Tr (Años)																																																					
4	25.0																																																					
<b>Calculo de caudal de diseño utilizando la distribución Gumbel</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.695</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.695	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.695																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Promedio Q:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Desviación estándar Q:</td><td>233.981</td></tr> <tr><td>Parámetro YN:</td><td>0.6286</td></tr> <tr><td>Parámetro SN:</td><td>1.0828</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>815.1755</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>246.3463</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>568.83 - 1061.52</td></tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Promedio Q:	233.8347	Desviación estándar Q:	233.981	Parámetro YN:	0.6286	Parámetro SN:	1.0828	Q máximo:	815.1755	Delta Q:	246.3463	Intervalo variación Q:	568.83 - 1061.52																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Promedio Q:	233.8347																																																					
Desviación estándar Q:	233.981																																																					
Parámetro YN:	0.6286																																																					
Parámetro SN:	1.0828																																																					
Q máximo:	815.1755																																																					
Delta Q:	246.3463																																																					
Intervalo variación Q:	568.83 - 1061.52																																																					
El caudal de diseño por Gumbel, para un periodo de retorno de 25 años es: 1061.5218 m3/s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 24: Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 50 años [4]**

<b>METODO GUMBEL TIPO I PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
<b>PROPIETARIO</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			<b>Region:</b>	Lambayeque																																																	
<b>HECHO POR</b>				<b>Provincia:</b>	Chiclayo																																																	
<b>REVISADO POR</b>	Municipalidad Distrital de Zaña			<b>Distrito:</b>	Zaña																																																	
<b>FECHA</b>				<b>Localidad:</b>	Zaña - La Otra Banda																																																	
<b>PROBABILIDAD %</b>	<b>Tr (Años)</b>																																																					
2	50.0																																																					
<b>Calculo de caudal de diseño utilizando la distribución Gumbel</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Promedio Q:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Desviación estándar Q:</td><td>233.981</td></tr> <tr><td>Parámetro YN:</td><td>0.5286</td></tr> <tr><td>Parámetro SN:</td><td>1.0828</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>964.9599</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>246.3463</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>718.61 - 1211.31</td></tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Promedio Q:	233.8347	Desviación estándar Q:	233.981	Parámetro YN:	0.5286	Parámetro SN:	1.0828	Q máximo:	964.9599	Delta Q:	246.3463	Intervalo variación Q:	718.61 - 1211.31																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Promedio Q:	233.8347																																																					
Desviación estándar Q:	233.981																																																					
Parámetro YN:	0.5286																																																					
Parámetro SN:	1.0828																																																					
Q máximo:	964.9599																																																					
Delta Q:	246.3463																																																					
Intervalo variación Q:	718.61 - 1211.31																																																					
El caudal de diseño por Gumbel, para un periodo de retorno de 50 años es: 1211.3062 m3/s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 25: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 2 años**  
[4]

<b>METODO NASH PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR				Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña			Distrito:	Zaña																																																	
FECHA				Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
<b>PROBABILIDAD %</b>	<b>Tr (Años)</b>																																																					
50	2.0																																																					
<b>Calculo del caudal de diseño utilizando el método estadístico propuesto por Nash</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Qm:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Xm:</td><td>-0.5916</td></tr> <tr><td>a:</td><td>-40.7222</td></tr> <tr><td>b:</td><td>-464.0736</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>201.2413</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>97.6835</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>103.56 - 298.92</td></tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Qm:	233.8347	Xm:	-0.5916	a:	-40.7222	b:	-464.0736	Q máximo:	201.2413	Delta Q:	97.6835	Intervalo variación Q:	103.56 - 298.92																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Qm:	233.8347																																																					
Xm:	-0.5916																																																					
a:	-40.7222																																																					
b:	-464.0736																																																					
Q máximo:	201.2413																																																					
Delta Q:	97.6835																																																					
Intervalo variación Q:	103.56 - 298.92																																																					
El caudal de diseño con el método estadístico propuesto por Nash, para un periodo de retorno de 2 años es: 298.9248 m <sup>3</sup> /s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 26: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 5 años**  
**[4]**

<b>METODO NASH PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
<b>PROPIETARIO</b>	<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA</b>			<b>Region:</b>	Lambayeque																																																	
<b>HECHO POR</b>				<b>Provincia:</b>	Chiclayo																																																	
<b>REVISADO POR</b>	Municipalidad Distrital de Zaña			<b>Distrito:</b>	Zaña																																																	
<b>FECHA</b>				<b>Localidad:</b>	Zaña - La Otra Banda																																																	
<b>PROBABILIDAD %</b>	<b>Tr (Años)</b>																																																					
20	5.0																																																					
<b>Calculo del caudal de diseño utilizando el método estadístico propuesto por Nash</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Qm:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Xm:</td><td>-0.5916</td></tr> <tr><td>a:</td><td>-40.7222</td></tr> <tr><td>b:</td><td>-464.0736</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>429.6774</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>101.3562</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>328.32 - 531.03</td></tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Qm:	233.8347	Xm:	-0.5916	a:	-40.7222	b:	-464.0736	Q máximo:	429.6774	Delta Q:	101.3562	Intervalo variación Q:	328.32 - 531.03																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Qm:	233.8347																																																					
Xm:	-0.5916																																																					
a:	-40.7222																																																					
b:	-464.0736																																																					
Q máximo:	429.6774																																																					
Delta Q:	101.3562																																																					
Intervalo variación Q:	328.32 - 531.03																																																					
El caudal de diseño con el método estadístico propuesto por Nash, para un periodo de retorno de 5 años es: 531.0335 m <sup>3</sup> /s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 27: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 10 años**  
[4]

<b>METODO NASH PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
<b>PROPIETARIO</b>	<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA</b>				<b>Region:</b>	Lambayeque																																																
<b>HECHO POR</b>					<b>Provincia:</b>	Chiclayo																																																
<b>REVISADO POR</b>	Municipalidad Distrital de Zaña				<b>Distrito:</b>	Zaña																																																
<b>FECHA</b>					<b>Localidad:</b>	Zaña - La Otra Banda																																																
<b>PROBABILIDAD %</b>	<b>Tr (Años)</b>																																																					
10	10.0																																																					
<b>Calculo del caudal de diseño utilizando el método estadístico propuesto por Nash</b>																																																						
Serie de datos Q:																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					
Resultados de los cálculos:																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Número de años disponibles:</td><td>23</td></tr> <tr><td>Qm:</td><td>233.8347</td></tr> <tr><td>Xm:</td><td>-0.5816</td></tr> <tr><td>a:</td><td>-40.7222</td></tr> <tr><td>b:</td><td>-464.0736</td></tr> <tr><td>Q máximo:</td><td>580.922</td></tr> <tr><td>Delta Q:</td><td>109.0078</td></tr> <tr><td>Intervalo variación Q:</td><td>471.91 - 689.93</td></tr> </tbody> </table>							Número de años disponibles:	23	Qm:	233.8347	Xm:	-0.5816	a:	-40.7222	b:	-464.0736	Q máximo:	580.922	Delta Q:	109.0078	Intervalo variación Q:	471.91 - 689.93																																
Número de años disponibles:	23																																																					
Qm:	233.8347																																																					
Xm:	-0.5816																																																					
a:	-40.7222																																																					
b:	-464.0736																																																					
Q máximo:	580.922																																																					
Delta Q:	109.0078																																																					
Intervalo variación Q:	471.91 - 689.93																																																					
El caudal de diseño con el método estadístico propuesto por Nash, para un periodo de retorno de 10 años es: 689.9296 m <sup>3</sup> /s																																																						

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 28: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 25 años**

[4]

<b>METODO NASH PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR				Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña			Distrito:	Zaña																																																	
FECHA				Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
PROBABILIDAD %	Tr (Años)																																																					
4	25.0																																																					
<p align="center"><b>Calculo del caudal de diseño utilizando el método estadístico propuesto por Nash</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Serie de datos Q:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.58</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table> <p>Resultados de los cálculos:</p> <hr/> <p>Número de años disponibles: 23            Qm: 233.8347            Xm: -0.5916            a: -40.7222            b: -464.0736            Q máximo: 772.0199            Delta Q: 123.2838            Intervalo variación Q: 648.74 - 895.3</p> <p>El caudal de diseño con el método estadístico propuesto por Nash, para un periodo de retorno de 25 años es: 895.3037 m<sup>3</sup>/s</p> </div>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.58	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.58																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					

(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

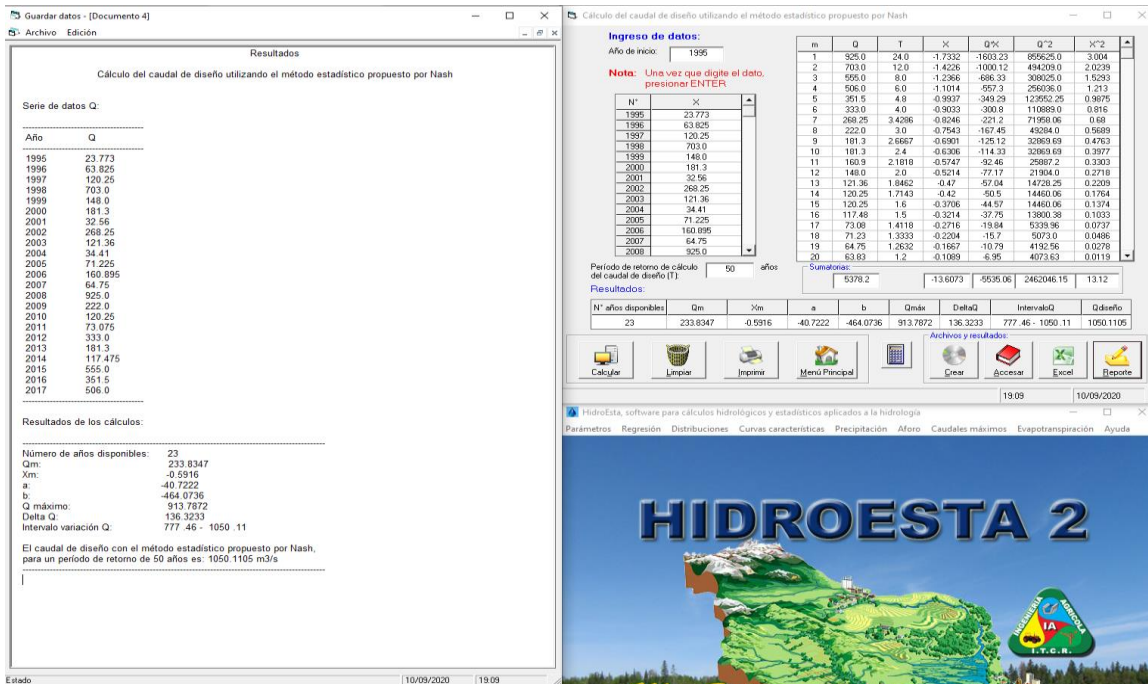
**FIGURA N° 29: Caudal máximo de diseño por Nash para un periodo de retorno de 50 años**

[4]

<b>METODO NASH PARA CAUDALES MAXIMOS</b>																																																						
<b>OBRA</b>	<b>"CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE"</b>																																																					
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			Region:	Lambayeque																																																	
HECHO POR				Provincia:	Chiclayo																																																	
REVISADO POR	Municipalidad Distrital de Zaña			Distrito:	Zaña																																																	
FECHA				Localidad:	Zaña - La Otra Banda																																																	
PROBABILIDAD %	Tr (Años)																																																					
2	50.0																																																					
<p align="center"><b>Calculo del caudal de diseño utilizando el metodo estadístico propuesto por Nash</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Serie de datos Q:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>23.773</td></tr> <tr><td>1996</td><td>63.825</td></tr> <tr><td>1997</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>1998</td><td>703.0</td></tr> <tr><td>1999</td><td>148.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>32.56</td></tr> <tr><td>2002</td><td>268.25</td></tr> <tr><td>2003</td><td>121.36</td></tr> <tr><td>2004</td><td>34.41</td></tr> <tr><td>2005</td><td>71.225</td></tr> <tr><td>2006</td><td>160.895</td></tr> <tr><td>2007</td><td>64.75</td></tr> <tr><td>2008</td><td>925.0</td></tr> <tr><td>2009</td><td>222.0</td></tr> <tr><td>2010</td><td>120.25</td></tr> <tr><td>2011</td><td>73.075</td></tr> <tr><td>2012</td><td>333.0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>181.3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>117.475</td></tr> <tr><td>2015</td><td>555.0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>351.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>506.0</td></tr> </tbody> </table> <p>Resultados de los cálculos:</p> <hr/> <p>Número de años disponibles: 23            Qm: 233.8347            Xm: -0.5916            a: -40.7222            b: -464.0736            Q máximo: 913.7872            Delta Q: 136.3233            Intervalo variación Q: 777.46 - 1050.11</p> <p>El caudal de diseño con el método estadístico propuesto por Nash, para un período de retorno de 50 años es: 1050.1105 m<sup>3</sup>/s</p> </div>							Año	Q	1995	23.773	1996	63.825	1997	120.25	1998	703.0	1999	148.0	2000	181.3	2001	32.56	2002	268.25	2003	121.36	2004	34.41	2005	71.225	2006	160.895	2007	64.75	2008	925.0	2009	222.0	2010	120.25	2011	73.075	2012	333.0	2013	181.3	2014	117.475	2015	555.0	2016	351.5	2017	506.0
Año	Q																																																					
1995	23.773																																																					
1996	63.825																																																					
1997	120.25																																																					
1998	703.0																																																					
1999	148.0																																																					
2000	181.3																																																					
2001	32.56																																																					
2002	268.25																																																					
2003	121.36																																																					
2004	34.41																																																					
2005	71.225																																																					
2006	160.895																																																					
2007	64.75																																																					
2008	925.0																																																					
2009	222.0																																																					
2010	120.25																																																					
2011	73.075																																																					
2012	333.0																																																					
2013	181.3																																																					
2014	117.475																																																					
2015	555.0																																																					
2016	351.5																																																					
2017	506.0																																																					

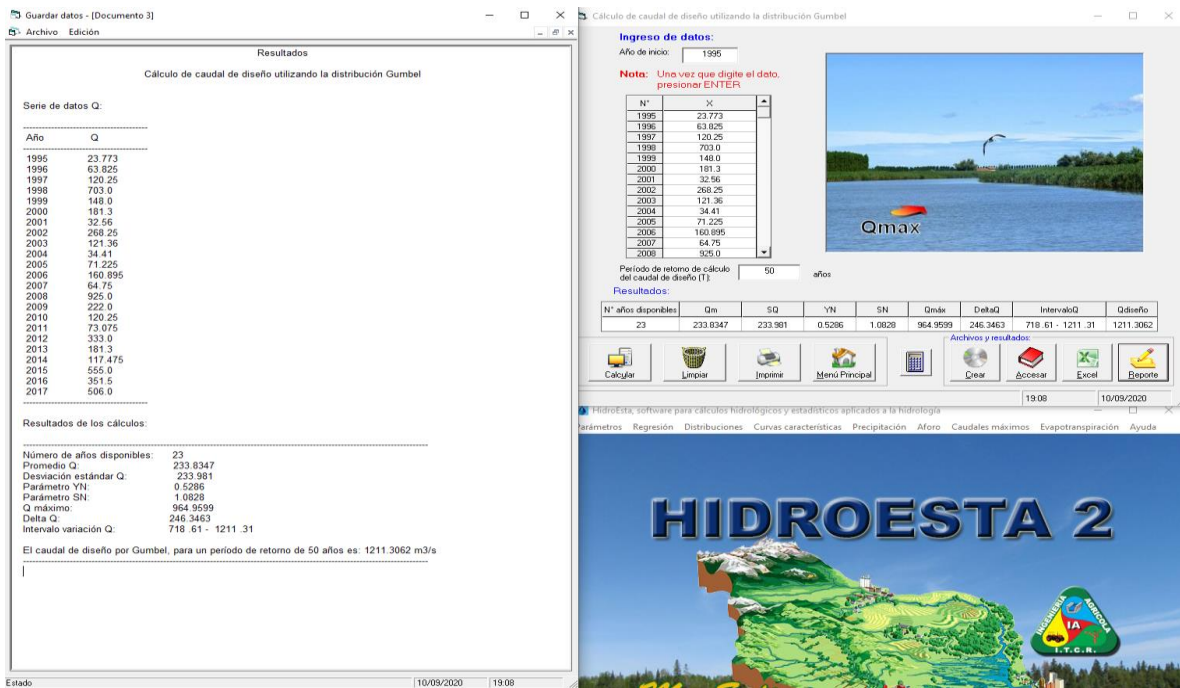
(Fuente: expediente técnico "Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque")

**FIGURA N° 30: Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 50 años - propia [4]**



(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 31: Caudal máximo de diseño por Gumbel para un periodo de retorno de 50 años - propia [4]**



(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 32: cuadro resumen de los caudales máximos de diseño para los métodos de Gumbel y nash [4].**

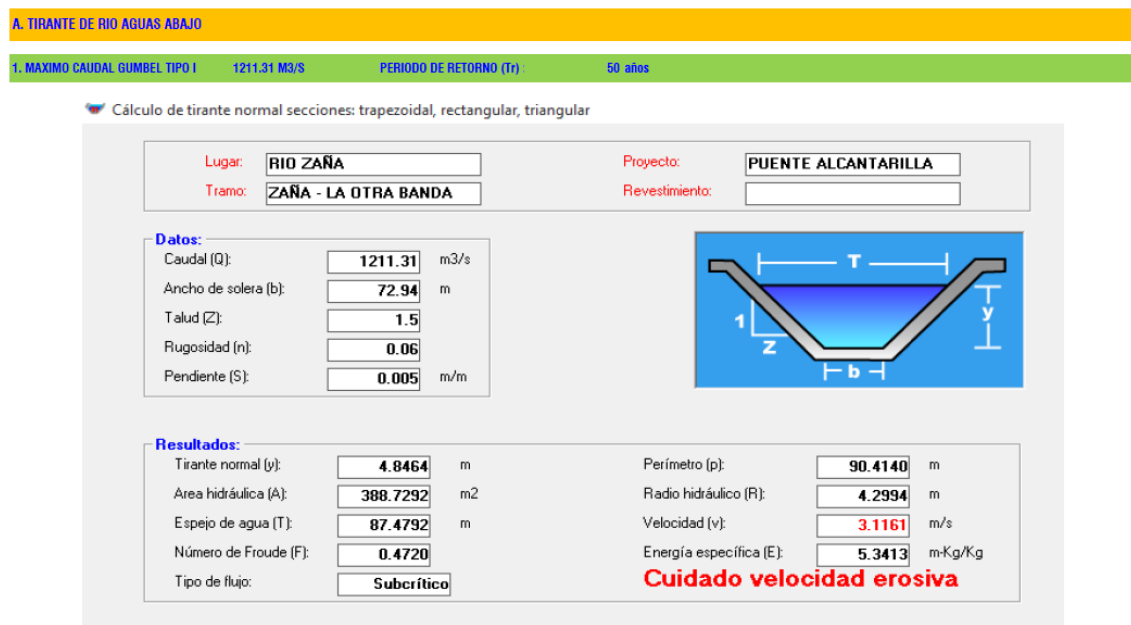
<u>CUADRO RESUMEN DE MAXIMOS CAUDALES</u>																																			
<b>OBRA</b>	<b>“CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE”</b>																																		
<b>PROPIETARIO</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA			<b>Region:</b>	Lambayeque																														
<b>HECHO POR</b>				<b>Provincia:</b>	Chiclayo																														
<b>REVISADO POR</b>	Municipalidad Distrital de Zaña			<b>Distrito:</b>	Zaña																														
<b>FECHA</b>				<b>Localidad:</b>	Zaña - La Otra Banda																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="background-color: #f4b084;">PROBABILIDAD</th> <th rowspan="2" style="background-color: #f4b084;">Tr (Años)</th> <th colspan="2" style="background-color: #f4b084;">MAXIMOS CAUDALES (m<sup>3</sup>/s)</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #f4b084;">GUMBEL TIPO I</th> <th style="background-color: #f4b084;">NASH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">99</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">365.94 m<sup>3</sup>/s</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td style="text-align: center;">515.73 m<sup>3</sup>/s</td> <td style="text-align: center;">298.92 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> <td style="text-align: center;">713.73 m<sup>3</sup>/s</td> <td style="text-align: center;">531.03 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">10.0</td> <td style="text-align: center;">863.52 m<sup>3</sup>/s</td> <td style="text-align: center;">689.93 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">25.0</td> <td style="text-align: center;">1061.52 m<sup>3</sup>/s</td> <td style="text-align: center;">895.30 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">50.0</td> <td style="text-align: center;">1211.31 m<sup>3</sup>/s</td> <td style="text-align: center;">1050.11 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> </tbody> </table>						PROBABILIDAD	Tr (Años)	MAXIMOS CAUDALES (m <sup>3</sup> /s)		GUMBEL TIPO I	NASH	99	1.0	365.94 m <sup>3</sup> /s		50	2.0	515.73 m <sup>3</sup> /s	298.92 m <sup>3</sup> /s	20	5.0	713.73 m <sup>3</sup> /s	531.03 m <sup>3</sup> /s	10	10.0	863.52 m <sup>3</sup> /s	689.93 m <sup>3</sup> /s	4	25.0	1061.52 m <sup>3</sup> /s	895.30 m <sup>3</sup> /s	2	50.0	1211.31 m <sup>3</sup> /s	1050.11 m <sup>3</sup> /s
PROBABILIDAD	Tr (Años)	MAXIMOS CAUDALES (m <sup>3</sup> /s)																																	
		GUMBEL TIPO I	NASH																																
99	1.0	365.94 m <sup>3</sup> /s																																	
50	2.0	515.73 m <sup>3</sup> /s	298.92 m <sup>3</sup> /s																																
20	5.0	713.73 m <sup>3</sup> /s	531.03 m <sup>3</sup> /s																																
10	10.0	863.52 m <sup>3</sup> /s	689.93 m <sup>3</sup> /s																																
4	25.0	1061.52 m <sup>3</sup> /s	895.30 m <sup>3</sup> /s																																
2	50.0	1211.31 m <sup>3</sup> /s	1050.11 m <sup>3</sup> /s																																

(Fuente: expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque”)

#### 4.5. ESTUDIO HIDRÁULICO

Tomando como referencia al expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado la Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque”

**FIGURA N° 33: cuadro diseño de sección del canal [4].**



(Fuente: expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque”)

A continuación, se presenta el cálculo teórico del ancho estable del río según las siguientes fórmulas empíricas

**CALCULO HIDRÁULICO**

**SECCIÓN ESTABLE O AMPLITUD DE CAUCE ( B )**

Proyecto : DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA

Q DISEÑO (m <sup>3</sup> /seg)	MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON			MÉTODO DE ALTUNIN - MANNING		MÉTODO DE BLENCH			
	B = K <sub>1</sub> Q <sup>1/2</sup>			B = (Q <sup>1/2</sup> /S <sup>1/5</sup> ) (n K <sup>5/3</sup> ) <sup>3/(3+5m)</sup>		B = 1.81(Q F <sub>b</sub> /F <sub>s</sub> ) <sup>1/2</sup>			
1,211.31	Condiciones de Fondo de río	K <sub>1</sub>	B (m)	Valores rugosidad de Manning (n)		B (m)	Factores		B (m)
	Fondo arena y orillas material no cohesivo	2.8	97.45	Descripción	n		Factor de Fondo	F <sub>b</sub>	
Pendiente Zona del Proyecto (m/m)							Cauces de Ríos con Vegetación = 0.033 - 0.029	0.033	178.97
				Coeficiente Material del Cauce		Factor de Orilla	F <sub>s</sub>		
0.00150	MÉTODO DE PETTIS			Descripción	K	Materiales cohesivos	0.3		
	B = 4.44 Q <sup>0.5</sup>			Material aluvial = 8 a 12	12				
	B (m)			Coeficiente de Tipo de Río					
	154.53			Descripción	m				
				Para cauces arenosos	0.7				

Página 1

**RESUMEN :**

	MÉTODO	B (m)	B (m)
1.5	MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	97.45	97.45
	MÉTODO DE PETTIS	154.53	NO
	MÉTODO DE ALTUNIN - MANNING	178.97	NO
0.3	MÉTODO DE BLENCH	102.87	102.8704
	RECOMENDACIÓN PRACTICA	108.45	108.4524
	-----> PROMEDIO B :	128.46	102.9243

-----> SE ADOPTA B :

100.00

Se elige este ancho por adaptarse a la zona de estudio.

El ancho estable final será el promedio aritmético de los valores que convergen (se acercan entre sí), descartando se los valores que se alejan de la dispersión. Debido a que estas fórmulas son empíricas es que se a tomado el valor de 100m como el valor del ancho estable del río, además; con este método estadístico estamos siendo conservadores al no tomar los datos que se alejan de la dispersión, sin embargo si tomáramos esos datos solo generaríamos perturbación en los datos promediados.

## CALCULO HIDRÁULICO SECTOR :ZAÑA

CALCULO DEL TIRANTE MÉTODO DE MANNING - STRICKLER (B > 30 M)		t (m)
$t = ((Q / (Ks * B * S^{1/2}))^{3/5}$		
Valores para Ks para Cauces Naturales (Inversa de n)		
Descripción	Ks	
Cauces de Ríos con Vegetación = 30 - 35	31	4
Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /seg)		
Q =	1,211.31	
Ancho Estable - Plantilla (m)		
B =	100.00	
Pendiente del Tramo de estudio		
S =	0.00150	

Formula de Manning : Velocidad Media (m/s) >>>>> $V = R^{2/3} * S^{1/2} / n$				
Radio Hidráulico >>> $R = A / P$ >>>>>>>		R :	Pendiente de Fondo >>> S	
Tirante medio (y )	Talud de Borde (Z)	3.67	S = 0.00150	
y = 4.00	Z = 1.5		Coeficiente de Rugosidad de Manning	
Ancho de Equilibrio (B)			Descripción	n
B = 100.00			Cauces de Ríos con Vegetación = 0.033 - 0.029	0.031
Área (m2)	Perímetro (m)			
A = 376	P = 102.42			
>>>>>>> V = 2.97 m/seg				
Numero de Froude : $F = V / (g * y)^{1/2}$				
Velocidad media de la corriente (m/s)	Aceleración de la Gravedad	Profundidad Hidráulica Media = Área Mojada / Ancho Superficial:		
V = 2.97	g = 9.81	y = A / B >>>	y = 3.76	
			Froude (F) 0.49	
		Tipo de Flujo :	FLUJO SUBCRITICO	

El tirante hidráulico calculado es de 4.00m para una pendiente de 0.015%, generando un flujo subcrítico con una velocidad media aproximada de 2.97 m/seg.

CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H <sub>s</sub> )										
METODO DEL. LIST VAN LEVEDIEV										
<b>Suelos Granulares - No Cohesivos</b>										
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$ .....(1)										
<b>Suelos Cohesivos</b>										
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.60 \gamma_s^{1.18} \beta))^{1/(x+1)}$ .....(2)										
Donde:										
$t_s$ = Tirante despues de producirse la socavacion (m)										
$t$ = Tirante sin socavacion (m)										
$t = 4$ m										
$D_m$ = Diametro Medio de las particulas (mm)										
$D_m = 12$ mm										
$\gamma_s$ = Peso Especifico suelo (Kg/m <sup>3</sup> )										
$\mu$ = Coeficiente de Contraccion										
$\alpha$ = Coeficiente >>>>>										
$\alpha = Q / (t_m^{6/3} B \mu)$										
Tirante medio ( $t_m$ ) = A/B	Q (Caudal de Diseño)	Coeficiente de Contraccion ( $\mu$ ) Tabla N° 01	Ancho Estable	$\alpha$						
$t_m = 3.76$	1,211.31	$\mu = 0.99$	B = 100.00	1.35						
PROFUNDIDAD DE SOCAVACION PARA SUELOS NO COHESIVO .....(1):										
X : Exponente que depende de : $D_m$ para suelos Granulares No Cohesivos y $\gamma_s$ para suelos cohesivos. >>>>> TABLA N° 03		Coeficiente por Tiempo de Retorno : $\beta$ (Tabla N° 04)	TIRANTE DE SOCAVACION SUELOS GRANULARES - NO COHESIVOS							
X (Tabla N° 03)	1/x+1		$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$							
x = 0.34	0.75	$\beta = 0.97$	$t_s = 5.71$ m							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; background-color: #cccccc;">PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H<sub>s</sub>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">H<sub>s</sub></td> <td style="text-align: center;">= t<sub>s</sub> - t</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>H<sub>s</sub></b></td> <td style="text-align: center;"><b>= 1.71 m</b></td> </tr> </tbody> </table>					PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H <sub>s</sub> )		H <sub>s</sub>	= t <sub>s</sub> - t	<b>H<sub>s</sub></b>	<b>= 1.71 m</b>
PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H <sub>s</sub> )										
H <sub>s</sub>	= t <sub>s</sub> - t									
<b>H<sub>s</sub></b>	<b>= 1.71 m</b>									

1. Perfil antes de la erosión  
2. Perfil de equilibrio tras la erosión

La socavación total en la sección del río es de 1,71m.

#### 4.6. ESTUDIO DE TRÁFICO

Para realizar este estudio se tomó como referencia el manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018 [14] y el manual de puentes [6].

El diseño geométrico del tramo se realizó tomando como referencia al manual de diseño geométrico DG – 2018 [14].

La carretera está clasificada como carretera trocha carrozable por tener un IMDA menor a 200 veh/día [14]. La orografía del terreno es plana.

**TABLA N° 02: RANGOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCIÓN A LA CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA POR DEMANDA Y OROGRAFÍA**

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

(Fuente: Manual de Diseño Geométrico – 2018)

La velocidad de diseño será 50 km/h, la cual cumple para una trocha carrozable y para una orografía plana.

Según el manual de puentes [6], el ancho de la calzada del puente no puede ser menor que el ancho del camino de acceso al puente en el cual se tomarán en cuenta el número de carriles más las bermas.

Por motivo de la pandemia, se optó por trabajar con el resultado del estudio de tráfico del expediente técnico “Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque”

El estudio realizado determina lo siguiente:

- El tráfico de un camino vecinal varia constantemente dependiendo del ciclo de actividades u de producción de la zona de influencia. Será mayor en estaciones de cosechas que en otros años.
- Del estudio realizado determinan un promedio de vehículos por día de 376 unidades

El día de mayor tránsito es el jueves.

El IMDA de dicho estudio es de 399 vehículos diarios, siendo el 2T2 el vehículo con mayor incidencia, con un 22.56% del IMDA [4]

Según el conteo diario realizado en el expediente en mención, se puede observar que transitan vehículos tipo 2E, 3E, 3S1, 3S2 y 2T2, y además que, el vehículo con mayor incidencia es el tipo 2T2 [4], por tal motivo y tomando en cuenta estos datos se utilizará el vehículo HL-93 para el diseño estructural del puente, ya que como se puede observar, por la zona transitan vehículos pesados y el manual de puentes tácitamente lo recomienda.

Tomando en cuenta el camión HL-93, este puente puede soportar todos los vehículos comunes que transitan en el territorio nacional, dejando fuera vehículos especiales como los de las minas, y además mejorando la carrera en mención, esta ruta podría servir como una ruta alterna entre Chiclayo y el kilómetro 512 de la carretera Panamericana la cual une a todo el Perú, dando así la posibilidad de realizar trabajos en el puente Reque y en el puente Úcupe.

**FIGURA N° 30: cuadro del primer día de conteo vehicular [4].**














p018.16

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"


**9. ESTUDIO DE TRAFICO**

✓ **Cal. Independencia (Zaña Capital) (1.73 KM)**

**CONTEO VEHICULAR DIA 01**

 <b>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</b>		 <b>OPP</b> FORMATO N° 1											
<b>FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR</b>													
<b>ESTUDIO DE TRAFICO</b>													
TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION CONTEO DE TRAFICO 01, KM 0+000.00											
SENTIDO	E ←		S →										
UBICACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)											
DIA	1   ESTACION CONTEO DE TRAFICO, KM 0+000.00												
ESTACION	ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)												
CODIGO DE LA ESTACION													
DIA Y FECHA	LUNES												
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		SEMITRAYER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	3S1/3S2		
													
06-07	E	3	2	2	1	2	2	1	3	4	4	3	
	S												
07-08	E	3	2	2	1	2	2	0	4	4	5	5	
	S												
08-09	E	3	3	2	0	2	1	1	3	5	5	10	
	S												
09-10	E	2	3	3	1	1	1	0	2	3	3	10	
	S												
10-11	E	2	2	3	0	1	1	1	4	4	4	9	
	S												
11-12	E	2	3	3	1	1	1	1	4	3	6	8	
	S												
12-13	E	3	3	3	1	2	2	2	4	4	4	6	
	S												
13-14	E	3	4	3	1	2	2	1	5	4	5	8	
	S												
14-15	E	2	2	3	0	1	1	0	5	4	4	8	
	S												
15-16	E	2	2	3	0	1	1	1	3	4	5	8	
	S												
16-17	E	2	2	2	0	2	2	1	3	4	5	5	
	S												
17-18	E	2	2	2	1	2	2	0	4	4	4	4	
	S												
<b>PARCIAL:</b>		<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>84</b>	

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

  
 VICTOR RAÚL CHUGUÉN MIRANDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 162454



( Fuente: [4] )

FIGURA N° 31: cuadro del segundo día de conteo vehicular [4].












001815

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"


**CONTEO VEHICULAR DIA 02**

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION CONTEO DE TRAFICO 01, KM 17+469.019											
SENTIDO		E ←					S →						
UBICACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)											
DIA		2 ESTACION CONTEO DE TRAFICO. KM 0+000.00											
ESTACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)											
CODIGO DE LA ESTACION													
DIA Y FECHA		MARTES											
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			SEMIRAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		2 E	3 E			
DIAGRA. VEH.													
06-07	E	3	2	2	1	3	2	1	3	4	4	3	
	S												
07-08	E	3	2	2	1	3	2	0	4	4	5	5	
	S												
08-09	E	3	3	2	0	2	1	1	3	4	4	9	
	S												
09-10	E	2	3	3	1	1	1	0	2	3	3	9	
	S												
10-11	E	2	2	3	0	1	1	1	4	4	4	10	
	S												
11-12	E	3	3	3	1	1	1	1	4	3	6	8	
	S												
12-13	E	3	3	3	1	2	2	2	4	4	4	6	
	S												
13-14	E	3	4	3	1	2	2	1	5	4	5	8	
	S												
14-15	E	3	2	3	0	2	1	0	5	4	4	8	
	S												
15-16	E	3	2	3	0	1	1	1	3	4	5	7	
	S												
16-17	E	3	2	2	0	2	2	1	3	4	5	5	
	S												
17-18	E	3	2	2	1	2	2	0	4	4	4	4	
	S												
PARCIAL:		34	30	31	7	22	18	9	44	46	53	82	

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

  
 VICTOR RAUL CHUGDEN MIRANDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 162404














( Fuente: [4] )

**FIGURA N° 32: cuadro del tercer día de conteo vehicular [4].**

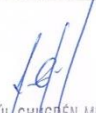
001814

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

**CONTEO VEHICULAR DIA 03**

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		 FORMATO N° 1										
<b>FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR</b>												
<b>ESTUDIO DE TRAFICO</b>												
TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION CONTEO DE TRAFICO 01, KM 17+469.019										
SENTIDO		E ←	S →									
UBICACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)										
DIA 3 ESTACION CONTEO DE TRAFICO, KM 0+000.00												
ESTACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)										
CODIGO DE LA ESTACION												
DIA Y FECHA		MIERCOLES										
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS	CAMION		SEMITRAYER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO		2 E	3 E		
DIAGRA. VEH.												
06-07	E	3	2	2	1	2	2	1	3	4	4	3
	S											
07-08	E	3	2	2	1	2	2	0	4	4	5	5
	S											
08-09	E	4	3	2	0	2	1	1	3	5	5	10
	S											
09-10	E	2	3	3	1	1	1	0	2	3	4	9
	S											
10-11	E	2	2	2	0	1	1	1	4	4	4	9
	S											
11-12	E	2	2	3	1	1	1	1	3	3	6	8
	S											
12-13	E	3	3	3	1	2	2	2	4	4	4	6
	S											
13-14	E	3	4	3	1	2	2	1	5	4	5	7
	S											
14-15	E	2	2	3	0	1	1	0	5	4	5	8
	S											
15-16	E	2	2	3	0	1	1	1	3	4	5	8
	S											
16-17	E	3	2	2	0	2	2	1	3	4	5	5
	S											
17-18	E	2	2	2	1	2	2	0	4	4	4	4
	S											
<b>PARCIAL:</b>		<b>31</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>47</b>	<b>56</b>	<b>82</b>

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

  
 VICTOR RAÚL CHUGUÉN MIRANDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 162454












( Fuente: [4] )

**FIGURA N° 33: cuadro del cuarto día de conteo vehicular [4].**

001813

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

**CONTEO VEHICULAR DIA 04**

MTC		Ministerio de Transportes y Comunicaciones		OPP		FORMATO N° 1						
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR				ESTUDIO DE TRAFICO								
TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION CONTEO DE TRAFICO 01, KM 17+489.019										
SENTIDO		E ←		S →								
UBICACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)										
DIA		4 ESTACION CONTEO DE TRAFICO, KM 0+000.00										
ESTACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)										
CODIGO DE LA ESTACION												
DIA Y FECHA		JUEVES										
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			SEMIRAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E		
DIAGRA. VEH.												
06-07	E	3	2	2	1	2	2	1	3	4	4	3
	S											
07-08	E	4	2	2	1	2	2	0	4	4	5	5
	S											
08-09	E	3	3	2	0	2	1	1	3	5	5	10
	S											
09-10	E	3	3	3	1	2	1	0	2	4	3	10
	S											
10-11	E	3	2	3	0	1	1	1	4	4	6	9
	S											
11-12	E	2	3	3	1	1	1	1	5	3	6	8
	S											
12-13	E	3	3	3	1	2	2	2	4	4	5	6
	S											
13-14	E	3	4	3	1	2	2	1	5	4	5	8
	S											
14-15	E	2	2	3	0	1	1	0	5	4	4	8
	S											
15-16	E	2	3	3	0	1	1	1	3	4	5	8
	S											
16-17	E	3	2	2	0	2	2	1	3	4	5	5
	S											
17-18	E	3	2	2	1	2	2	0	4	4	4	4
	S											
<b>PARCIAL:</b>		<b>34</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>57</b>	<b>84</b>

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

VICTOR RAÚL CHUGDEN MIRANDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 162454














( Fuente: [4] )

**FIGURA N° 34: cuadro del quinto día de conteo vehicular [4].**

001812

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

CONTEO VEHICULAR DIA 05

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		 FORMATO N° 1										
<b>FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR</b> ESTUDIO DE TRAFICO												
TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION CONTEO DE TRAFICO 01, KM 17+469.019										
SENTIDO		E ←	S →									
UBICACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)										
DIA 5 ESTACION CONTEO DE TRAFICO, KM 0+000.00												
ESTACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)										
CODIGO DE LA ESTACION												
DIA Y FECHA		VIERNES										
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	CAMION			SEMIRAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E		
DIAGRA. VEH.												
06-07	E	3	2	2	1	2	2	1	3	4	4	3
	S											
07-08	E	3	2	2	1	2	2	0	4	4	5	5
	S											
08-09	E	3	3	2	0	2	1	1	3	5	5	9
	S											
09-10	E	2	3	3	1	1	1	0	2	3	3	9
	S											
10-11	E	2	2	3	0	1	1	1	4	4	4	9
	S											
11-12	E	2	3	3	1	1	1	1	4	3	6	10
	S											
12-13	E	3	3	3	1	2	2	2	4	4	4	7
	S											
13-14	E	3	4	3	1	2	2	1	5	4	5	8
	S											
14-15	E	2	2	3	0	1	1	0	5	4	4	8
	S											
15-16	E	2	2	3	0	1	1	1	3	4	5	8
	S											
16-17	E	2	2	2	0	2	2	1	3	4	5	5
	S											
17-18	E	2	2	2	1	2	2	0	4	4	4	4
	S											
<b>PARCIAL:</b>		<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>85</b>

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

  
**VICTOR RAUL CHOYDEN MIRANDA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 162454



( Fuente: [4] )

**FIGURA N° 35: cuadro del sexto día de conteo vehicular [4].**












001811

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"


**CONTEO VEHICULAR DIA 06**

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION CONTEO DE TRAFICO 01, KM 17+469.019											
SENTIDO		E ←					S →						
UBICACIÓN		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)											
DIA		6 ESTACION CONTEO DE TRAFICO, KM 0+000.00											
ESTACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)											
CODIGO DE LA ESTACION													
DIA Y FECHA		SABADO											
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	CAMION			SEMITRAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		2 E	3 E			
DIAGRA. VEH.													
06-07	E	3	2	2	1	2	2	1	3	4	4	3	
	S												
07-08	E	3	2	2	1	2	2	0	4	4	5	5	
	S												
08-09	E	3	3	2	0	2	1	1	3	5	5	10	
	S												
09-10	E	2	3	3	1	1	1	0	2	3	3	10	
	S												
10-11	E	2	3	3	0	1	1	1	4	4	4	9	
	S												
11-12	E	2	3	3	1	1	1	1	5	3	6	9	
	S												
12-13	E	3	3	3	1	2	2	2	4	4	4	9	
	S												
13-14	E	3	4	3	1	2	2	1	5	4	5	8	
	S												
14-15	E	2	2	3	0	1	1	0	5	4	4	8	
	S												
15-16	E	2	2	3	0	1	1	1	3	4	5	8	
	S												
16-17	E	3	2	2	0	2	2	1	3	4	5	5	
	S												
17-18	E	2	2	2	1	2	2	0	4	4	4	4	
	S												
<b>PARCIAL:</b>		<b>30</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>45</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>88</b>	

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

  
 VICTOR RAUL CHUGUÉN MIRANDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 162454















( Fuente: [4] )

FIGURA N° 36: cuadro del séptimo día de conteo vehicular [4].


001810

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

**CONTEO VEHICULAR DIA 07**

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		 FORMATO N° 1											
<b>FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR</b>													
<b>ESTUDIO DE TRAFICO</b>													
TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION CONTEO DE TRAFICO 01, KM 17+469.019											
SENTIDO		E ←	S →										
UBICACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)											
DIA 7 ESTACION CONTEO DE TRAFICO, KM 0+000.00													
ESTACION		ALTURA ZAÑA CAPITAL (CAL. INDEPENDENCIA)											
CODIGO DE LA ESTACION													
DIA Y FECHA		DOMINGO											
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS	CAMION			SEMITRAYERL	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO		2 E	2 E	3 E		
DIAGRA. VEH.													
06-07	E	3	2	2	1	2	2	1	3	4	4	3	
	S												
07-08	E	3	2	2	1	2	2	0	4	4	5	5	
	S												
08-09	E	3	3	2	0	2	1	1	3	5	5	10	
	S												
09-10	E	2	3	3	1	1	1	0	2	3	3	10	
	S												
10-11	E	2	2	3	0	1	1	1	3	4	4	9	
	S												
11-12	E	2	3	3	1	1	1	1	4	3	6	8	
	S												
12-13	E	3	3	3	1	2	2	2	4	4	4	7	
	S												
13-14	E	3	4	3	1	2	2	1	5	4	5	8	
	S												
14-15	E	2	2	3	0	1	1	0	5	4	4	9	
	S												
15-16	E	3	2	3	0	1	1	1	3	4	5	8	
	S												
16-17	E	2	2	2	0	2	2	1	4	4	5	6	
	S												
17-18	E	2	2	2	1	2	2	0	4	4	4	4	
	S												
<b>PARCIAL:</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>87</b>	

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

  
 VICTOR RAUL CAUGDEN MIRANDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 162454

( Fuente: [4] )

**FIGURA N° 37: promedio de vehículos diarios que transitan por la zona [4].**

001809

EXPEDIENTE TÉCNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

**a. Determinación del tráfico actual.**

El tráfico de un camino vecinal varía constantemente dependiendo del ciclo de actividades y de producción de la zona de influencia. Será mayor en estaciones de cosechas que en otros periodos del año.

Para calcular el promedio diario anual del camino analizado (índice medio diario anual o IMDa), corrige los datos de tráfico obtenidos en conteos de campo mediante factores de corrección estacional (FCE), para convertirlos en IMD. Para este cálculo se utiliza las tablas del MTC.

✓ **Cal. Independencia (Zaña capital) (1.73 km)**

**ESTUDIO DE TRÁFICO ACTUAL**

Conteo de Trafico Zaña Capital (Cal. Independencia)							
Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Auto	29	34	31	34	29	30	30
Station Wagon	30	30	29	31	30	31	30
Pick Up (Camioneta)	31	31	30	31	31	31	31
Panel (Camioneta)	7	7	7	7	7	7	7
Combi Rural (Camione)	19	22	19	20	19	19	19
Micro	18	18	18	18	18	18	18
Bus 2E	9	9	9	9	9	9	9
Camión 2E (Camion)	44	44	43	45	44	45	44
Camión 3E (Camion)	47	46	47	48	47	47	47
Semitrayler 3S1/3S2	54	53	56	57	54	54	54
Trayler 2T2	84	82	82	84	85	88	87
<b>TOTAL</b>	<b>372</b>	<b>376</b>	<b>371</b>	<b>384</b>	<b>373</b>	<b>379</b>	<b>376</b>
<b>PROMEDIO DE VEHICULOS POR DIA</b>							<b>376</b>

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

El siguiente grafico muestra el volumen de tráfico por día, donde se aprecia que los días de mayor tránsito en el camino vecinal son los jueves, sábados y domingos.

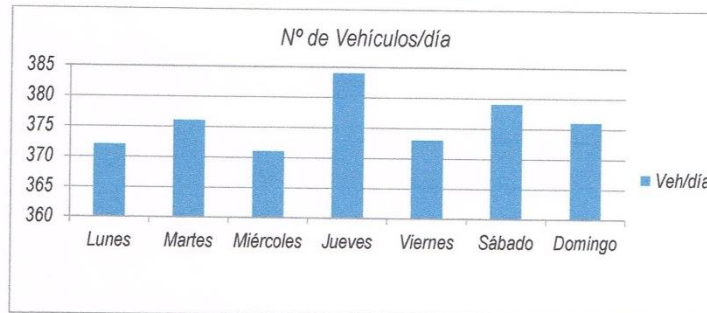
VICTOR RAÚL CHUQUEN MIRANDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 162454

( Fuente: [4] )

**FIGURA N° 38: volumen de tráfico diario [4].**

001808

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

**VOLUMEN DE TRÁFICO POR DÍA.**

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

Son un aproximado de 376 unidades vehiculares que transitan diariamente en este tramo, este dato es afectado por los factores de corrección (F.C.E) promedio para vehículos ligeros y pesados. Para efectos de cálculo se tiene los factores de corrección proporcionados por las Unidades de Peaje PVN\_OGPP al año 2010, para la unidad de peaje Pomalca con código P052 ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Para determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino vecinal emplean los factores de corrección vehiculares ligeros y pesados dados por el MTC, correspondiente al Mes de Setiembre.

F.C.E. Vehículos ligero 1.05191513

F.C.E. Vehículos pesac 1.06929786

Además, se emplean las siguientes fórmulas para el cálculo del Índice Medio Anual (IMDa)

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

$IMD_s$  = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

$IMDa$  = Índice Medio Anual

$Vi$  = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

$FC$  = Factores de Corrección Estacional

VICTOR RAÚL CHUGÉN MIRANDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 162454

( Fuente: [4] )

**FIGURA N° 39: promedio de vehículos diarios que transitan por la zona [4].**

001807

EXPEDIENTE TECNICO: "CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

**ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD) POR DÍA**

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día								TOTAL SEMANA	IMD <sub>s</sub>	FC	IMD <sub>a</sub>
	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día											
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	A				
Auto	29	34	31	34	29	30	30	217	31	1.0519151	33	
Station Wagon	30	30	29	31	30	31	30	211	30	1.0519151	32	
Pick Up (Camioneta)	31	31	30	31	31	31	31	216	31	1.0519151	32	
Panel (Camioneta)	7	7	7	7	7	7	7	49	7	1.0519151	7	
Combi Rural (Camione)	19	22	19	20	19	19	19	137	20	1.0519151	21	
Micro	18	18	18	18	18	18	18	126	18	1.0519151	19	
Bus 2E	9	9	9	9	9	9	9	63	9	1.0692979	10	
Camión 2E (Camion)	44	44	43	45	44	45	44	309	44	1.0692979	47	
Camión 3E (Camion)	47	46	47	48	47	47	47	329	47	1.0692979	50	
Semitrayler 3S1/3S2	54	53	56	57	54	54	54	382	55	1.0692979	58	
Trayler 2T2	84	82	82	84	85	88	87	592	85	1.0692979	90	
<b>TOTAL</b>	<b>372</b>	<b>376</b>	<b>371</b>	<b>384</b>	<b>373</b>	<b>379</b>	<b>376</b>	<b>2631</b>	<b>376</b>		<b>399</b>	

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

El índice medio diario de tránsito vehicular actual corregido, es de 399 vehículos por día y su distribución por tipo de vehículo se muestra en el siguiente cuadro.

**DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE VEHICULAR**

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Auto	33	8.27
Station Wagon	32	8.02
Pick Up (Camioneta)	32	8.02
Panel (Camioneta)	7	1.75
Combi Rural (Camione)	21	5.26
Micro	19	4.76
Bus 2E	10	2.51
Camión 2E (Camion)	47	11.78
Camión 3E (Camion)	50	12.53
Semitrayler 3S1/3S2	58	14.54
Trayler 2T2	90	22.56
<b>IMD</b>	<b>399</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaborado por el Equipo Consultor.

VICTOR RAUL CHUQUÉN MIRANDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 162454

Del cuadro se tiene que para el tramo en estudio, el 16.29% es representado por el automóvil y Station Wagon (Incluye Mototaxis que para fines de estudio se ha valorizadas 04 unidades por 01 automóvil, autos y Station Wagon), 11.78% para el Camion de 2E, el 12.53% para el Camión de 3E, el 14.54% para el Semitrayler 3S1/3S2, y el 22.56 por tráileres 2T2 como tráfico de mayor incidencia.

( Fuente: [4] )

#### 4.7. DISEÑO ESTRUCTURAL

El modelamiento estructural se realizó en el software CSIBridge, para las combinaciones de carga de Resistencia 1 y Servicio 1, según el manual de puentes del MTC. El diseño por fatiga no se me realizó en el software ya que este será realizado al momento de diseñar los perfiles de acero.

Según los resultados del modelamiento la combinación de carga más crítica es la de Resistencia 1.

El peso propio de las estructuras de acero se mayoró un 30%, lo cual representaría el peso de las placas y los pernos que le colocaran en las confecciones

El vehículo de diseño es el HL-93

##### **Descripción de la estructura**

La longitud total del tablero es de 100.00 m, la altura total es de 17.30m desde la parte inferior de la viga tensora y la parte más alta de la viga en arco.

El arco sigue la siguiente fórmula la altura aproximada al eje se tomó como

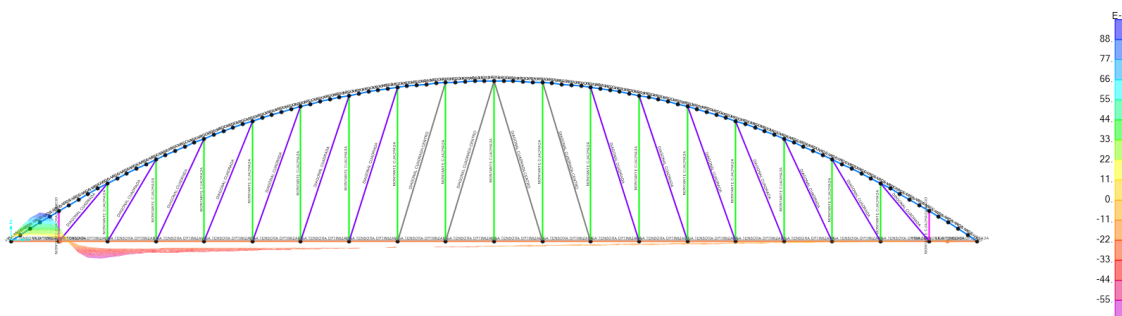
$$h = \frac{100}{6} = 16.67$$

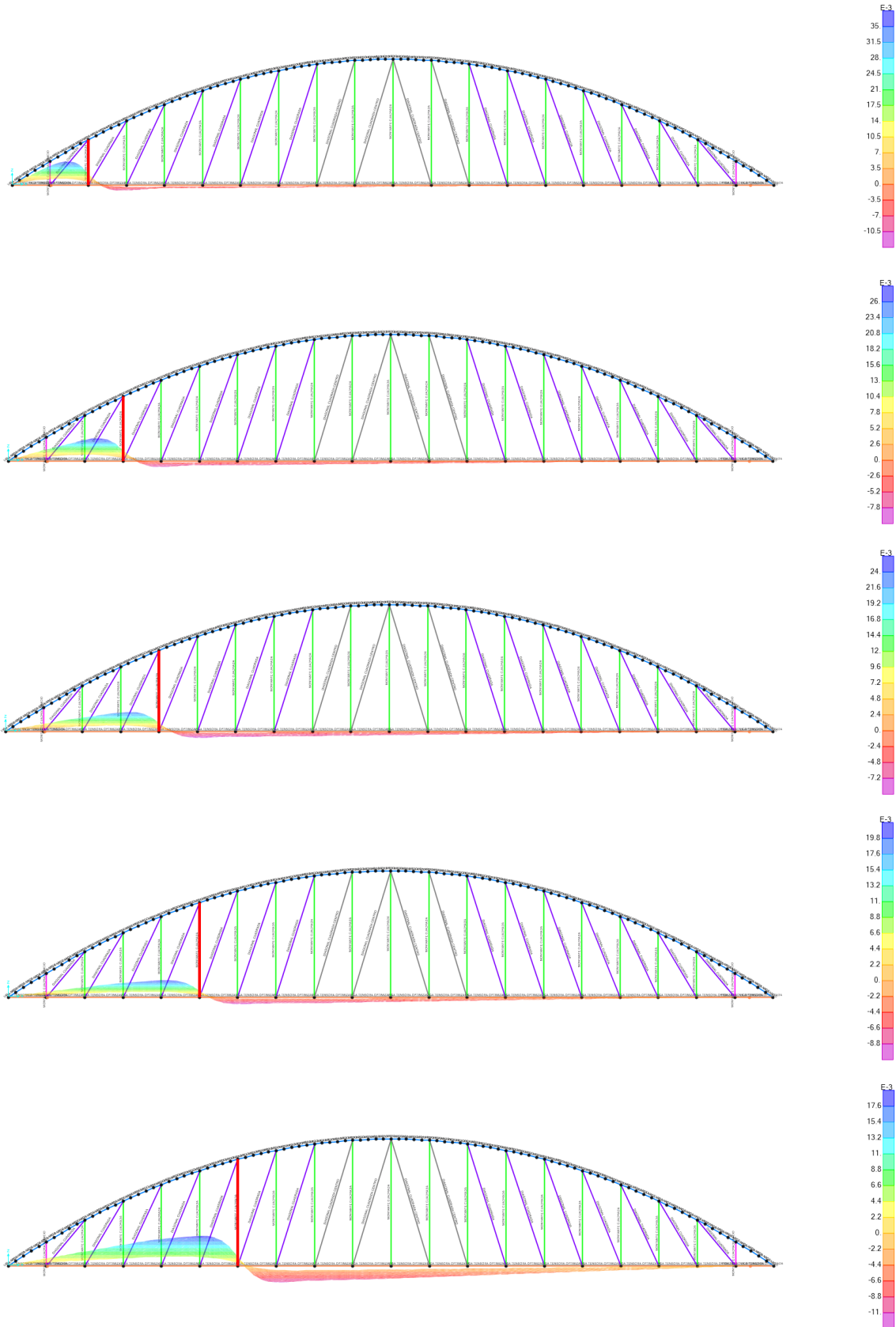
La configuración del arco corresponde a la siguiente ecuación

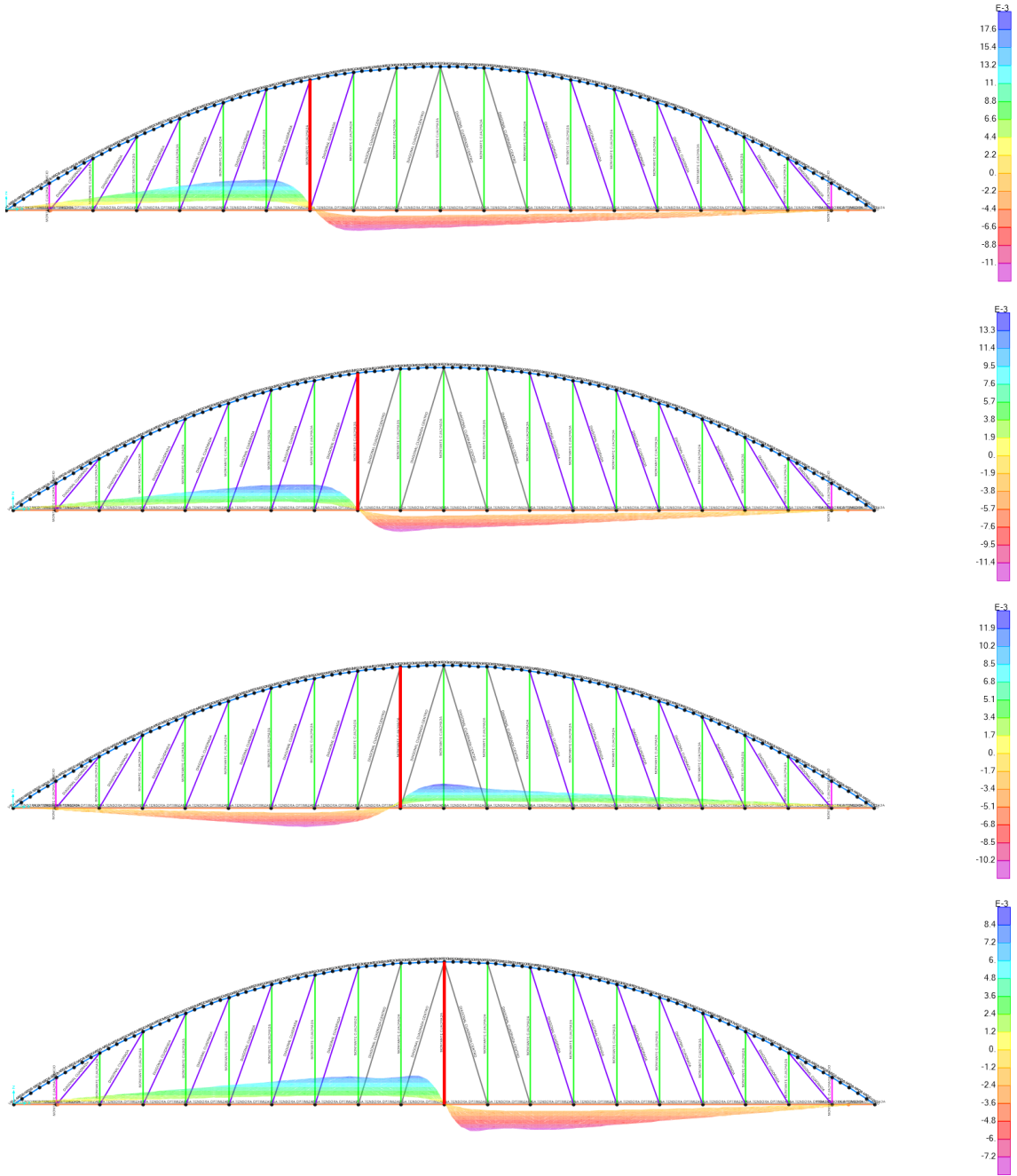
$$Y_p = \frac{16.5}{2500} * X^2$$

El análisis de las líneas de influencia se realizó en el software CSIBridge por su complejidad ya que éstas no son lineales, obteniendo como sección crítica la barra B-C de la viga en arco. El procedimiento es el siguiente: se cargó el vehículo en el modelado y se le solicitó cuales eran los esfuerzos generados en distintos puntos por donde pasaría el vehículo teórico. A continuación, se muestran las líneas de influencia:

##### **Línea de influencia: Montantes**

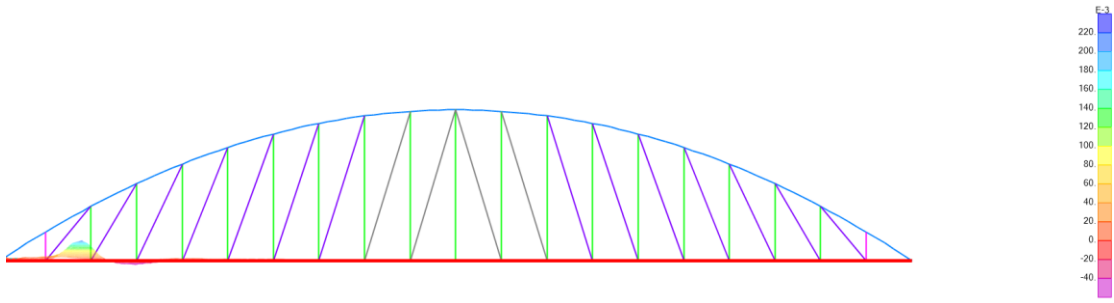




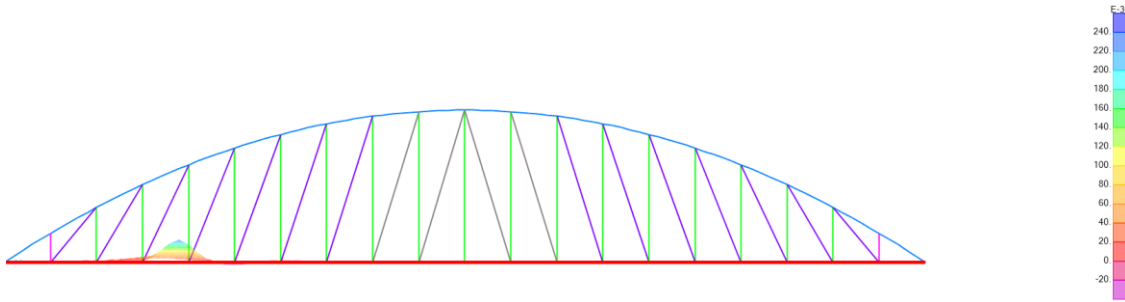


### Viga horizontal

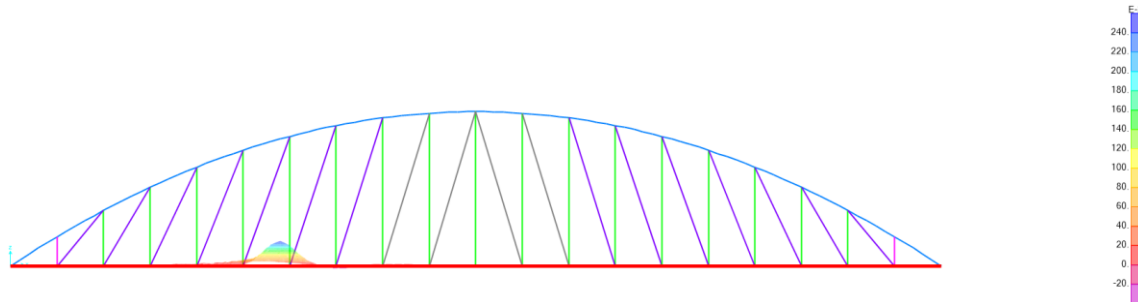
0.1



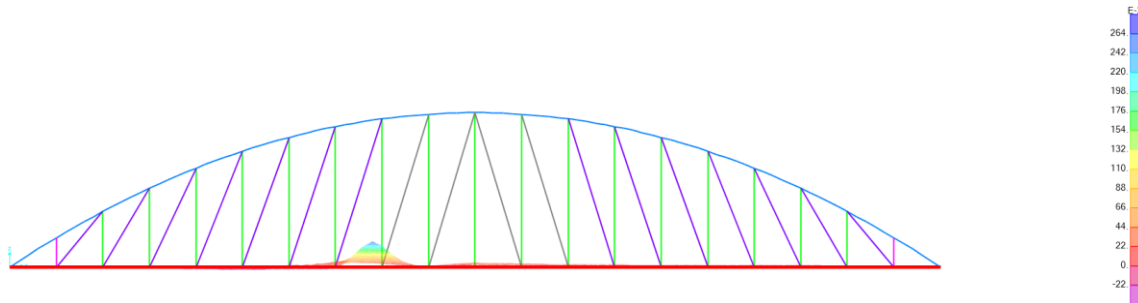
0.2



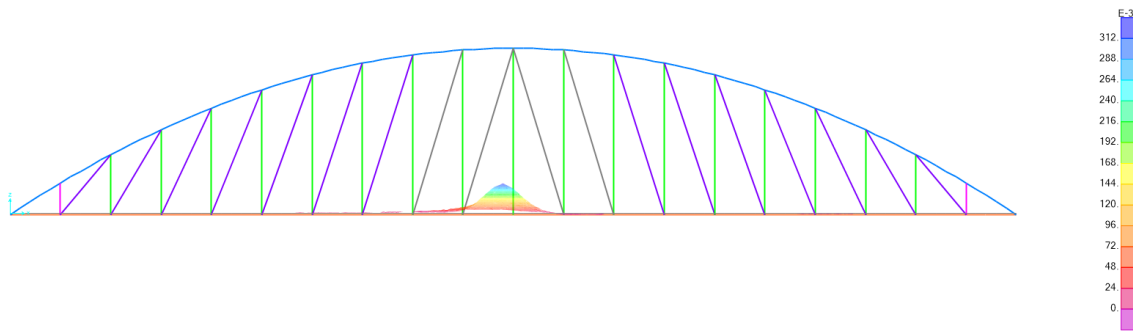
0.3



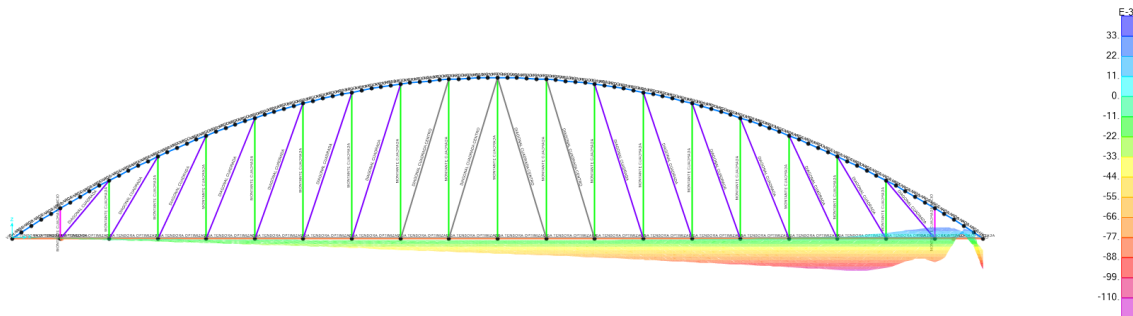
0.4



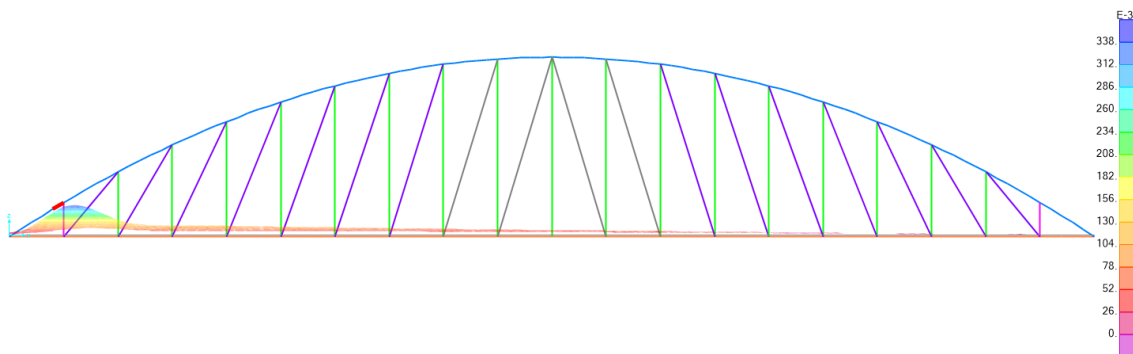
0.5



1



### Viga en arco



El puente en arco proyectado en un puente simplemente apoyado por tal motivo es que no será afectado por las fuerzas de sismo ya que tiene libre desplazamiento en uno de sus apoyos.

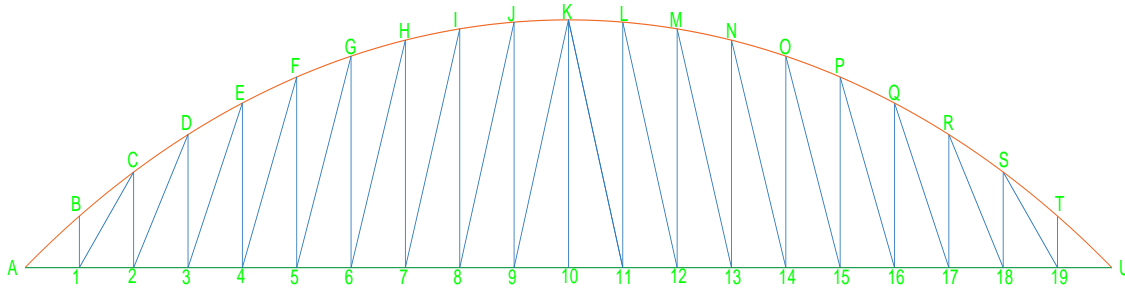
#### Cálculo de deflexiones

El manual de puentes en el artículo trata sobre el control de deflexiones, en la que existen dos condiciones: con el camión de diseño o con el 25 % de la carga del vehículo más la carga distribuida, de estas dos condiciones se tomará la que genere mayor deflexión. A continuación, se muestran los siguientes resultados para cada caso.

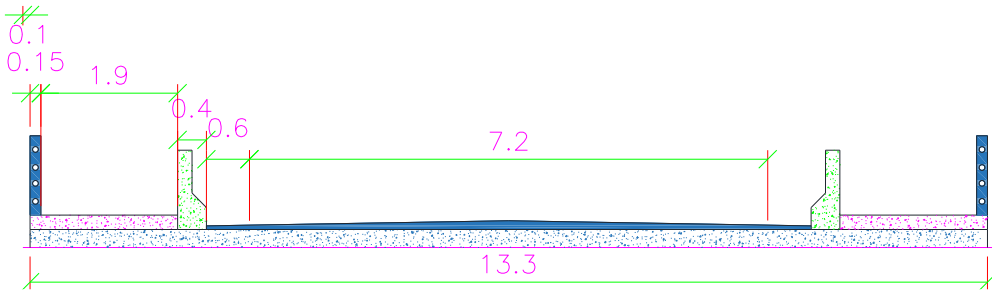
#### Cálculo de contra flecha

El manual de puentes en su artículo.... Dice que la flecha asignada debe ser mayor que la deformación producto de la aplicación de la carga muerta

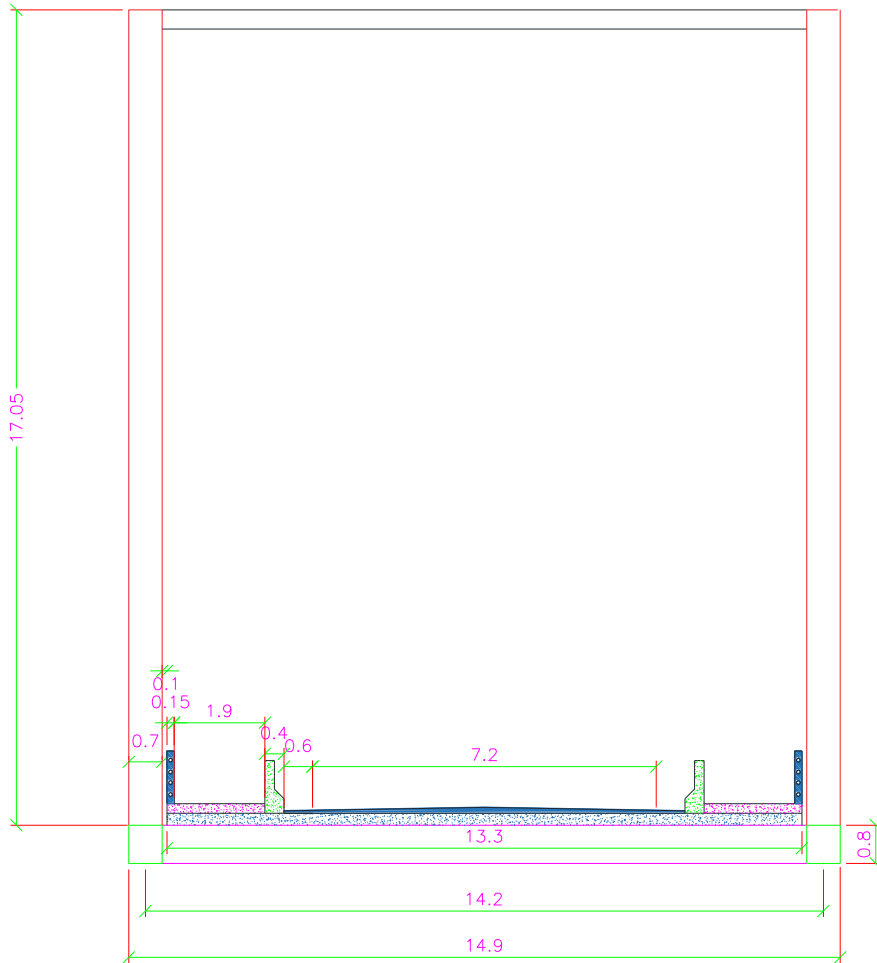
Bosquejo de la estructura en arco, vista longitudinal.



Detalle de la loza



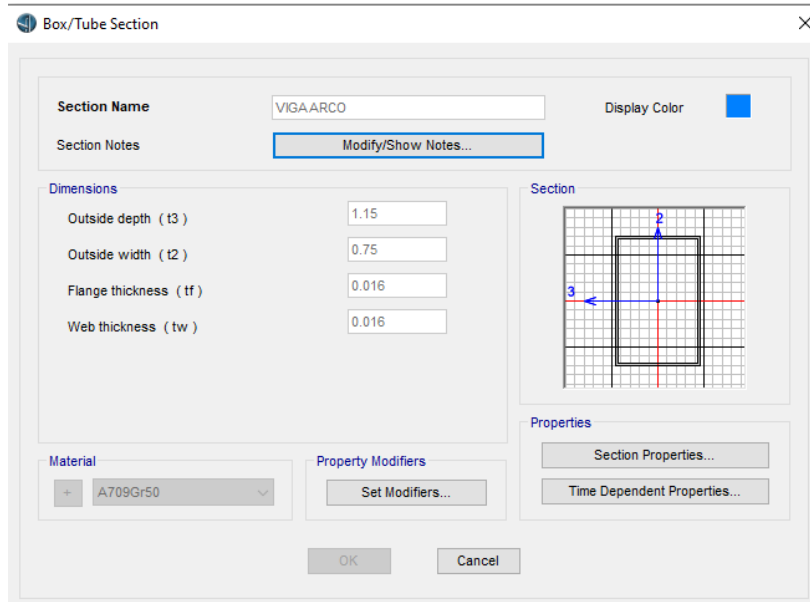
Detalle de la sección transversal



#### 4.7.1. *Diseño de los perfiles – CSIBridge*

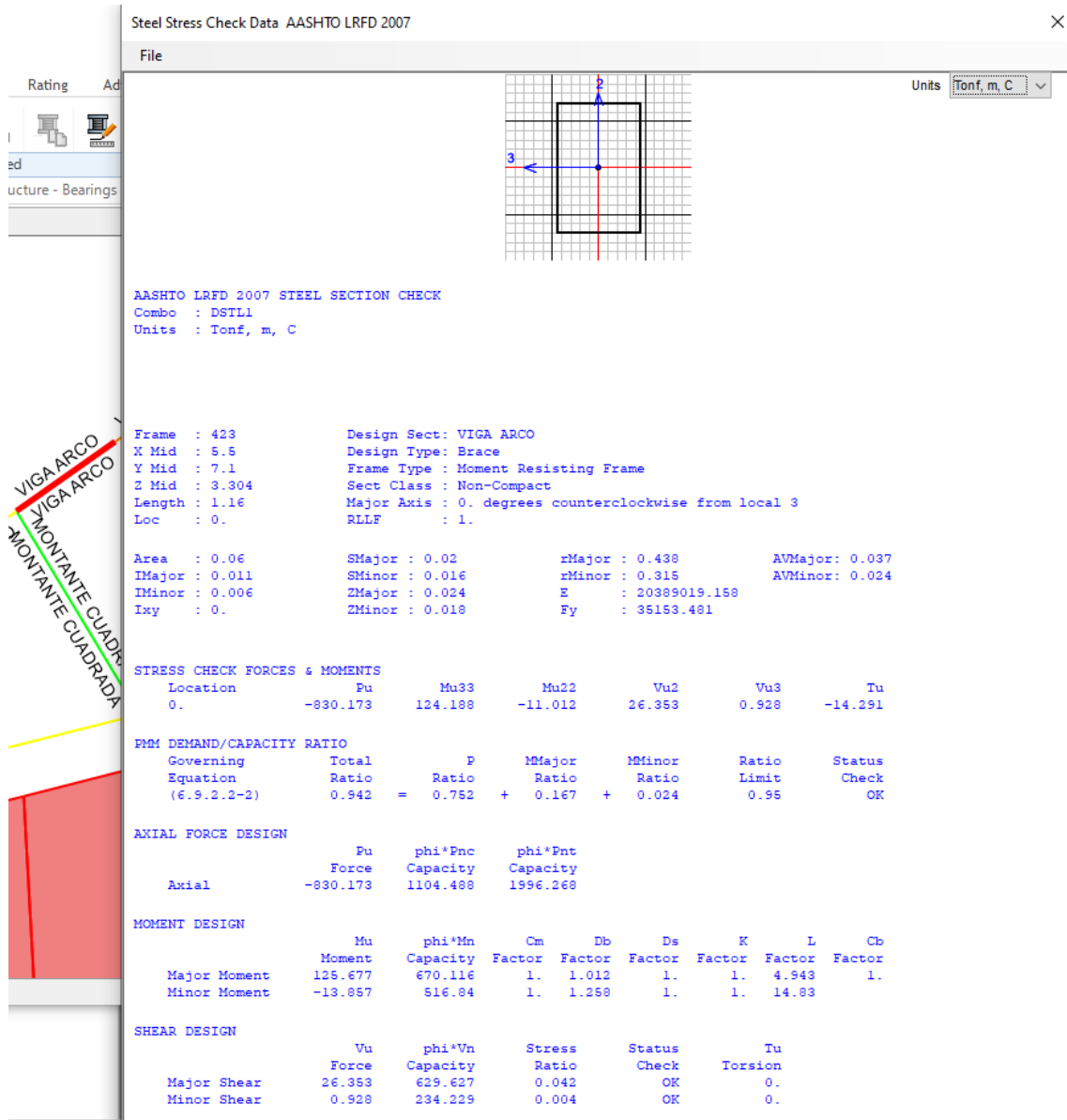
Sección de la viga en arco

**FIGURA N° 40: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO**



(Fuente: Propia)

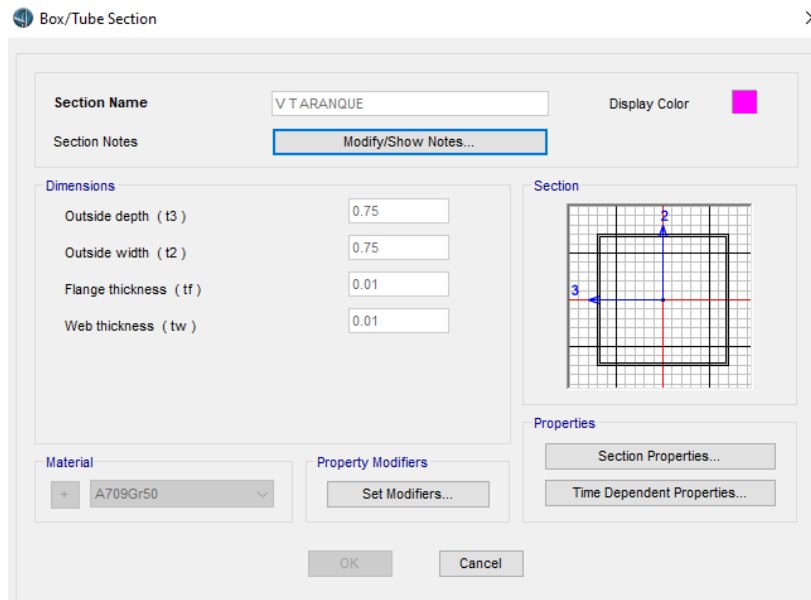
**FIGURA N° 41: RESULTADO DE LA VIGA EN ARCO DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

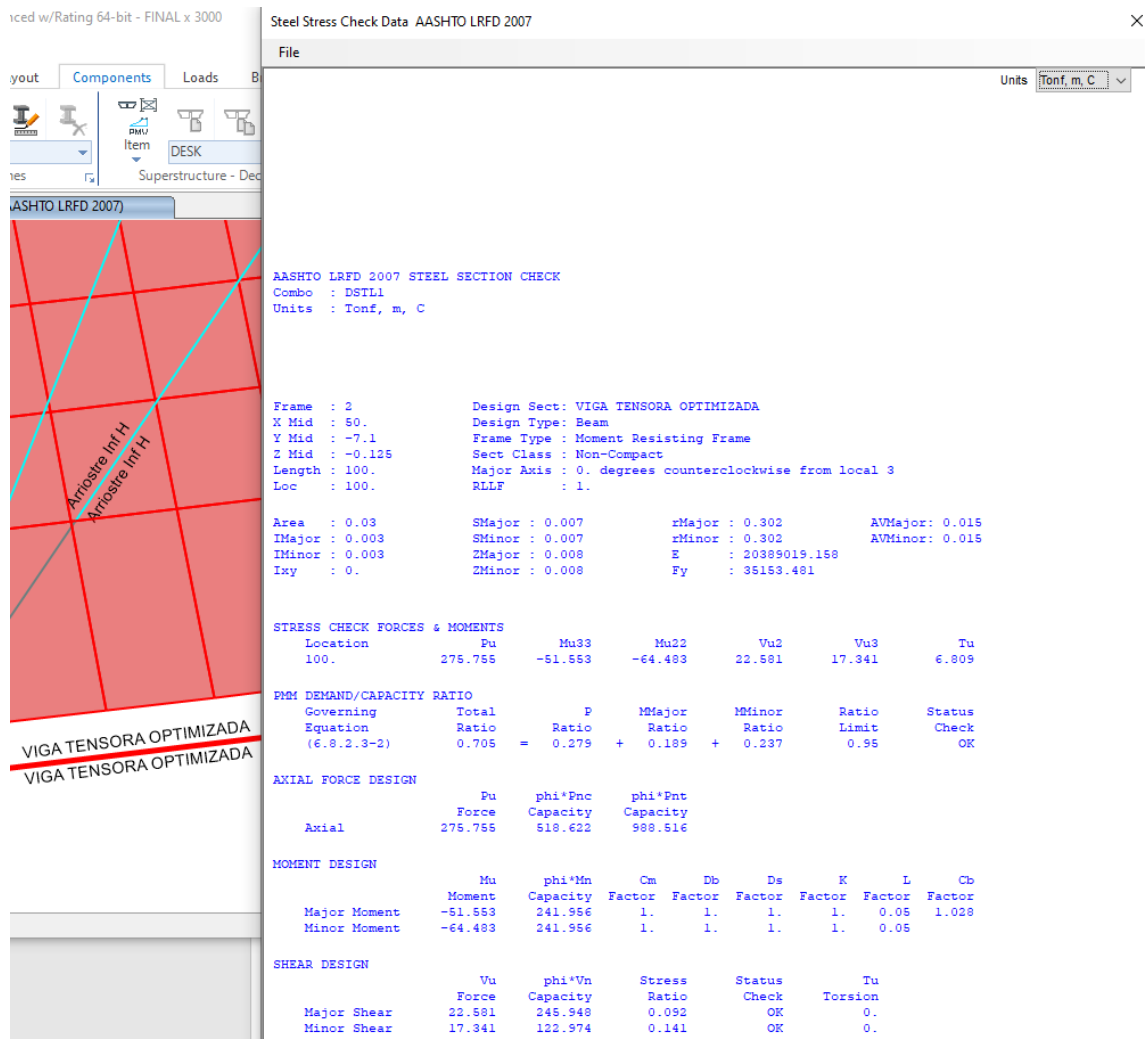
Sección de la viga tensora

**FIGURA N° 42: SECCIÓN DE LA VIGA TENSORA**



(Fuente: Propia)

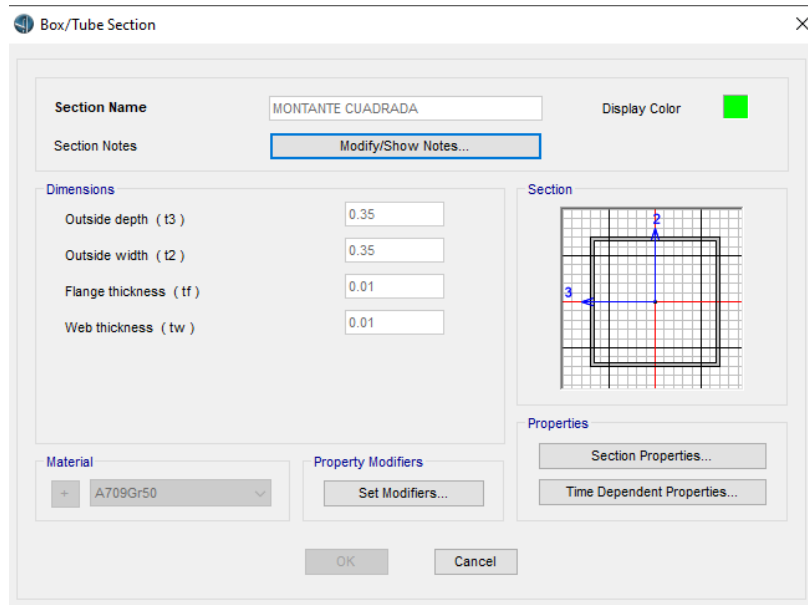
**FIGURA N° 43: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

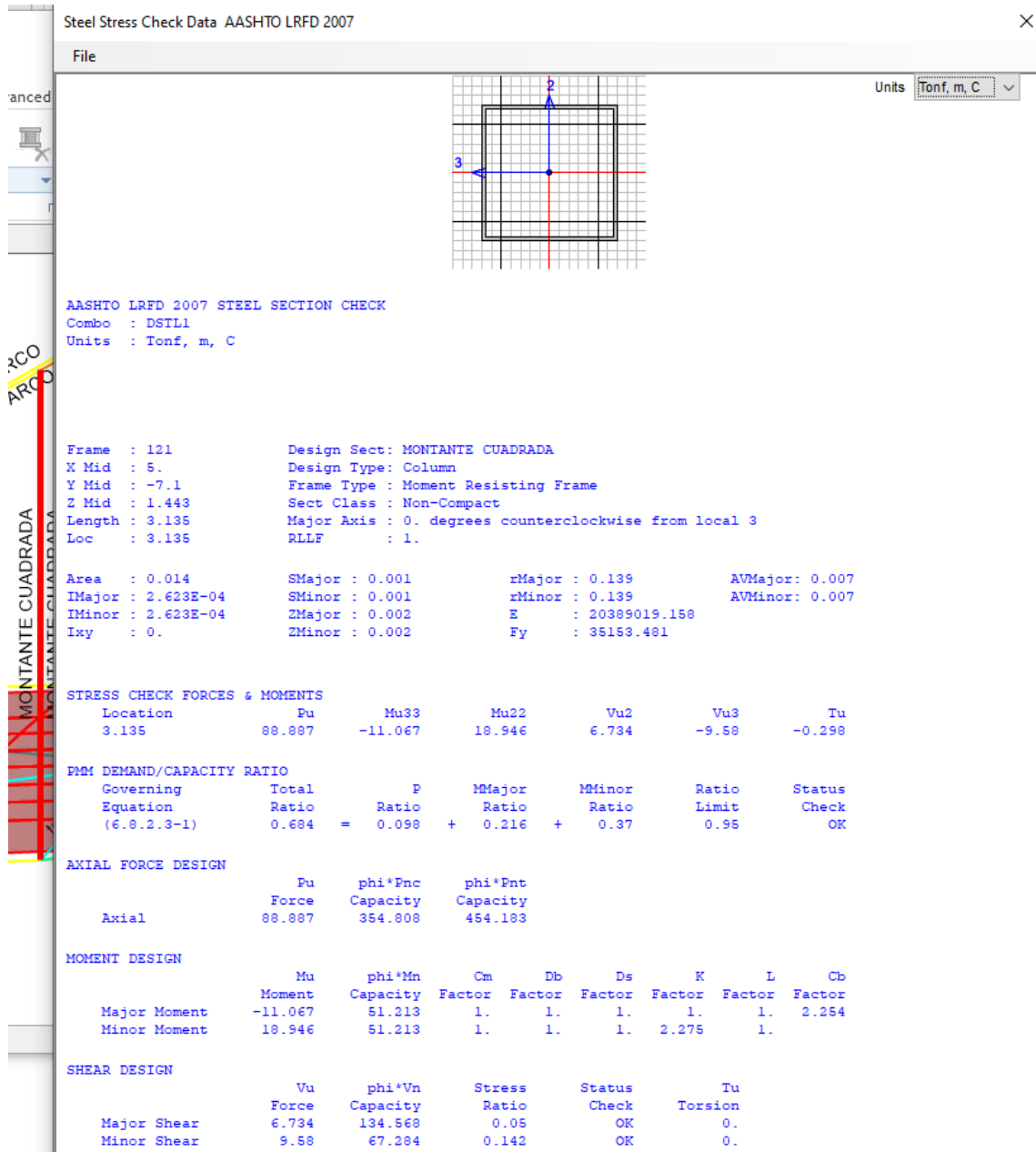
Sección del montante (vertical).

**FIGURA N° 44: SECCIÓN DE LA MONTANTE**



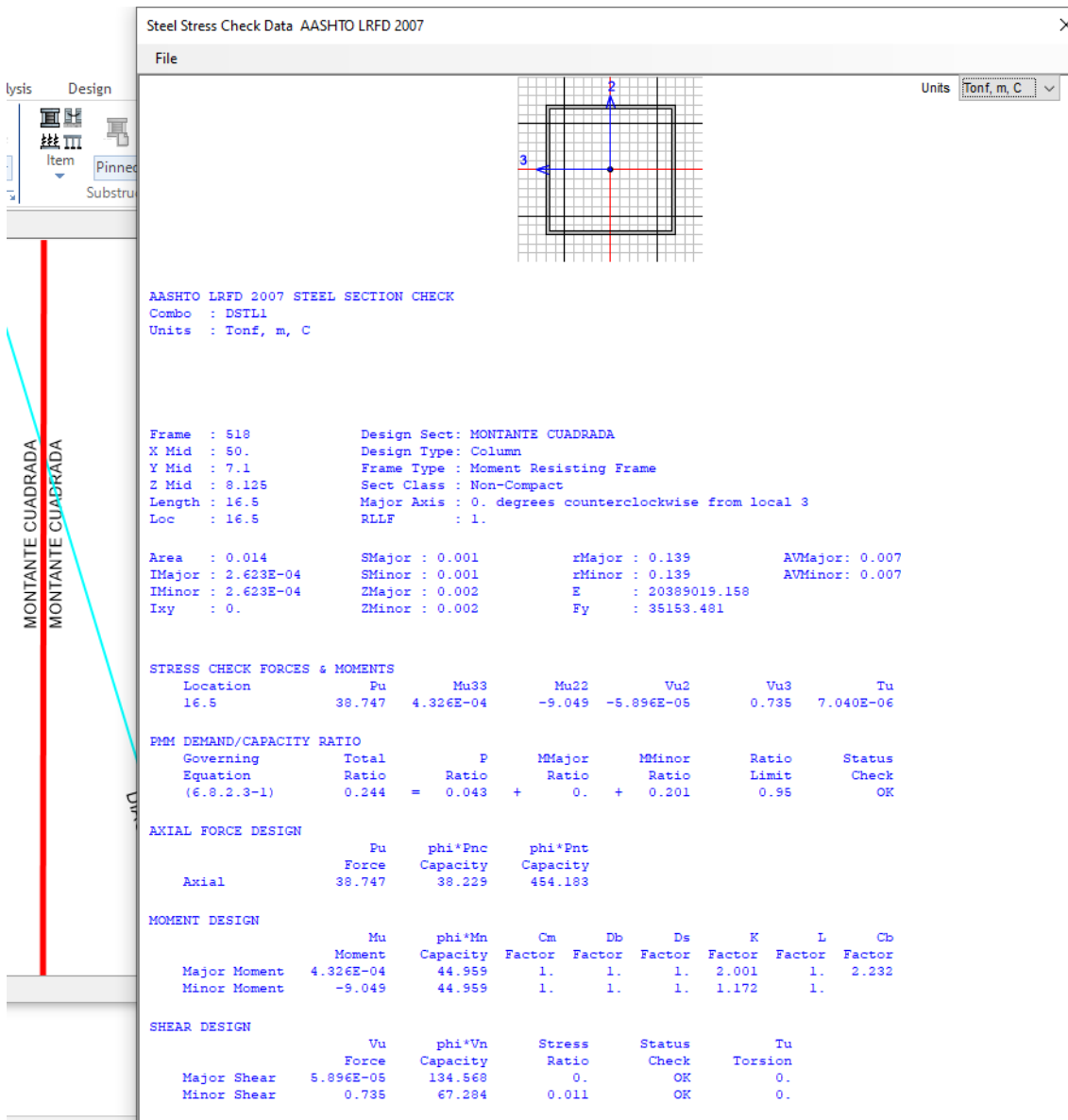
(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 45: RESULTADO DE LA MONTANTE DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

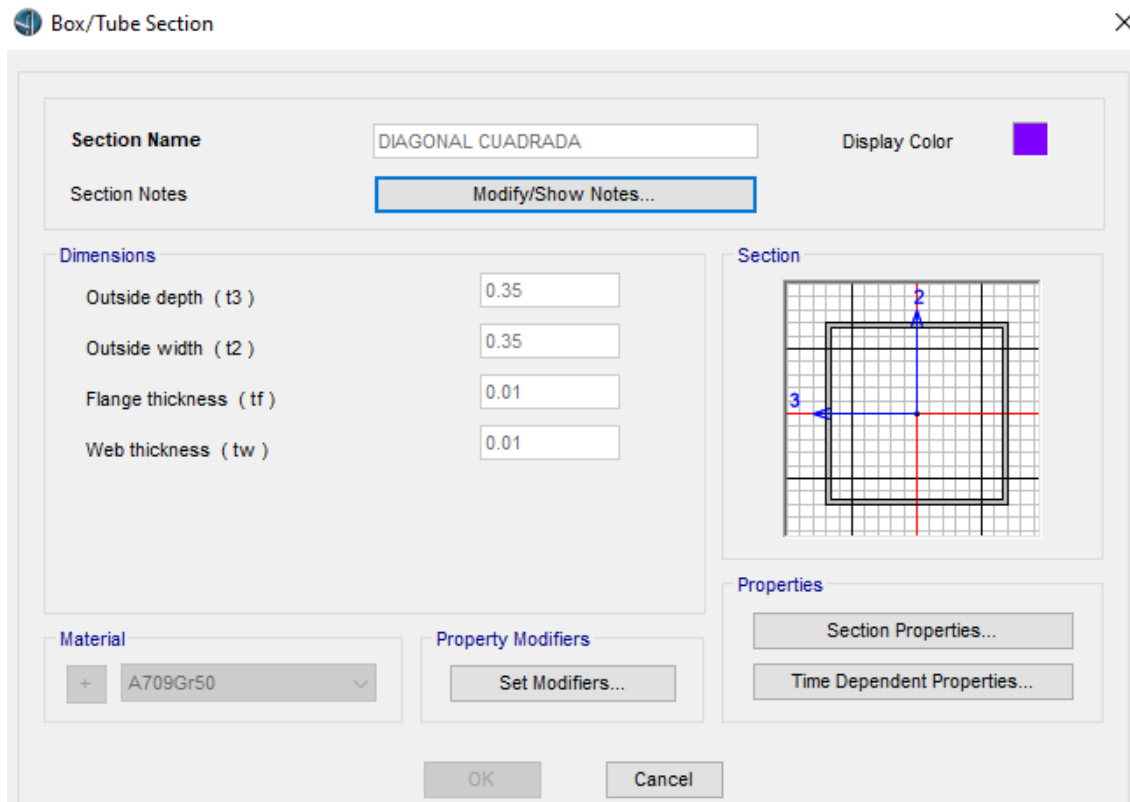
**FIGURA N° 46: RESULTADO DE LA MONTANTE DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

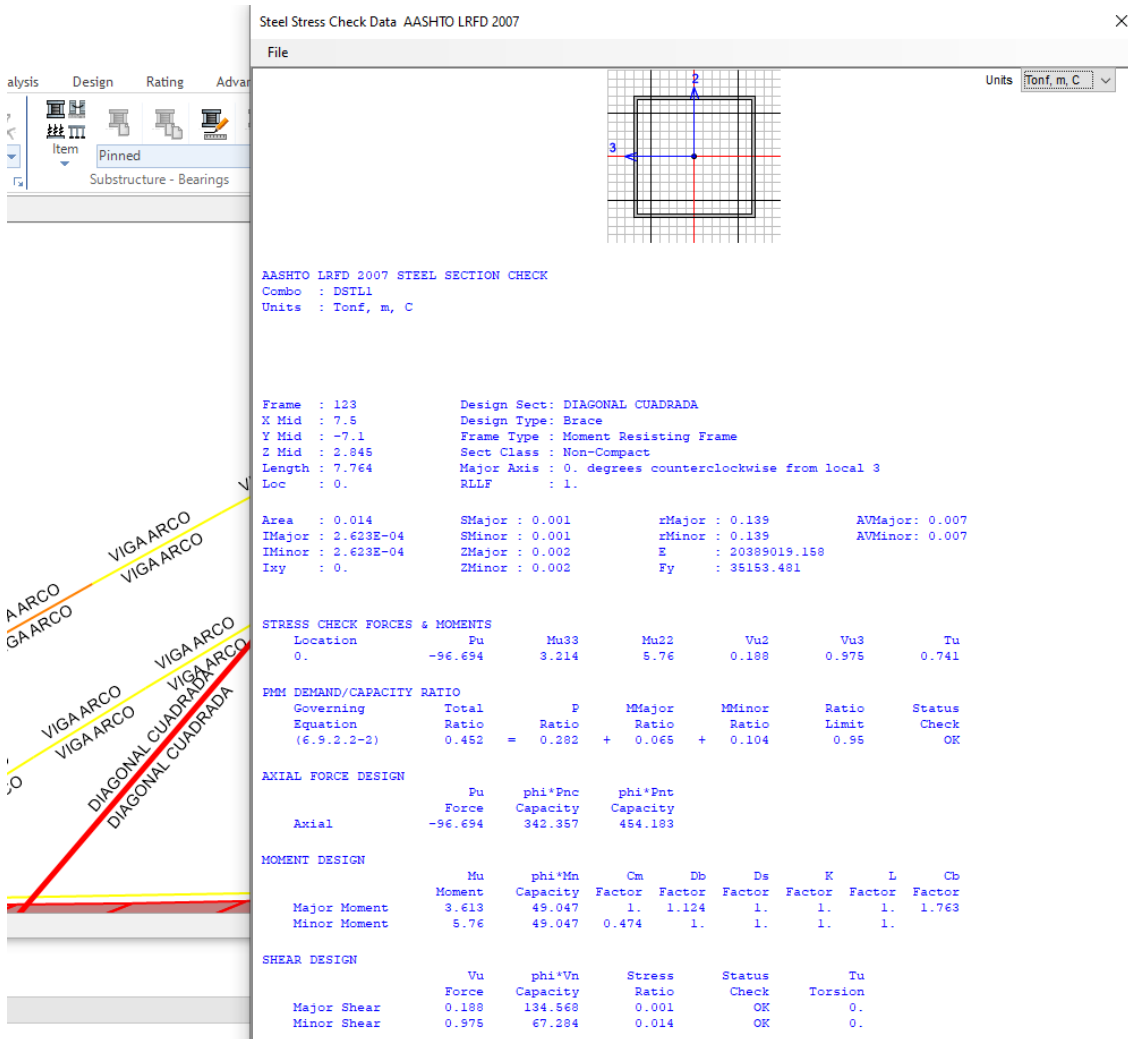
Sección de la diagonal

**FIGURA N° 47: SECCIÓN DE LA DIAGONAL**



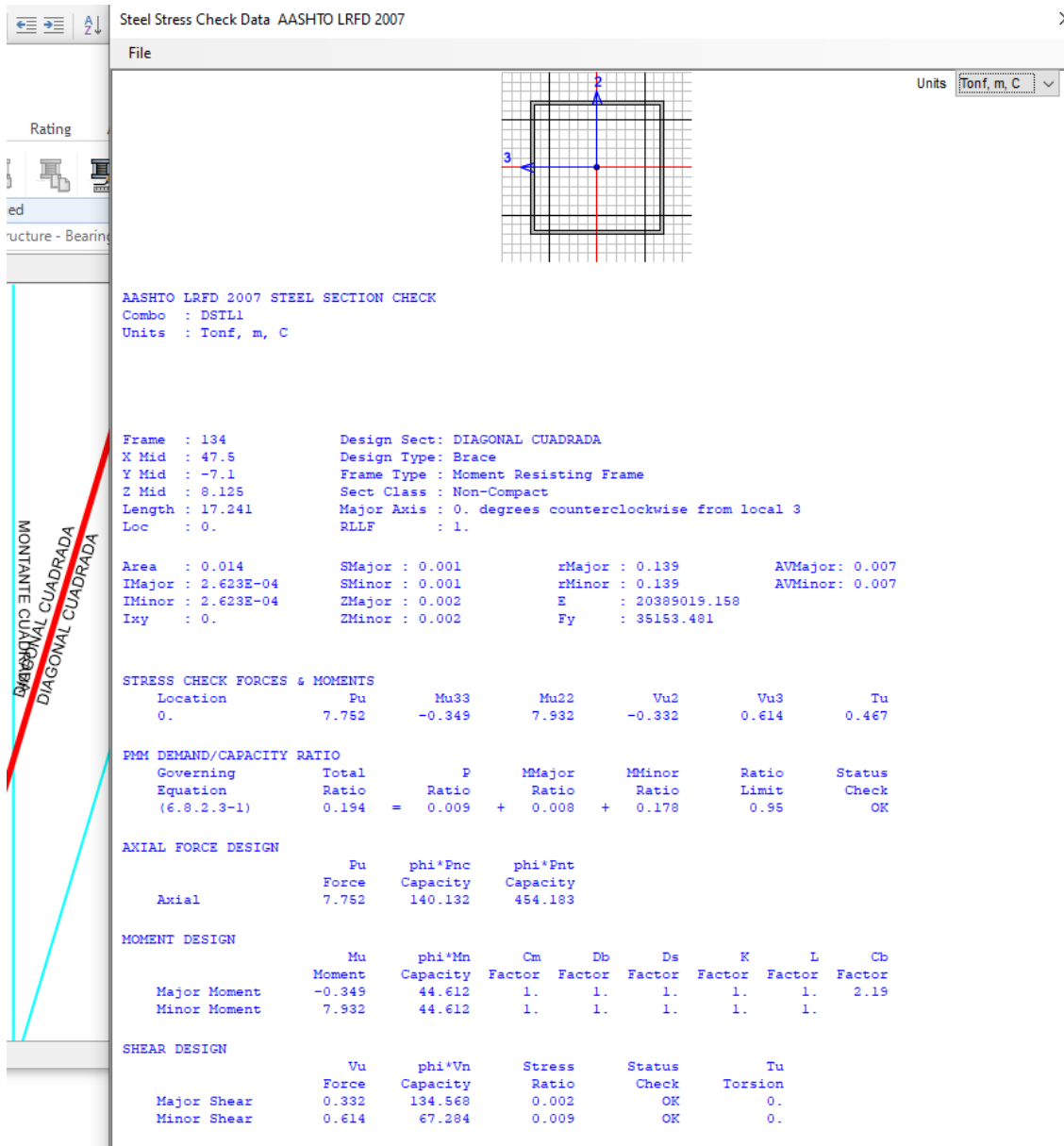
(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 48: RESULTADO DE LA DIAGONAL DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

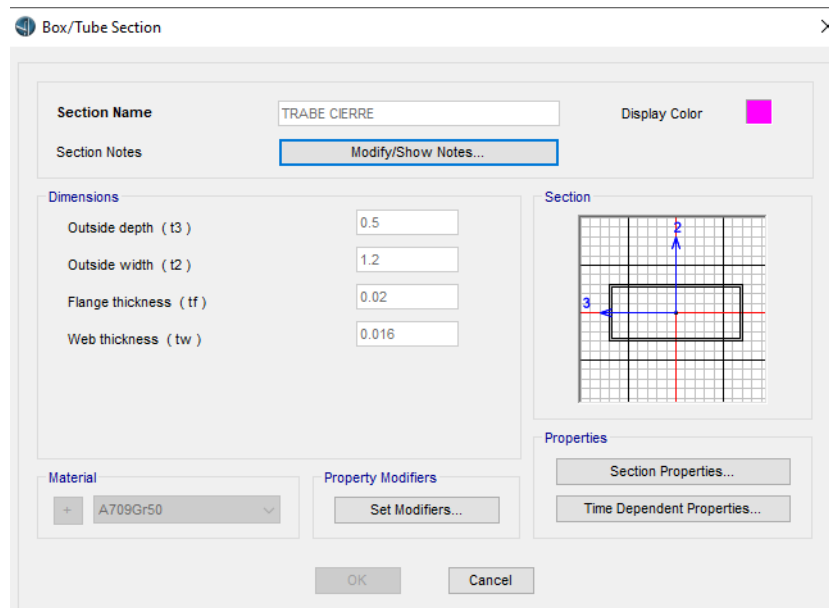
**FIGURA N° 49: RESULTADO DE LA DIAGONAL DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

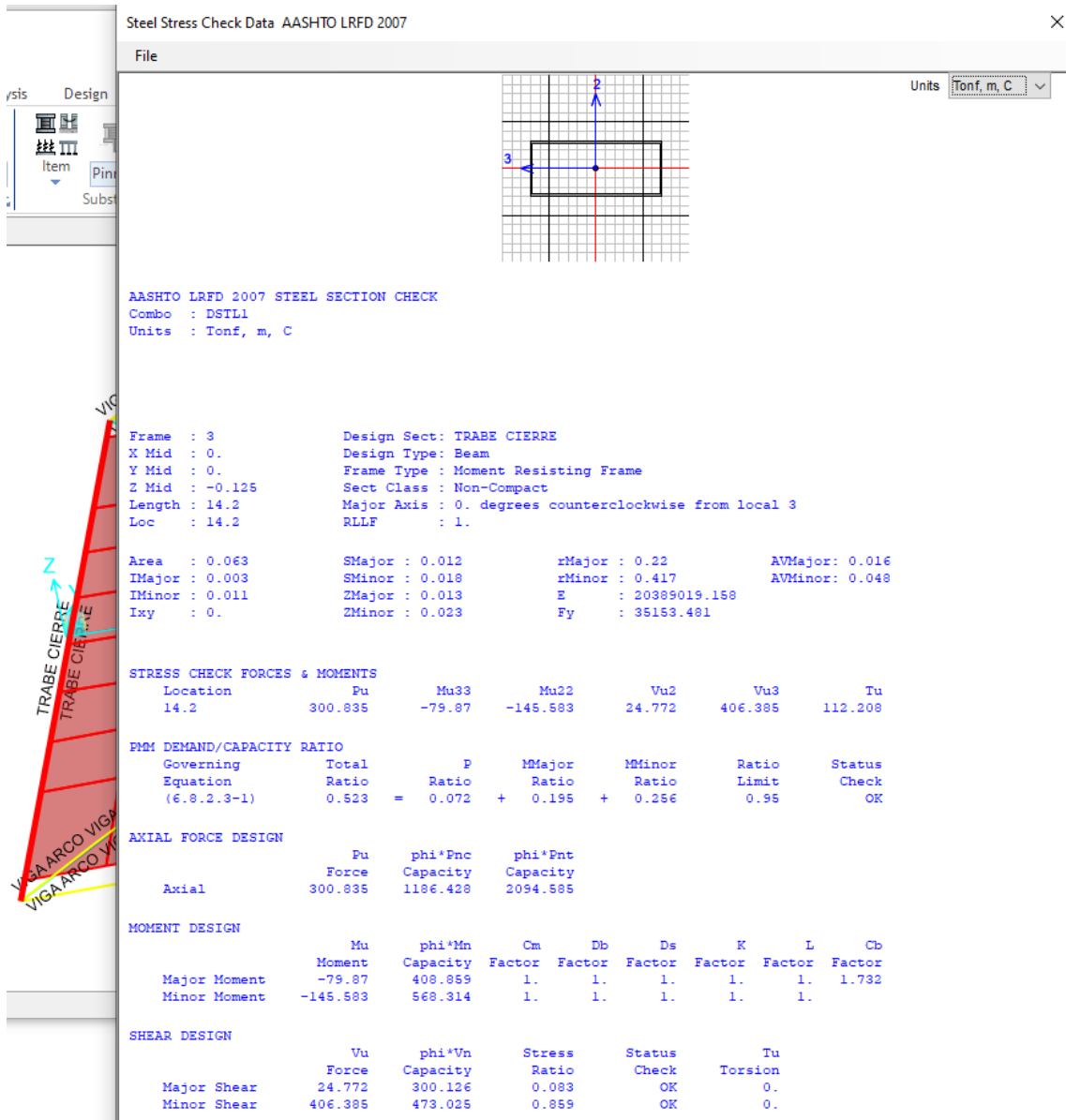
Trabe de cierre

**FIGURA N° 50: SECCIÓN DEL TRABE DE CIERRE**



(Fuente: Propia)

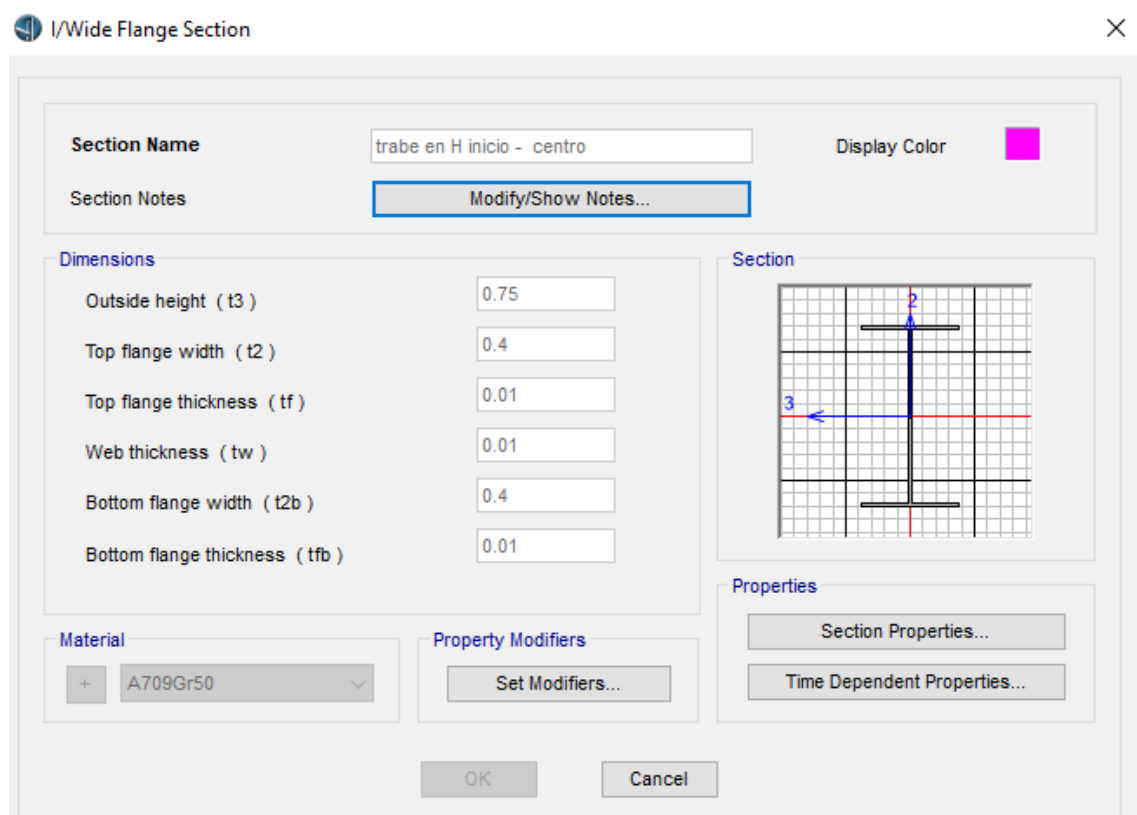
**FIGURA N° 51: RESULTADO DE LA TRABE DE CIERRE DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

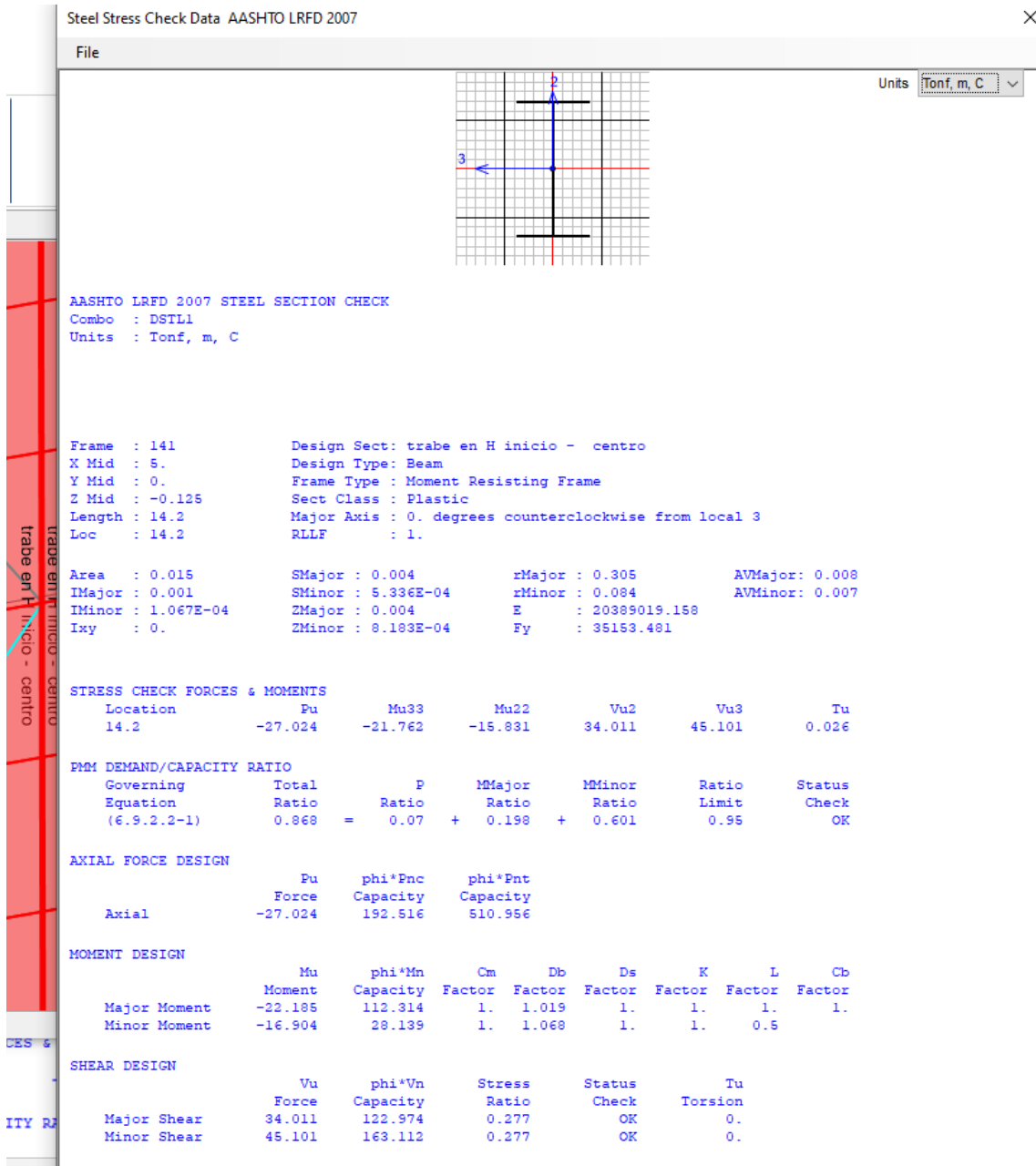
Trabe entre Inicio y Centro

**FIGURA N° 52: SECCIÓN DE TRABE ENTRE EL INICIO Y EL CENTRO**



(Fuente: Propia)

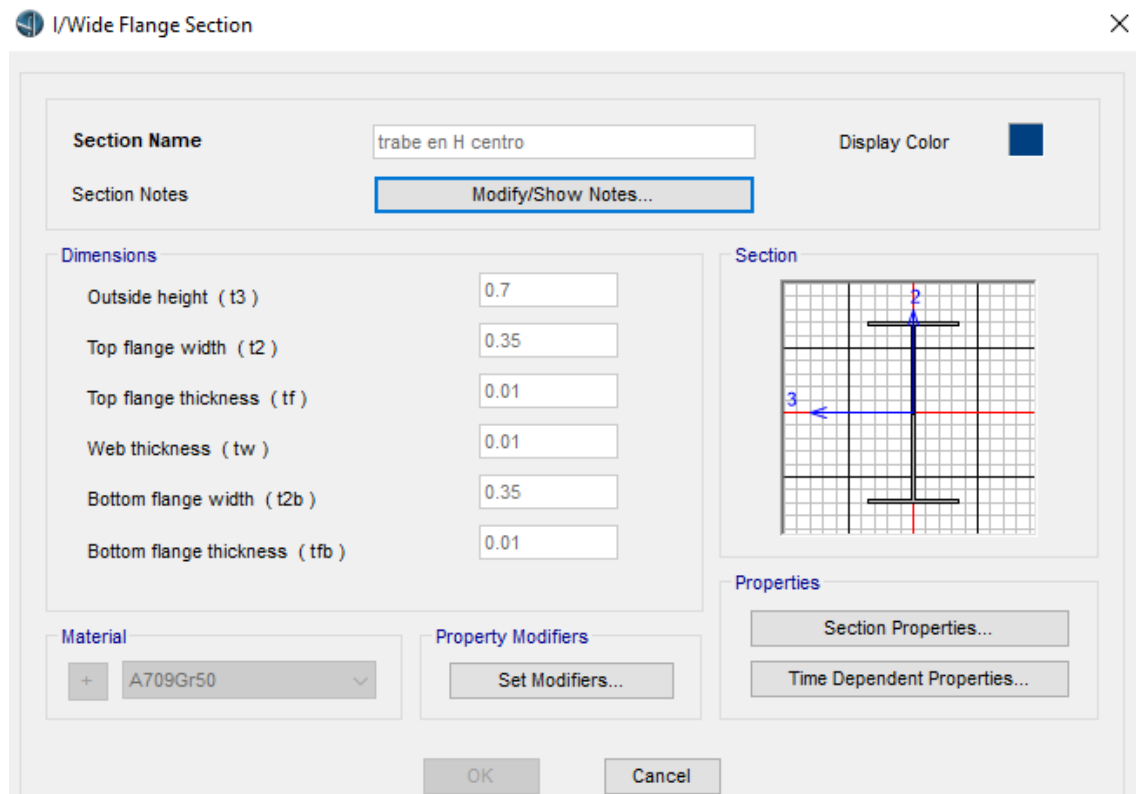
**FIGURA N° 53: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

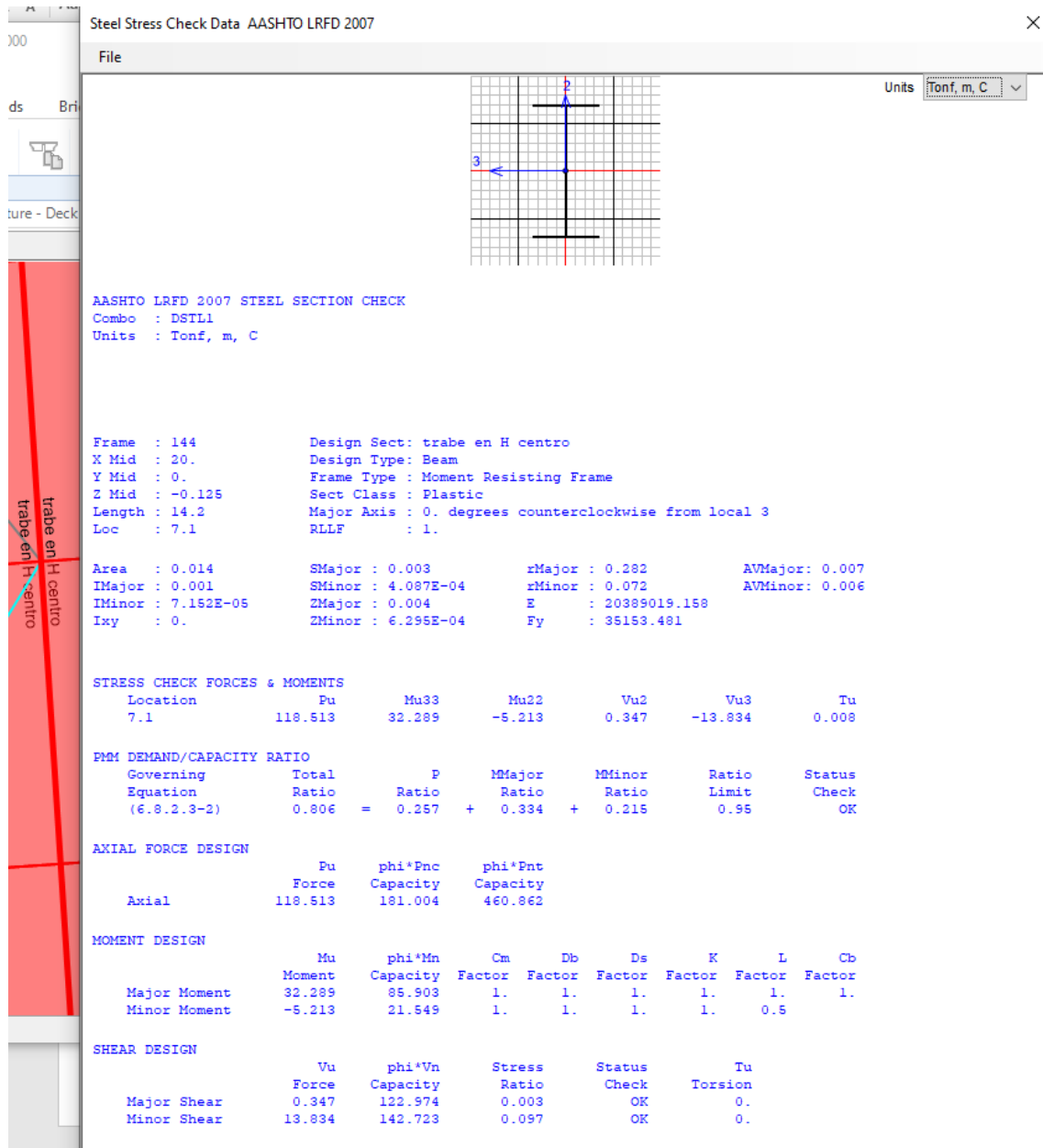
Trabe en el centro

**FIGURA N° 54: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO**



(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 55: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

Arriostre inferior

FIGURA N° 56: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO

I/Wide Flange Section

Section Name: Arriostre Inf H

Display Color: ■

Section Notes: [Modify/Show Notes...](#)

**Dimensions**

Outside height ( t3 )	0.7
Top flange width ( t2 )	0.35
Top flange thickness ( tf )	0.01
Web thickness ( tw )	0.01
Bottom flange width ( t2b )	0.35
Bottom flange thickness ( tfb )	0.01

**Material**: + A709Gr50

**Property Modifiers**: [Set Modifiers...](#)

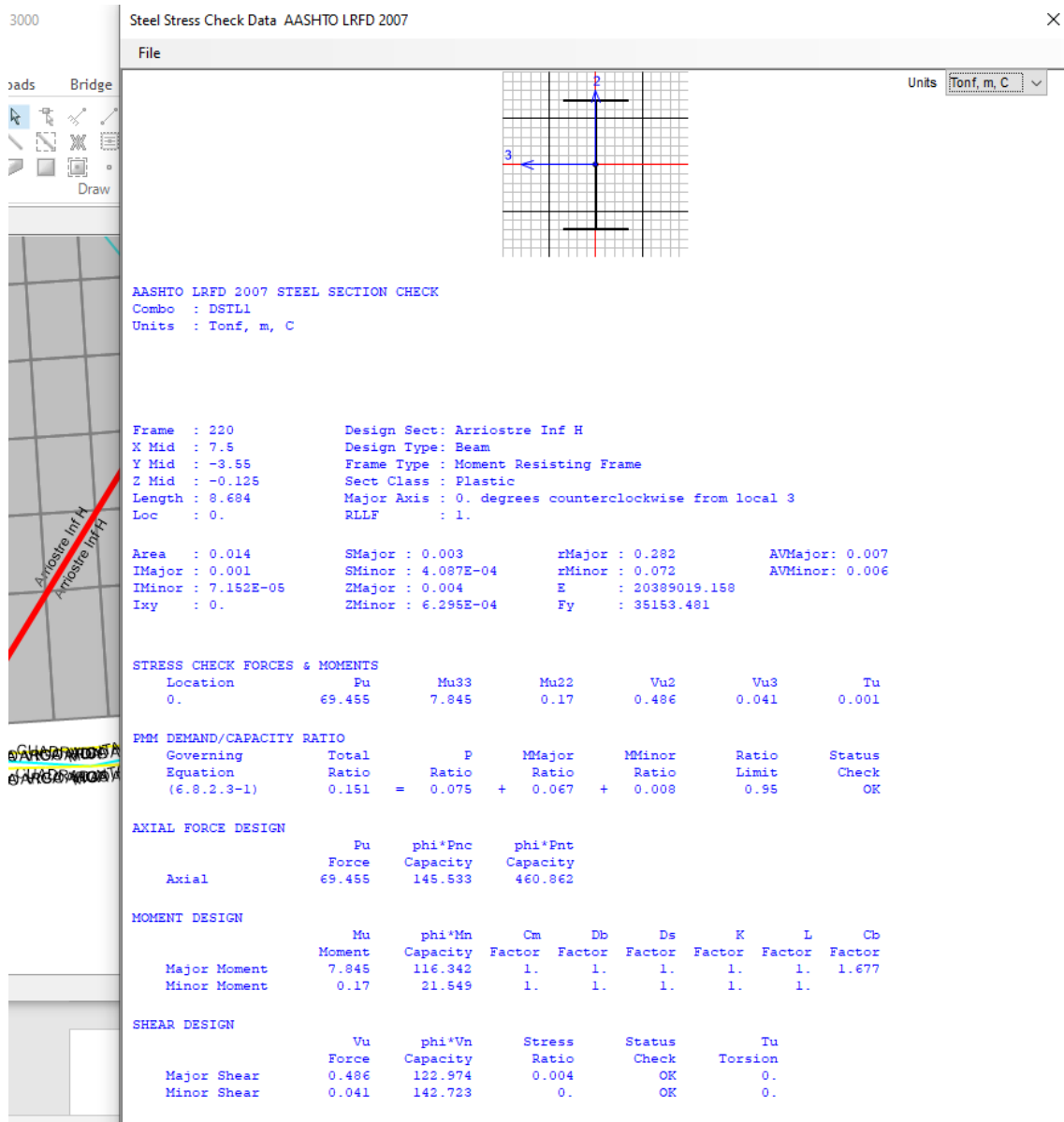
**Section**:

**Properties**: [Section Properties...](#), [Time Dependent Properties...](#)

OK Cancel

(Fuente: Propia)

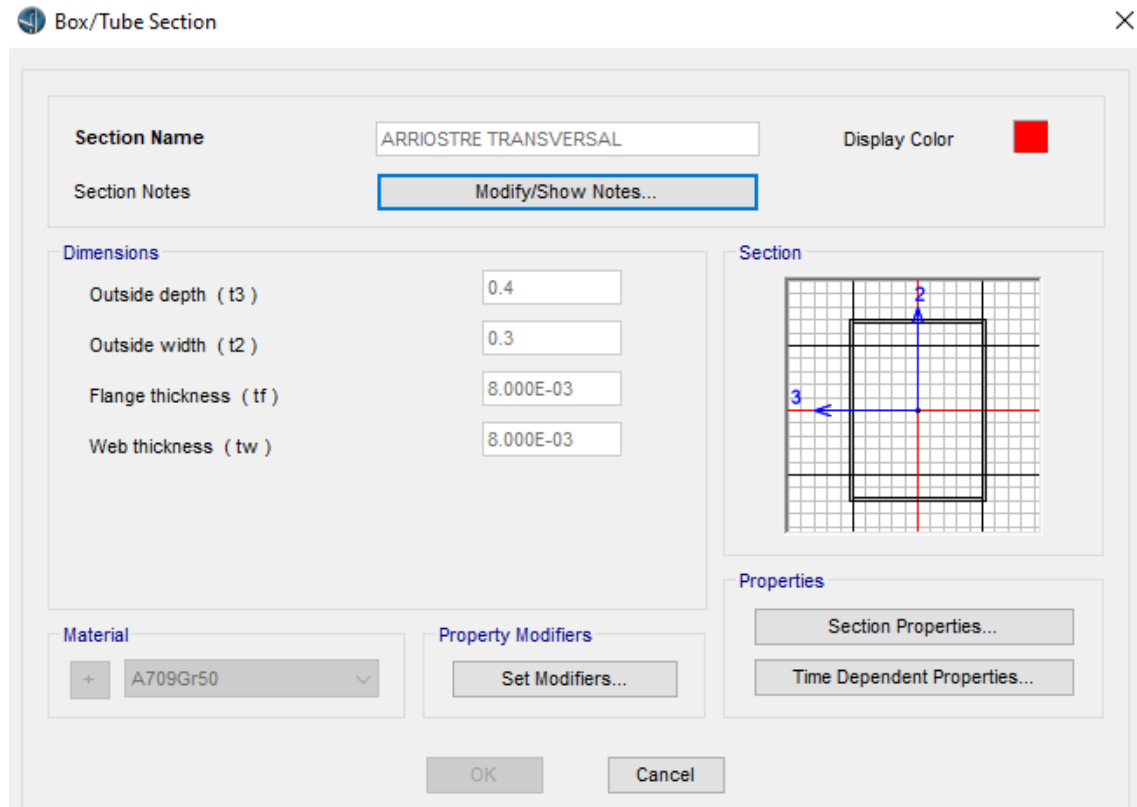
**FIGURA N° 57: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

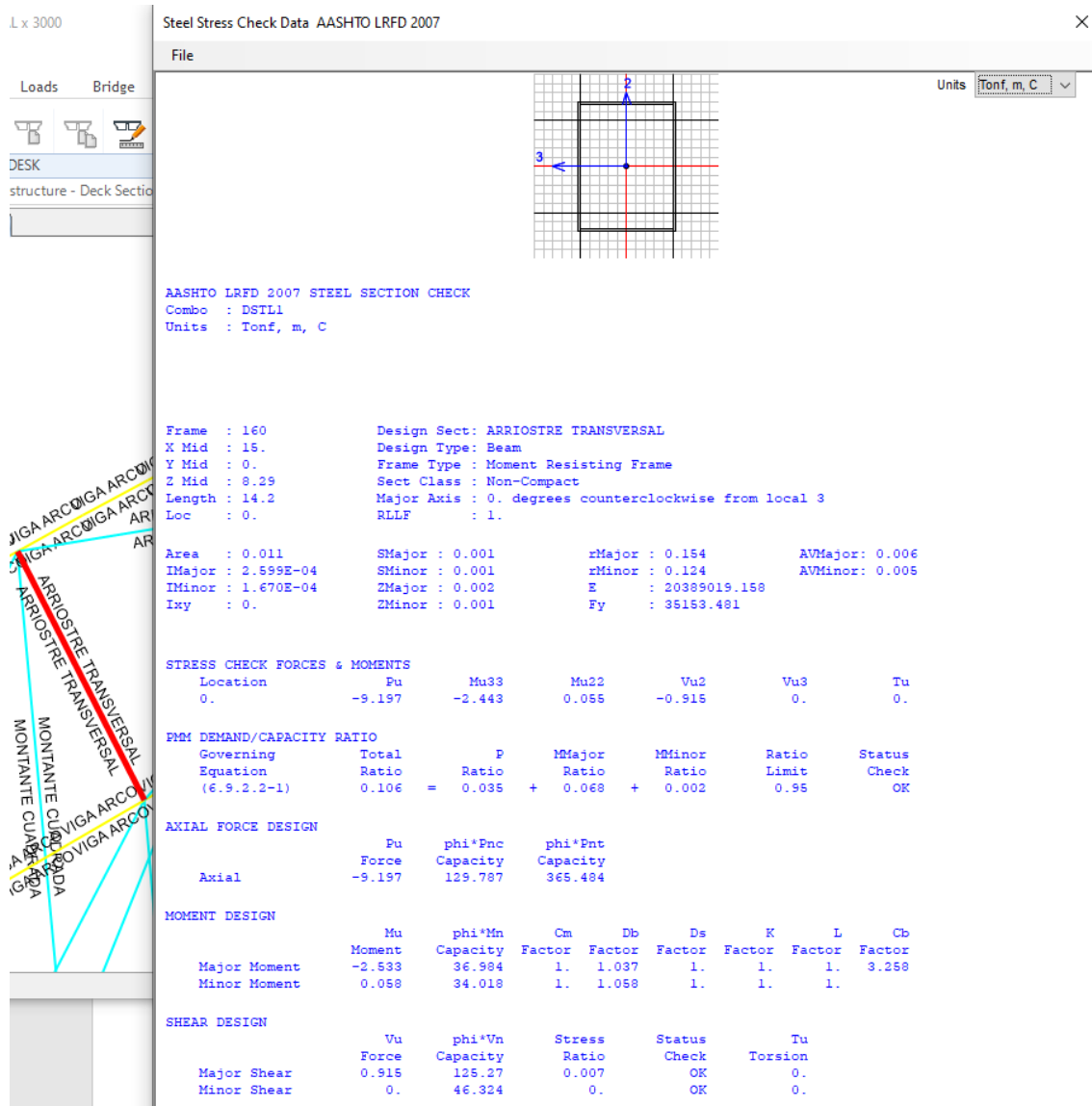
Arriostre transversal superior

**FIGURA N° 58: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO**



(Fuente: Propia)

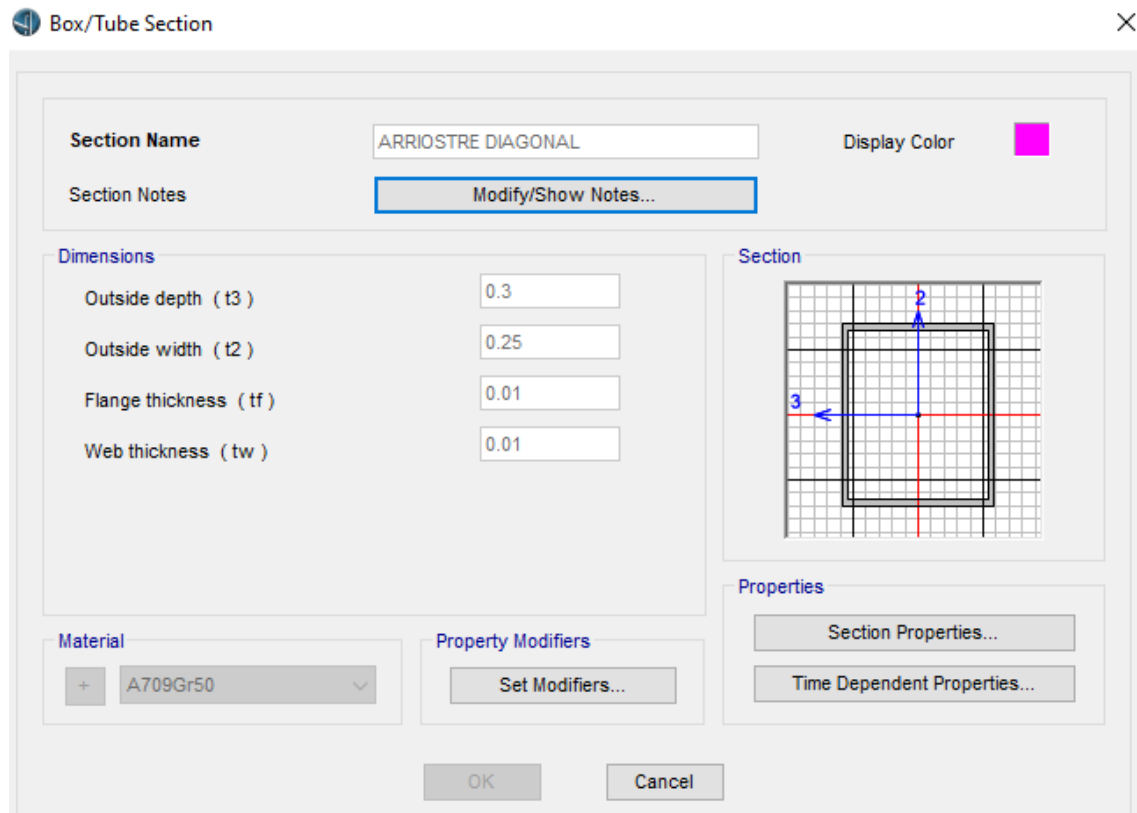
**FIGURA N° 59: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

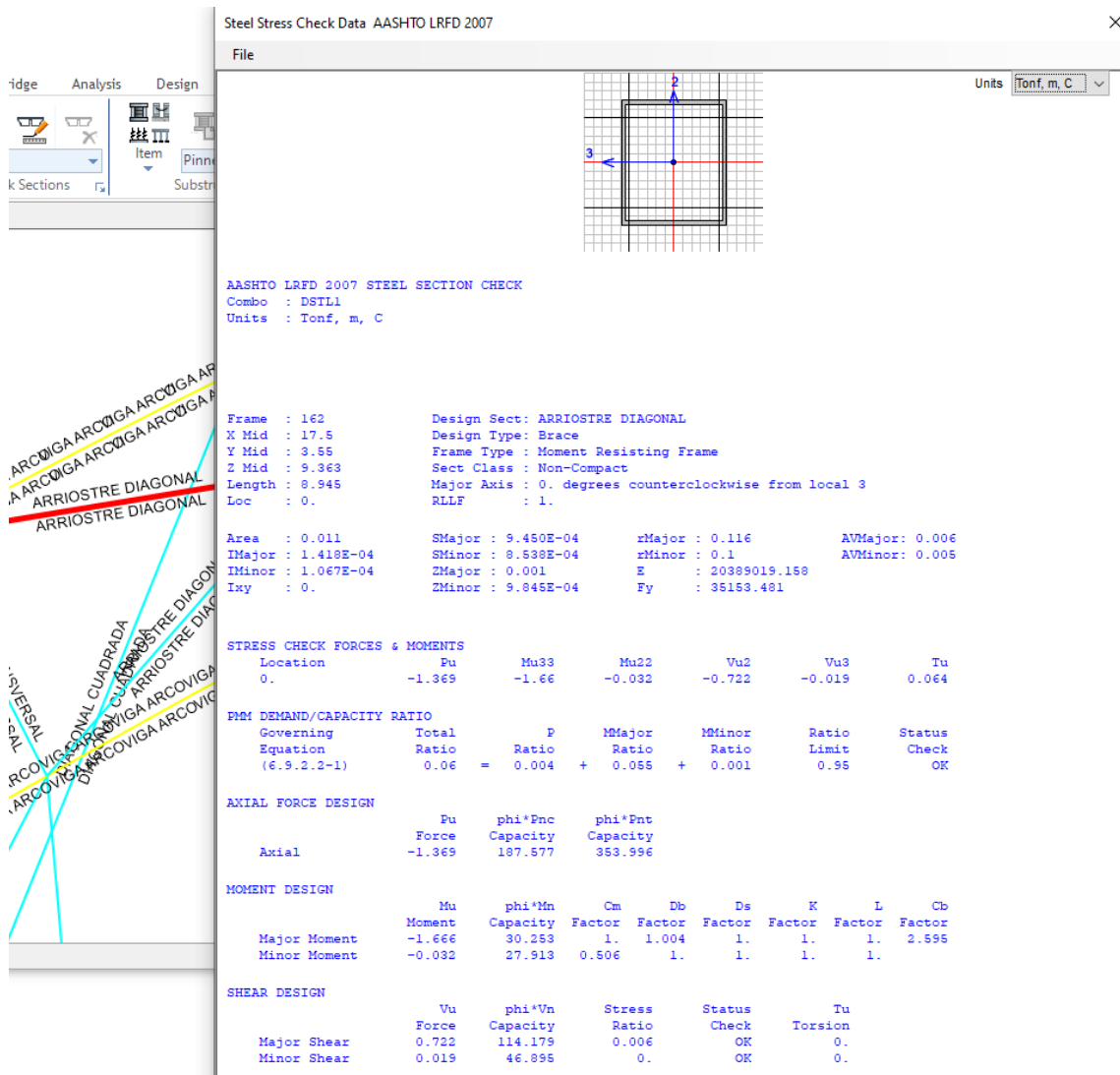
Arriostre diagonal superior

**FIGURA N° 60: SECCIÓN DE LA VIGA EN ARCO**




(Fuente: Propia)

**FIGURA N° 61: RESULTADO DE LA VIGA TENSORA DISEÑADA EN EL SOFTWARE CSIBRIDGE**



(Fuente: Propia)

4.7.2. Diseño de los perfiles por compresión y tracción.



**DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA**

DISEÑO DE LAS SECCIONES DE LA SUPERESTRUCTURA

Alumno: Abraham Junior Ayala Carrasquilla      Diseño de: VIGA ARCO

SECCIÓN		
VIGA ARCO		
Sección	h (cm)	h (cm)
A	B	5.9
B	C	5.73
C	D	5.58
D	E	5.44
E	F	5.30
F	G	5.22
G	H	5.13
H	I	5.07
I	J	5.02
J	K	5
K	L	5
L	M	5.02
M	N	5.07
N	O	5.13
O	P	5.22
P	Q	5.30
Q	R	5.44
R	S	5.58
S	T	5.73
T	U	5.9
-	-	-

**VIGA ARCO**

70.00 cm

80.00 cm

2.50 cm

A= 0.0725 m<sup>2</sup>

P. Específico 7950 kg/m<sup>3</sup>

Fy	3515.35	(kg/cm <sup>2</sup> )
Fu	4508.95	(kg/cm <sup>2</sup> )
E	2038801.92	(kg/cm <sup>2</sup> )
L	17.21	m
C	1207.75	Text
T	0.00	Text

CARGAS DE DISEÑO		
D	P (-)	P (+)
VIGA ARCO	1207.75	0.00
VIGA HORIZONTAL	0.00	400.61
MONTANTES INICIO	107.72	0.00
MONTANTES CENTRO	0.00	102.97
DIAGONAL INICIO	125.02	0.00
DIAGONAL CENTRO	42.07	48.92
ARROSTRE INF DIAGONAL	107.05	0.00
TRABE INF INICIO	463.26	0.00
TRABE INF INIC - CENTRO	294.70	0.00
TRABE INF CENTRO	306.23	0.00
ARROSTRE SUPERIOR	15.88	0.00
ARROSTRE SUP DIAGONAL	3.05	1.32

D	
h =	70.00 cm
h =	80.00 cm
h =	2.50 cm
h =	2.50 cm

f <sub>cg</sub> =	35	cm	U =	0.9	con al menos 3 sujetadores
f <sub>cp</sub> =	40	cm	U =	0.9	b/h = 2/3

b (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	X <sub>cg</sub>	Y <sub>cg</sub>
70.00	80.00	5600	2986667	2286667	35	40
65	75	-4875	-2281156	-1716406	35	40
		725	701510.4	570260.4		

I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	r <sub>x</sub>	r <sub>y</sub>
701510	570260	31.1	28.0

**DISEÑO DE ARMADURA POR COMPRESIÓN**

**CÁLCULO DE ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO**

Diámetro	Forma	L (cm)	Pu + (kg)	Pu - (kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	k	r (cm)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Ac	Verificación	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )
VIGA ARCO	A - B	1721.00	0.00	1207748.10	7.25.00	1.00	28.05	3515.35	2038801.92	0.81	SI CUMPLE	2669.29

**1° VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR PANDEO**

Diámetro	Forma	Pu - (kg)	φ (Pandeo)	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	φ Pcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Pu + φ Fcr Ag	SELECCIÓN
VIGA ARCO	A - B	1207748.10	0.95	2669.29	7.25.00	1888475.13	SI CUMPLE	65.09%

**2° VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR ESBELTEZ**

Diámetro	Forma	k	L (cm)	r (cm)	KL/r	φ ≤ 1.20	Diferencia (KL/r)
VIGA ARCO	A - B	1.00	1721.00	28.05	61.36	SI CUMPLE	51.14%

**DISEÑO DE ARMADURA POR TRACCIÓN**

**TÉRMINOS BÁSICOS**

Elemento	Forma	L (cm)	Pu + (kg)	Pu - (kg)	Ag (cm²)	U	Ae=AgxU (cm²)
VIGA ARCO	A - B	1721.00	0.0	1207748.10	725.00	0.90	652.50

**1ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR FLUENCIA**

Elemento	Forma	Pu + (kg)	φ (Fluencia)	Fy (kg/cm²)	Ag (cm²)	φ Fy (kg)	Pu + φ Fy Ag	% Eficiencia
VIGA ARCO	A - B	0.0	0.95	3515.35	725.00	2421197.31		0.00%

**2ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ROTURA**

Elemento	Forma	Pu + (kg)	φ (Rotura)	Fu (kg/cm²)	Ae=AgxU (cm²)	φ Fu (kg)	Pu + φ Fu Ae	% Eficiencia
VIGA ARCO	A - B	0.0	0.80	4569.95	652.50	2385513.98	SÍ CUMPLE	0.00%

**3ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ESBELTEZ**


Elemento	Forma	k	L (cm)	r (cm)	KL/r	KL/r ≤ 300	Eficiencia (KL/r)
VIGA ARCO	A - B	3.00	1721.00	5.94	289.51	SÍ CUMPLE	95.92%

**DISEÑO DE ARMADURA POR PANDEO LOCAL**

Elemento	Forma	Sección	E (kg/cm²)	Fy (kg/cm²)	h (cm)	t (cm)	h/t	λ	Verificación h/t	Ef. (h/t)
VIGA ARCO	A - B	Aislado	2038708.12	3515.35	70.00	2.50	28.00	33.72	CUMPLE	83.05%
VIGA ARCO	A - B	Aislado	2038708.12	3515.35	80.00	2.50	32.00	33.72	CUMPLE	96.81%

**VIGA ARCO**

A= 0.0725 m<sup>2</sup>  
P. Especifica = 7950 kg/m<sup>3</sup>

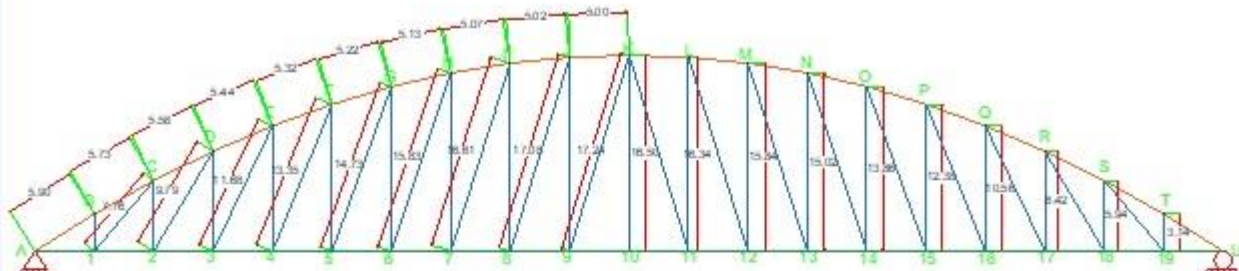


## DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA

### DISEÑO DE LAS SECCIONES DE LA SUPERESTRUCTURA

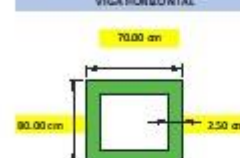
---

Alumno: Abraham Junior Ayala Carrasquilla
Diseño de: VIGA HORIZONTAL



SECCIÓN		
VIGA HORIZONTAL		
Sección	Long (m)	
A	1	5
1	2	5
2	3	5
3	4	5
4	5	5
5	6	5
6	7	5
7	8	5
8	9	5
9	10	5
10	11	5
11	12	5
12	13	5
13	14	5
14	15	5
15	16	5
16	17	5
17	18	5
18	19	5
19	20	5
-	-	-

**VIGA HORIZONTAL**



A= 0.0725 m<sup>2</sup>  
P. Especifica 7950 kg/m<sup>3</sup>

Fy	3515.35	(kg/cm <sup>2</sup> )
Fu	4528.95	(kg/cm <sup>2</sup> )
E	2038901.69	(kg/cm <sup>2</sup> )
I	5.00	m
C	0.00	Torr
T	40.01	Torr

CARGAS DE DISEÑO		
D	P (-)	P (+)
VIGA ARCO	107.75	0.00
VIGA HORIZONTAL	0.00	400.01
MONTANTES INICIO	107.72	0.00
MONTANTES CENTRO	0.00	102.97
DIAGONAL INICIO	175.62	0.00
DIAGONAL CENTRO	42.07	98.92
ARROSTRE INF DIAGONAL	107.05	0.00
TRABE INFINICO	-463.26	0.00
TRABE INFINIC - CENTRO	294.70	0.00
TRABE INF CENTRO	306.23	0.00
ARROSTRE SUPERIOR	15.88	0.00
ARROSTRE SUP DIAGONAL	3.05	1.33

---

**Datos de la**

b=	70.00 cm
h=	80.00 cm
tw=	2.50 cm
tf=	2.50 cm

**in**

t <sub>cg</sub> =	35	cm
t <sub>cg</sub> =	40	cm

(espesor del alma)  
(espesor del ala)

**U=**

U=	0.9
U=	0.9

con al menos 3 sujetadores  
b/tn=2/3

	b (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	X <sub>cg</sub>	Y <sub>cg</sub>
AREA 1	70.00	80.00	5600	2986667	2986667	35	40
AREA 2	65	75	4875	-2287156	-1716406	35	40
			725	7015104	5702664		

I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	ix	iy
701510	570266	31.1	28.0

---

DISEÑO DE ARMADURA POR COMPRESIÓN

CÁLCULO DE ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

Elemento	Forma	L (cm)	Pu - (kg)	Pu - (kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	k	r (cm)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Ac	Verificación Ac=1.50 Ac=1.5	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )
VIGA HORIZONTAL	A-1	500.00	0.00	0.00	725.00	1.00	28.05	3515.35	2038901.69	0.24	NO CUMPLE	3434.60

1ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR PANDEO

Elemento	Forma	Pu - (kg)	φ (Pandeo)	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	φ Pcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Pu > φ Fcr Ag	% Eficiencia
VIGA HORIZONTAL	A-1	0.00	0.95	3434.60	725.00	236578.90	SÍ CUMPLE	0.0%

Verificar si e < 0.05

2ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR ESBELTEZ

Elemento	Forma	k	L (cm)	r (cm)	K <sub>x</sub>	K <sub>x</sub> < 1.20	Eficiencia (K <sub>x</sub> /r)
VIGA HORIZONTAL	A-1	1.00	500.00	28.05	17.83	SÍ CUMPLE	14.8%

DISEÑO DE ARMADURA POR TRACCIÓN										
TÉRMINOS BÁSICOS										
Elemento	Forma	L (cm)	Pu + (kg)	Pu - (kg)	Ag (cm <sup>2</sup> )	U	ArmAgal (cm <sup>2</sup> )			
VGA HORIZONTAL L	A-1	500.00	0.0	0.00	725.00	0.90	652.50			
1ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR FLECCION										
Elemento	Forma	Pu + (kg)	ϕ (Fluencia)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	ϕ Puy (kg)	Pu + ϕ Fy Ag	% Eficiencia		
VGA HORIZONTAL L	A-1	0.0	0.90	3515.35	725.00	2293765.88	SÍ CUMPLE	0.00%		
2ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ROTURA										
Elemento	Forma	Pu + (kg)	ϕ (Rotura)	Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	ArmAgal (cm <sup>2</sup> )	ϕ Puy (kg)	Pu + ϕ Fu Ag	% Eficiencia		
VGA HORIZONTAL L	A-1	0.0	0.75	4569.95	652.50	2296419.28	SÍ CUMPLE	0.00%		
3ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ESBELTEZ										
Elemento	Forma	h	L (cm)	r (cm)	h/L	h/L ≤ 300	Eficiencia (h/L)			
VGA HORIZONTAL L	A-1	1.00	500.00	5.94	84.11	SÍ CUMPLE	28.04%			
DISEÑO DE ARMADURA POR PANDEO LOCAL										
Elemento	Forma	Secc	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	h (cm)	t (cm)	h/t	λ	Verificación h/t	Efic. (h/t)
VGA HORIZONTAL L	A-1	Alisado	2038901.92	3515.35	70.00	2.50	28.00	33.72	CUMPLE	83.05%
VGA HORIZONTAL L	A-1	Alisado	2038901.92	3515.35	80.00	2.50	32.00	33.72	CUMPLE	96.91%
VIGA ARCO										
A*	0.0722	m <sup>2</sup>								
P. Eje d'fco	7250	kg/m <sup>3</sup>								



## DISEÑO DE ARMADURA POR TRACCIÓN

## TÉRMINOS BÁSICOS

Elemento	Frame	L (cm)	Pu+ (kg)	Pu- (kg)	Ag (cm <sup>2</sup> )	U	Ae=AgxU (cm <sup>2</sup> )
MONTANTES INICIO	1 - B	314.00	0.0	107722.50	309.76	0.90	278.78

## 1ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR FLUENCIA

Elemento	Frame	Pu+ (kg)	$\phi$ (Fluencia)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	$\phi$ Pny (kg)	Pu $\leq$ $\phi$ Fy Ag	%Eficiencia <sub>Fluencia</sub>
MONTANTES INICIO	1 - B	0.0	0.90	3515.35	309.76	980023.33	SÍ CUMPLE	0.00%

## 2ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ROTURA

Elemento	Frame	Pu+ (kg)	$\phi$ (Rotura)	Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	Ae=AgxU (cm <sup>2</sup> )	$\phi$ Pnr (kg)	Pu $\leq$ $\phi$ Fu Ae	%Eficiencia <sub>Rotura</sub>
MONTANTES INICIO	1 - B	0.0	0.75	4569.95	278.78	955521.71	SÍ CUMPLE	0.00%

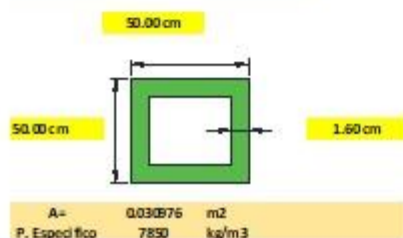
## 3ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ESBELTEZ


Elemento	Frame	k	L (cm)	r (cm)	K <sub>L</sub> /r	K <sub>L</sub> /r $\leq$ 300	Eficiencia (K <sub>L</sub> /r <sub>L</sub> )
MONTANTES INICIO	1 - B	1.00	314.00	5.94	52.82	SÍ CUMPLE	17.61%

## DISEÑO DE ARMADURA POR PANDEO LOCAL

Elemento	Frame	Secc	E (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	b (cm)	t (cm)	b/t	$\lambda$	Verificación b/t	Efic (b <sub>L</sub> /t/A)
MONTANTES INICIO	1 - B	Atiesado	2038901.92	3515.35	50.00	1.60	31.25	33.72	CUMPLE	92.68%
MONTANTES INICIO	1 - B	Atiesado	2038901.92	3515.35	50.00	1.60	31.25	33.72	CUMPLE	92.68%

## VIGA ARCO



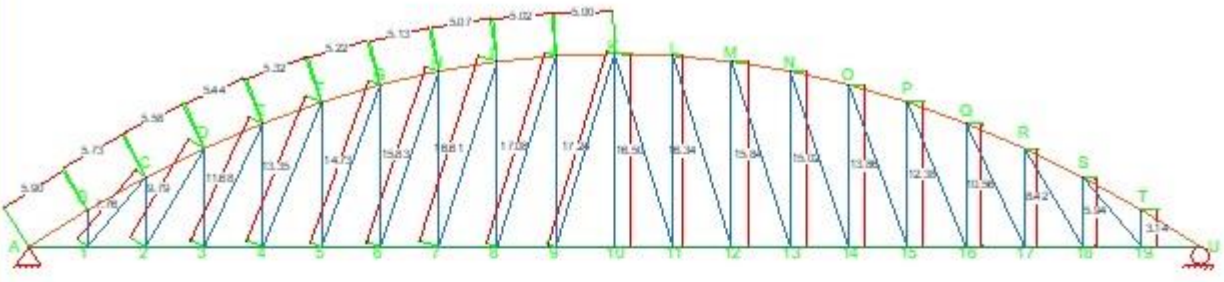


## DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA

### DISEÑO DE LAS SECCIONES DE LA SUPERESTRUCTURA

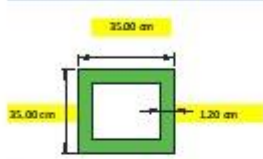
---

Alumno: Abraham Junior Ayala Carrasquilla
Diseño de: MONTANTES CENTRO



SECCIÓN		
MONTANTES CENTRO		
Sección	h (cm)	h <sub>0</sub> (cm)
A	1	5
1	2	5
2	3	5
3	4	5
4	5	5
5	6	5
6	7	5
7	8	5
8	9	5
9	10	5
10	11	5
11	12	5
12	13	5
13	14	5
14	15	5
15	16	5
16	17	5
17	18	5
18	19	5
19	20	5
-	-	-

**MONTANTES CENTRO**



A = 0.015224 m<sup>2</sup>  
P. Especifica 7950 kg/m<sup>3</sup>

F <sub>y</sub>	3515.35	(kg/cm <sup>2</sup> )
F <sub>u</sub>	4528.95	(kg/cm <sup>2</sup> )
E	2038901.69	(kg/cm <sup>2</sup> )
I <sub>x</sub>	5.00	m
C <sub>x</sub>	0.00	cm
I <sub>y</sub>	102.87	cm <sup>4</sup>

**CARGAS DE DISEÑO**

D	P (-)	P (+)
VIGA ARCO	107.75	0.00
VIGA HORIZONTAL	0.00	400.61
MONTANTES INICIO	107.72	0.00
MONTANTES CENTRO	0.00	102.97
DIAGONAL FINCO	175.62	0.00
DIAGONAL CENTRO	42.07	38.40
ARROSTRE INF DIAGONAL	107.05	0.00
TRABE INF FINCO	-463.26	0.00
TRABE INF CENTRO	294.70	0.00
TRABE INF CENTRO	306.23	0.00
ARROSTRE SUPERIOR	15.88	0.00
ARROSTRE SUP DIAGONAL	3.55	1.31

---

**Datos de la**

b =	35.00 cm
h =	35.00 cm
t <sub>w</sub> =	1.20 cm
t <sub>f</sub> =	1.20 cm

**I<sub>x</sub>**

I <sub>cg</sub> =	175	cm
I <sub>cg</sub> =	175	cm

(espesor del alma)  
(espesor del ala)

**U<sub>x</sub>**

U <sub>x</sub> =	0.9
U <sub>y</sub> =	0.9

con al menos 3 sujetadores  
b/h = 2/3

	b <sub>x</sub> (cm)	h <sub>x</sub> (cm)	A <sub>x</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	X <sub>cg</sub>	Y <sub>cg</sub>
AREA 1	35.00	35.00	1225	125052	125052	17.5	17.5
AREA 2	33	32.6	-1062.76	-94122	-94122	17.5	17.5
			162.24	30930.5	30930.5		

---

DISEÑO DE ARMADURA POR COMPRESIÓN

CÁLCULO DE ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

Elemento	Forma	L (cm)	P <sub>x</sub> + (kg)	P <sub>y</sub> - (kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	k	r (cm)	F <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	A <sub>c</sub>	Verificación Ac >= 1.5 Ac >= 1.5	F <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
MONTANTES CENTRO	A - 1	500.00	0.00	0.00	162.24	1.00	13.81	3515.35	2038901.69	0.48	SI CUMPLE	3158.95

1ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR PANDEO


Elemento	Forma	P <sub>x</sub> - (kg)	φ (Pandeo)	F <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	A <sub>g</sub> (cm <sup>2</sup> )	φ P <sub>x</sub> / F <sub>cr</sub> A <sub>g</sub>	P <sub>x</sub> < φ F <sub>cr</sub> A <sub>g</sub>	SE CUMPLE
MONTANTES CENTRO	A - 1	0.00	0.95	3158.95	162.24	49.227715	SI CUMPLE	0.00%

verificar φ <= 0.95 a 0.9

2ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR ESBELTEZ

Elemento	Forma	k	L (cm)	r (cm)	K <sub>r</sub>	K <sub>r</sub> <= 1.20	Deflexión (K/L <sup>2</sup> )
MONTANTES CENTRO	A - 1	1.00	500.00	13.81	36.21	SI CUMPLE	30.10%

DISEÑO DE ARMADURA POR TRACCIÓN										
TÉRMINOS BÁSICOS										
Diámetro	Forma	L (cm)	Pu + (kg)	Pu - (kg)	Ag (cm <sup>2</sup> )	U	AarmAgd <sub>1</sub> (cm <sup>2</sup> )			
MONTANTES CENTRO	A - 1	500.00	0.0	0.00	162.24	0.90	146.02			
1ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR FLUENCIA										
Diámetro	Forma	Pu + (kg)	φ (Fluencia)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	φ Pny (kg)	Pu + φ FyAg	%Eficiencia <sub>1</sub>		
MONTANTES CENTRO	A - 1	0.0	0.90	3515.35	162.24	513297.35	SÍ CUMPLE	0.00%		
2ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ROTURA										
Diámetro	Forma	Pu + (kg)	φ (Rotura)	Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	AarmAgd <sub>1</sub> (cm <sup>2</sup> )	φ Pnt (kg)	Pu + φ FuAa	%Eficiencia <sub>2</sub>		
MONTANTES CENTRO	A - 1	0.0	0.75	4560.95	146.02	500464.36	SÍ CUMPLE	0.00%		
3ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ESBELTEZ										
Diámetro	Forma	b	L (cm)	r (cm)	λ <sub>0</sub>	λ <sub>0</sub> ≤ λ <sub>0L</sub>	Eficiencia (λ <sub>0</sub> , r)			
MONTANTES CENTRO	A - 1	1.00	500.00	5.94	84.11	SÍ CUMPLE	70.00%			
DISEÑO DE ARMADURA POR PANDEO LOCAL										
Diámetro	Forma	Secc	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	b (cm)	r (cm)	b/r	λ	Verificación λ/r	φ <sub>FL</sub> (b, r, λ)
MONTANTES CENTRO	A - 1	Adriado	2038901.92	3515.35	35.00	1.20	29.17	33.72	CUMPLE	95.11%
MONTANTES CENTRO	A - 1	Adriado	2038901.92	3515.35	35.00	1.20	29.17	33.72	CUMPLE	95.11%
VIGA ARCO										
<p>A<sub>c</sub> = 0.016228 m<sup>2</sup>  P. Espe d'fco = 7920 kg/m<sup>3</sup></p>										



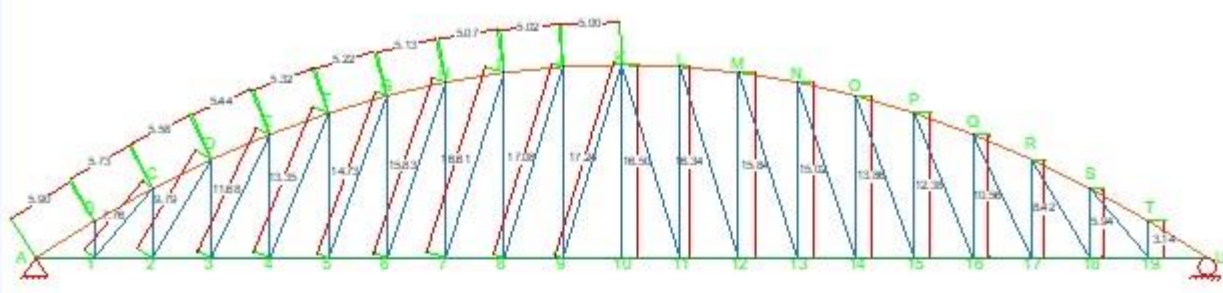
**USAT**  
Universidad Católica  
Santa Teresita del Niño

**DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA**

DISEÑO DE LAS SECCIONES DE LA SUPERESTRUCTURA

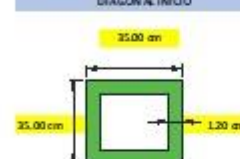
Alumno: Abraham Junior Ayala Carrasquilla      Diseño de: **DIAGONAL INICIO**



SECCIÓN		
DIAGONAL INICIO		
Sección	Material	Long (cm)
1 - C	C	7.76
19 - S	S	7.76
...	...	...

**DIAGONAL INICIO**



**A= 0.015224 m<sup>2</sup>**  
**P. Especifica 7950 kg/m<sup>3</sup>**

Fy	3515.35	(kg/cm <sup>2</sup> )
Fu	4529.95	(kg/cm <sup>2</sup> )
E	2038901.69	(kg/cm <sup>2</sup> )
L	7.76	m
C	125.82	Tonf
T	0.081	Tonf

CARGAS DE DISEÑO		
D	P (-)	P (+)
VIGA ARCO	1007.75	0.00
VIGA HORIZONTAL	0.00	600.63
MONTANTES INICIO	1007.72	0.00
MONTANTES CENTRO	0.00	100.97
DIAGONAL INICIO	175.62	0.00
DIAGONAL CENTRO	42.07	58.92
ARROSTRE INF DIAGONAL	107.05	0.00
TRABE INF INICIO	-603.26	0.00
TRABE INF CENTRO	296.70	0.00
TRABE INF CENTRO	306.23	0.00
ARROSTRE SUPERIOR	15.88	0.00
ARROSTRE SUP DIAGONAL	3.05	1.33

Datos de la	
b =	35.00 cm
h =	35.00 cm
bw =	1.20 cm
hw =	1.20 cm

kg =	175	cm	U =	0.9	con al menos 3 sujetadores
kg =	175	cm	U =	0.9	b/h = 2/3

AREA 1	b1 (cm)	h1 (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Ixx (cm <sup>4</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Xcg	Ycg
AREA 1	35.00	35.00	1225	125052	125052	17.5	17.5
AREA 2	33	33	-1062.76	-94122	-94122	17.5	17.5
			162.24	30930.5	30930.5		

Ixx (cm <sup>4</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	ix	iy
30931	30931	13.8	13.8

**DISEÑO DE ARMADURA POR COMPRESIÓN**

**CÁLCULO DE ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO**

Elemento	Forma	L (cm)	Pu + (kg)	Pu - (kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	k	r (cm)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Ac	Verificación Ac=1.50 Ac=1.5	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )
DIAGONAL INICIO	1 - C	776.00	0.00	125815.20	162.24	1.00	13.81	3515.35	2038901.69	0.74	SI CUMPLE	2790.42

**1° VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR PANDEO**

Elemento	Forma	Pu - (kg)	φ (Pandeo)	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	φ Por (kg/cm <sup>2</sup> )	Pu < φ Fcr Ag	SE CUMPLE
DIAGONAL INICIO	1 - C	125815.20	0.95	2790.42	162.24	430081.36	SI CUMPLE	79.70%

verificar si e < 0.05

**2° VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR ESBELTEZ**

Elemento	Forma	k	L (cm)	r (cm)	kl/r	kl/r < 1.10	Deficiencia (kl/r)
DIAGONAL INICIO	1 - C	1.00	776.00	13.81	56.20	SI CUMPLE	60.03%

## DISEÑO DE ARMADURA POR TRACCIÓN

## TÉRMINOS BÁSICOS

Elemento	Frame	L (cm)	Pu+ (kg)	Pu- (kg)	Ag (cm <sup>2</sup> )	U	Ae=AgxU (cm <sup>2</sup> )
DIAGONAL INICIO	1 - C	776.00	0.0	125815.20	162.24	0.90	146.02

## 1ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR FLUENCIA

Elemento	Frame	Pu+ (kg)	$\phi$ (Fluencia)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	$\phi$ Pny (kg)	Pu $\leq$ $\phi$ Fy Ag	%Eficiencia <sub>Fluencia</sub>
DIAGONAL INICIO	1 - C	0.0	0.90	3515.35	162.24	513297.35	SÍ CUMPLE	0.00%

## 2ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ROTURA

Elemento	Frame	Pu+ (kg)	$\phi$ (Rotura)	Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	Ae=AgxU (cm <sup>2</sup> )	$\phi$ Pnr (kg)	Pu $\leq$ $\phi$ Fu Ae	%Eficiencia <sub>Rotura</sub>
DIAGONAL INICIO	1 - C	0.0	0.75	4569.95	146.02	500464.36	SÍ CUMPLE	0.00%

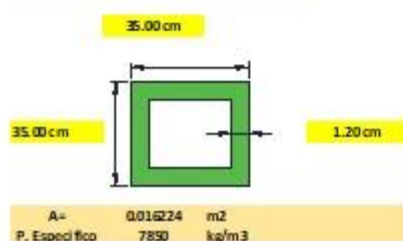
## 3ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ESBELTEZ

Elemento	Frame	k	L (cm)	r (cm)	KL/r	KL/r $\leq$ 300	Eficiencia (KL/r <sub>c</sub> )
DIAGONAL INICIO	1 - C	1.00	776.00	5.94	130.54	SÍ CUMPLE	43.51%

## DISEÑO DE ARMADURA POR PANDEO LOCAL

Elemento	Frame	Secc	E (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	b (cm)	t (cm)	b/t	$\lambda$	Verificación b/t	Efic (b <sub>c</sub> /b)
DIAGONAL INICIO	1 - C	Atiesado	2038901.92	3515.35	35.00	1.20	29.17	33.72	CUMPLE	86.52%
DIAGONAL INICIO	1 - C	Atiesado	2038901.92	3515.35	35.00	1.20	29.17	33.72	CUMPLE	86.52%

## VIGA ARCO





## DISEÑO DE ARMADURA POR TRACCIÓN

## TÉRMINOS BÁSICOS

Elemento	Foame	L (cm)	Pu + (kg)	Pu - (kg)	Ag (cm <sup>2</sup> )	U	Ae=AgiU (cm <sup>2</sup> )
DIAGONAL CENTRO	1 - C	776.00	0.0	42 065.00	261.76	0.90	235.58

## 1ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR FLUENCIA

Elemento	Foame	Pu + (kg)	$\phi$ (Fluencia)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	$\phi Pny$ (kg)	Pu $\leq \phi Fy Ag$	%Eficiencia <sub>Fluencia</sub>
DIAGONAL CENTRO	1 - C	0.0	0.90	35 15.35	261.76	828160.21	SÍ CUMPLE	0.00%

## 2ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ROTURA

Elemento	Foame	Pu + (kg)	$\phi$ (Rotura)	Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	Ae=AgiU (cm <sup>2</sup> )	$\phi Pnr$ (kg)	Pu $\leq \phi Fu Ae$	%Eficiencia <sub>Rotura</sub>
DIAGONAL CENTRO	1 - C	0.0	0.75	45 69.95	235.58	807455.33	SÍ CUMPLE	0.00%

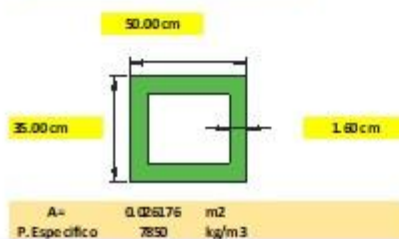
## 3ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN: POR ESBELTEZ


Elemento	Foame	k	L (cm)	r (cm)	KL/r	KL/r $\leq$ 300	Eficiencia (KL/r)
DIAGONAL CENTRO	1 - C	1.00	776.00	5.94	130.54	SÍ CUMPLE	43.51%

## DISEÑO DE ARMADURA POR PANDEO LOCAL

Elemento	Foame	Secc	E (kg/cm <sup>2</sup> )	fy (kg/cm <sup>2</sup> )	b (cm)	t (cm)	b/t	$\lambda$	Verificación b/t	Efic (b <sup>2</sup> /t <sup>3</sup> /A)
DIAGONAL CENTRO	1 - C	Atiesado	203 8901.92	35 15.35	50.00	1.60	31.25	33.72	CUMPLE	92.68%
DIAGONAL CENTRO	1 - C	Atiesado	203 8901.92	35 15.35	35.00	1.60	21.88	33.72	CUMPLE	64.88%

## VIGA ARCO





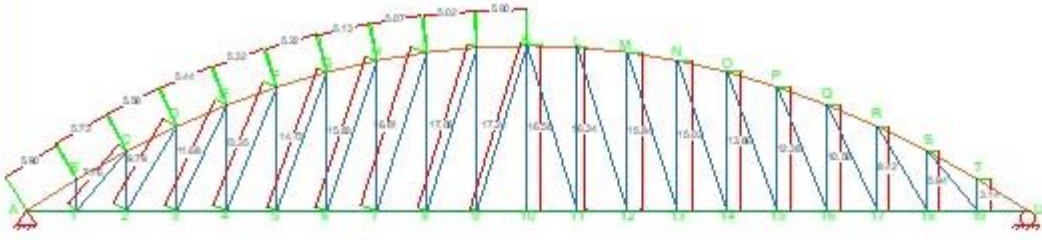
**USAT**  
Universidad Católica  
del Salvador

**DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRERA ZAÑA A LA OTRA BANDA**

DISEÑO DE LAS SECCIONES DE LA SUPERESTRUCTURA

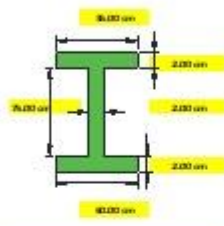
Nombre: Abraham Antonio Acosta Escobar      Fecha de:      ABRIL DEL 2020



SECCIONES		
SECCION	LONGITUD (m)	ALTO (m)
A	A'	8.2
1	2	8.2
2	3	8.2
3	4	8.2
4	5	8.2
5	6	8.2
6	7	8.2
7	8	8.2
8	9	8.2
9	10	8.2
10	11	8.2
11	12	8.2
12	13	8.2
13	14	8.2
14	15	8.2
15	16	8.2
16	17	8.2
17	18	8.2
18	19	8.2
19	20	8.2

**ARMAZÓN DE FONDO**



$A_c = 0.004 \text{ m}^2$   
 $P_{aproximada} = 800 \text{ kg/m}^2$

CANTIDADES DE MATERIALES		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ACEROS	m	120.00
CONCRETO	m <sup>3</sup>	120.00
...	...	...

**PROPIEDADES DEL MATERIAL**

Modulo de Elasticidad	200000 N/mm <sup>2</sup>	Modulo de Rotacion	0.001
Resistencia a la Traccion	420 N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la Compresion	16.67 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a la Flexion	16.67 N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la Torsion	0.001

**DISEÑO DE ARMADURA POR COMPRESION**

**CÁLCULO DE ESFUERZO CRÍTICO DE PANELO**

Elemento	Forma	L (cm)	$P_u + (D_p)$	$P_u - (D_p)$	Modulo de Inercia	$A_c$	$r$ (cm)	$P_u / (A_c r^2)$	$K$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$A_c$	Verificación	$R_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )
AR RIOTRE NF DIAGONAL	A - A'	820.00	0.00	107054.30	282.00	1.00	7.13	3515.35	202801.00	1.52	SI CUMPLE	1336.95

**1ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN POR PANDEO**

Elemento	Forma	$P_u - (D_p)$	$\phi$ (Pandeo)	$P_u / (A_c r^2)$	$A_{pandeo}$	$\phi P_u / (A_c r^2)$	$P_u / (A_c r^2)$	Tolerancia
AR RIOTRE NF DIAGONAL	A - A'	107054.30	0.95	1336.95	282.00	357528.31	SI CUMPLE	94.9%

**2ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN POR ESBUJIZ**

Elemento	Forma	$k$	L (cm)	$r$ (cm)	$R_u$	$R_u \times L^2$	eficiencia (%)
AR RIOTRE NF DIAGONAL	A - A'	1.00	820.00	7.13	115.00	SI CUMPLE	94.9%

**DISEÑO DE ARMADURA POR TRACCIÓN**

**TERMINOS BÁSICOS**

Elemento	Forma	L (cm)	$P_u + (D_p)$	$P_u - (D_p)$	$A_{pandeo}$	$\phi$	$A_{pandeo} \times \phi$
AR RIOTRE NF DIAGONAL	A - A'	820.00	0.00	107054.30	282.00	0.90	253.80

1ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN								
Elemento	Travesa	$P_u$ (kN)	$\phi$ (Normado)	$R_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$R_{y,adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (Por (kg))	$P_u < \phi R_y A_g$	Satisfacción
MI RIGIDEZ INF DIAGONAL	A-A'	0.0	0.90	3515.35	282.00	892195.83	SÍ CUMPLE	OK

2ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN POR ROTURA								
Elemento	Travesa	$P_u$ (kN)	$\phi$ (Normado)	$R_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$R_{u,adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (Por (kg))	$P_u < \phi R_u A_g$	Satisfacción
MI RIGIDEZ INF DIAGONAL	A-A'	0.0	0.75	4569.95	253.00	869889.58	SÍ CUMPLE	OK

3ª VERIFICACIÓN DE TRACCIÓN POR ESQUEZ							
Elemento	Travesa	$u$	$L_{lim}$	$r$ (cm)	$R_{u,adm}$	$R_{u,adm} < 300$	Satisfacción (R <sub>u</sub> /R <sub>u,adm</sub> )
MI RIGIDEZ INF DIAGONAL	A-A'	1.00	820.00	5.98	137.96	SÍ CUMPLE	OK

DISEÑO DE ARMADURA POR PUNDO LOCAL																
Elemento	Travesa	$P_u$	$R_{u,adm}$	$A_{s,req}$ (cm <sup>2</sup> )	$R_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$R_{y,adm}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	$f_{lim}$	Verificación
MI RIGIDEZ INF DIAGONAL	A-A'	No abastado	Abastado	2038901.93	3515.35	17.50	71.00	2.00	2.00	0.67	8.75	35.50	12.03	35.88	35.88	CUMPLE
																CUMPLE

**APRECIACIÓN DIMENSIONAL**

h = 70.00 cm  
b = 8.00 cm  
t<sub>f</sub> = 1.00 cm  
t<sub>w</sub> = 0.67 cm

As = 0.024 m<sup>2</sup>  
f<sub>adm</sub> = 788 kg/cm<sup>2</sup>

**4.7.3. Diseño de los perfiles a flexión - Trabe**

Ver Anexo 4

**4.7.4. Diseño de empalme Viga Horizontal**

Ver anexo 5

**4.7.5. Diseño de empalme Viga Arco**

Ver anexo 6

**4.7.6. Diseño de conexiones en viga Horizontal**

Ver anexo 7

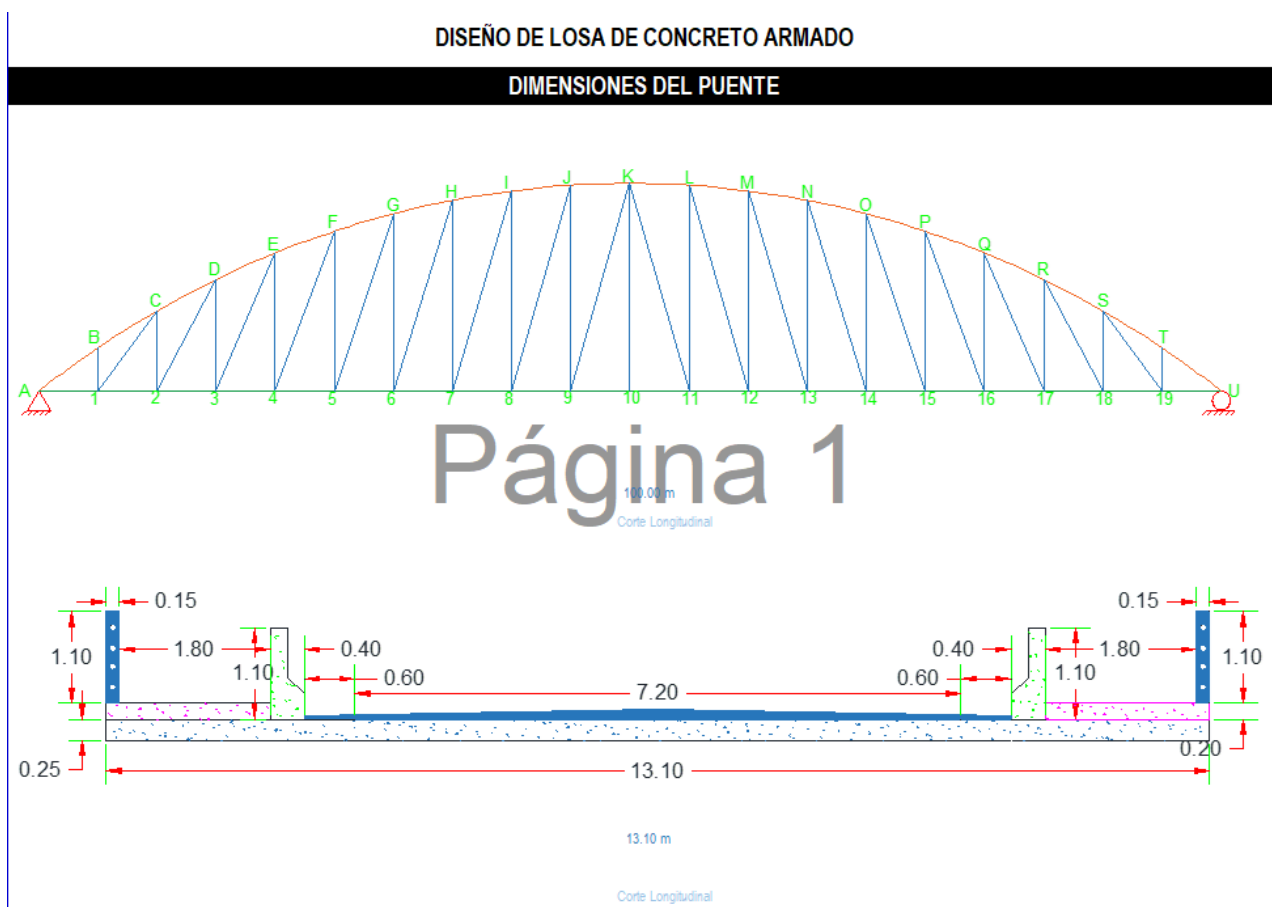
**4.7.7. Diseño de conexiones en viga Horizontal**

Ver anexo 8

## DISEÑO DEL TABLERO

El tablero tendrá 20 tramos de 5m cada uno, la losa estará apoyada en 21 traveses de sección I de acero estructural (ASTM A709G.50) con una carpeta asfáltica de 5cm

### 4.7.8. Diseño de losa



## DATOS PARA EL DISEÑO

Dimensionamiento			
Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Longitud del Puente entre ejes de apoyo	L	100.00	m
Ancho del Puente	a	13.10	m
Sobrecarga peatonal en vereda	S/CV	0.37	Tn/m <sup>2</sup>
Peso de la baranda metálica	g b	0.30	Tn/m
Peso específico del Concreto Armado	g c	2.50	Tn/m <sup>2</sup>
Resistencia del Concreto a emplear en la losa	f'c	280.00	Kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del Acero de refuerzo en losa	fy	4200.00	Kg/cm <sup>2</sup>
Separación entre ejes de Vigas	S	5.00	m
Separación de Vigas entre alas	S"	4.60	m
Ancho de Losa (1 metro)	b	100.00	cm
γ conc		2.50	Tn/m <sup>3</sup>
γ asf		2.20	Tn/m <sup>3</sup>
γ acero		7.85	Tn/m <sup>3</sup>
Ancho de vereda		1.95	m
Número de Vigas	n	2	und
Ec		250998.01	Kg/cm <sup>2</sup>
Es		2040000.00	Kg/cm <sup>2</sup>
Espesor del Asfalto	e(Asfal)	5.00	cm

Dimensionamiento			
Elemento	Longitud (m)	# Veces	Longitud Total
Baranda	0.15	2	0.30 m
Vereda	1.95	2	3.90 m
Barrera	0.40	2	0.80 m
Ancho Vía	3.60	2	7.20 m
Separador	0.00	1	0.00 m
Berma	0.60	2	1.20 m
<b>Ancho total</b>			<b>13.10 m</b>

## PREDIMENSIONAMIENTO

Tipo de Losa	Ecuaciones		t
	Profundidad Mínima (t)		
	Tramo Simple (m)	Tramo Continuo (m)	
Concreto Reforzado	$1.2 \left( \frac{s+3}{30} \right)$	$\left( \frac{s+3}{30} \right)$	> 0.165 m
Concreto Pretensado	0.030 s	0.027 s	> 0.165 m

s: Espaciamento entre apoyos (m)  
t: Espesor de Losa (m)

Ecuación	Datos	Resolución		Verificación
		t real	t Redondeado	
$t = \frac{(S+3)}{30}$	s= 4.60 m	t = 0.253 m	t ≈ 25.00 cm	OK

## ESTADOS LÍMITES Y MODIFICADORES DE CARGAS

Estado Límite	γ <sub>cc</sub>	γ <sub>ov</sub>	γ <sub>L+1</sub>
Resistencia I	1.25	1.50	1.75
Servicio I	1.00	1.00	1.00
Extremo	-	-	-
Fatiga I	-	-	1.50

Modificadores	
Factor φ	
Flexión, Tracción	0.90
Corte, Torsión	0.90
Compresión Axial	0.75
Aplastamiento de Concreto	0.70

	Resistencia	Servicio	Fatiga
Ductilidad	η <sup>d</sup>	1.00	1
Redundancia	η <sup>r</sup>	1.00	1
Importancia	η <sup>i</sup>	1.00	No aplica
$\eta = \eta^d \cdot \eta^r \cdot \eta^i$			
	1.00	1.00	1.00

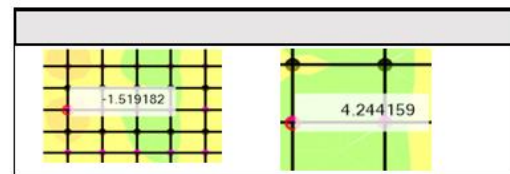
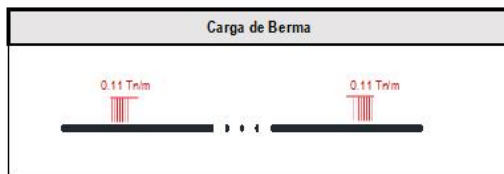
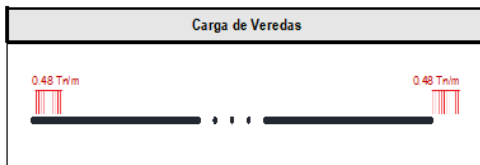
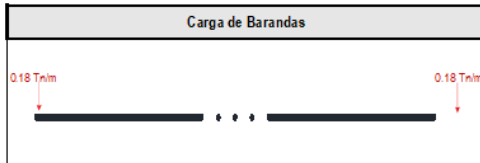
**METRADO DE CARGAS**

PESO DE LOSA	0.25m	x	1.00 m	x	240 tn/m <sup>3</sup>	=	0.60 Tn/m
PESO DE BARRERAS						=	0.60 Tn
PESO DE VEREDA	0.20m	x	1.00 m	x	240 tn/m <sup>3</sup>	=	0.48 Tn/m
PESO DE LA BARANDA						=	0.18 Tn
BERMA	0.05m	x	1.00 m	x	225 tn/m <sup>3</sup>	=	0.112500 Tn/m
PESO DE ASFALTO	0.05m	x	1.00 m	x	225 tn/m <sup>3</sup>	=	0.11 Tn/m

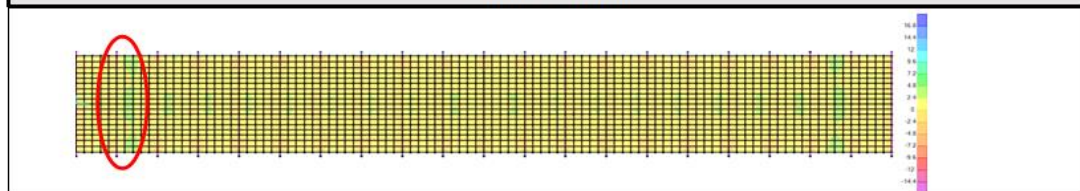
S/C DE DISEÑO HL - 93

**MOMENTOS DE LA LOSA ( DC - DW - LL+I )**

**CARGA MUERTA (DC)**

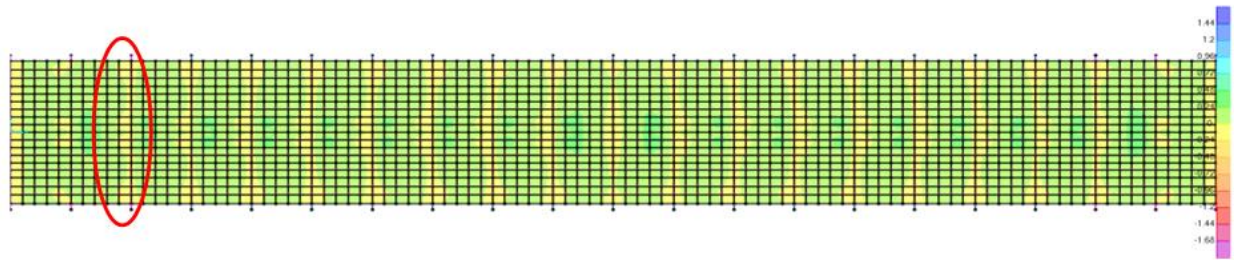
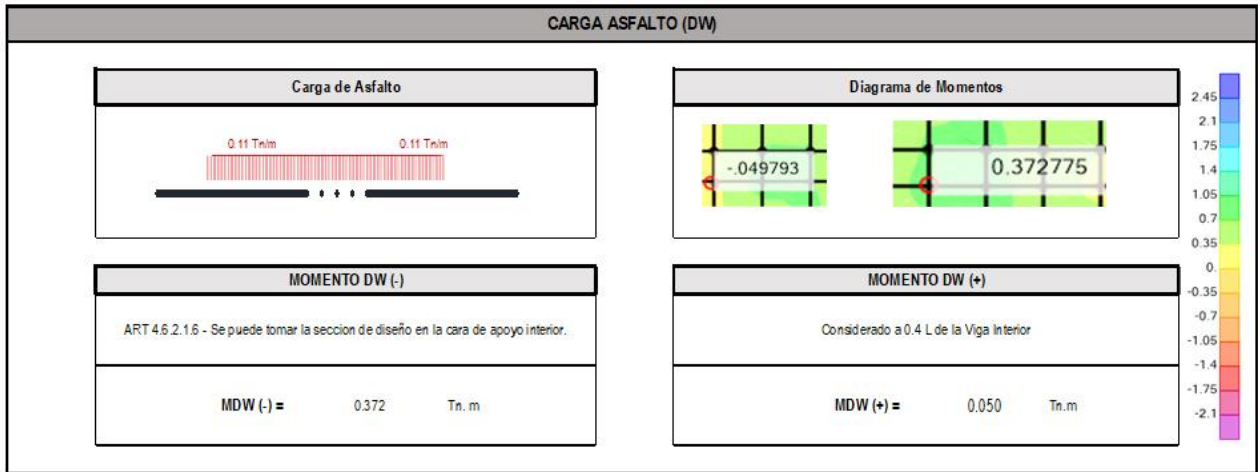


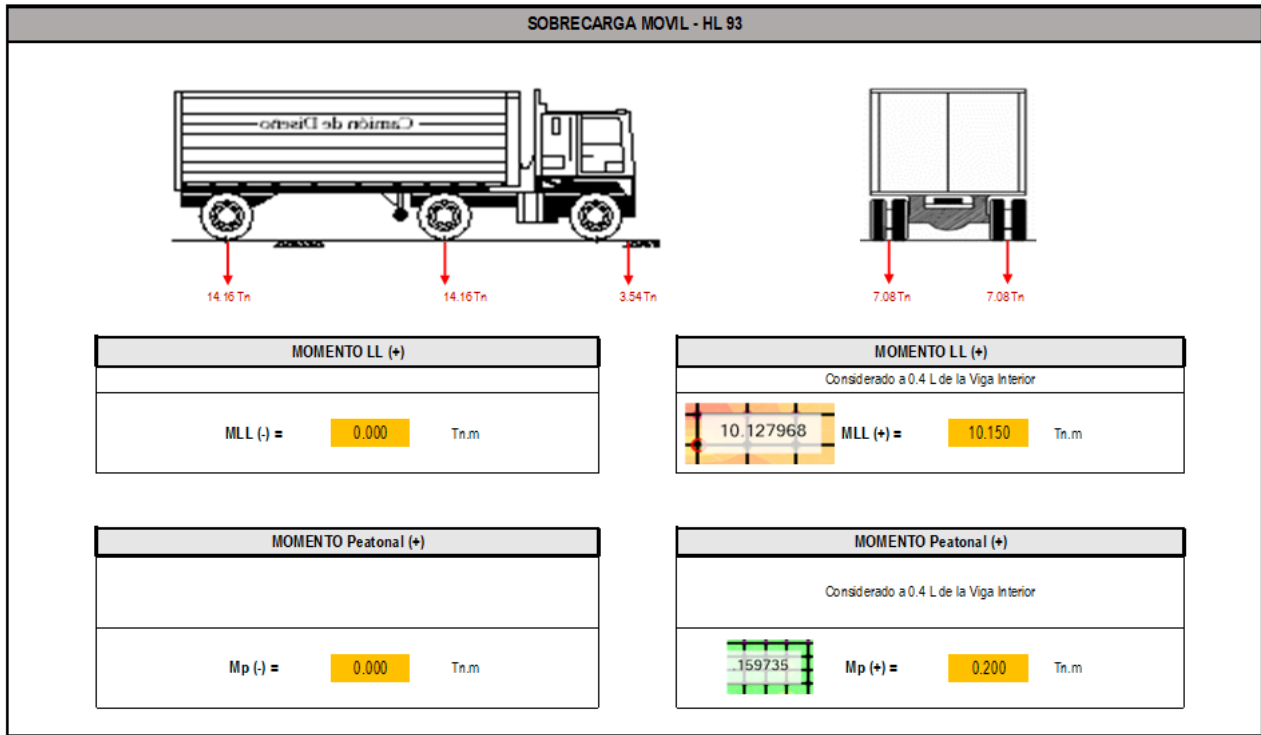
**Diagrama de Momentos**



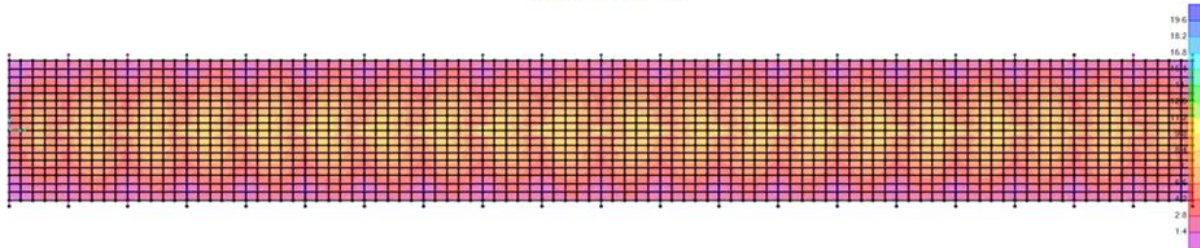
MOMENTO DC (-)	
ART 4.6.2.1.6 - Se puede tomar la seccion de diseño en la cara de apoyo interior.	
MDC (-) =	1.260 Tn.m
	1.260

MOMENTO DC (+)	
Centro del puente	
MDC (+) =	4.250 Tn.m





Momento por carga viva



**ANCHO DE FRANJA EQUIVALENTE**

Ecuaciones										
Para un carril Cargado					Más de un carril cargado					
Ecuación	Datos				Ecuación	Datos				N
	L1		W1			L1		W1		
	Real	Min	Real	Min		Real	Min	Real	Min	
$E = 250 + 0.42\sqrt{L_1 W_1}$	100.00 m	18.00 m	13.10 m	9.00 m	$E = 2100 + 0.12\sqrt{L_1 W_1} \leq \frac{W}{N_1}$	100.00 m	18.00 m	13.10 m	9.00 m	2 und
E = 5595.73 mm	→ Usar E = 5.60 m				E = 3627.35 mm	→ E = 3.63 m Usar E = 3.63 m				

E: Ancho equivalente (m)  
 L: Valor Mínimo entre Longitud real (L) (mm) y 18 m  
 W: Valor Mínimo entre Ancho real (a) (mm) y 18 m para más de un carril o 9 m para un solo carril cargado  
 W: Ancho físico entre los bordes del puente (mm)  
 N: Número de carriles de Diseño

MOMENTO DE DISEÑO

Ecuación	Momento (-)	Momento (+)
$M = 1.25 M_{DC} + 1.5 M_{DW} + 1.8 M_{LL+I}$	$M_{ac}$ 1.26	4.25
$M = 0.9 M_{DC} + 1.5 M_{DW} + 1.8 M_{LL+I}$	$M_{ov}$ 0.37	0.05
	$M_{LL+I}$ 0.00	10.15

MOMENTO (-)		
$M (-)_{EQ} =$	2.13	Tn.m
$M (-)_{DER} =$	0.00	Tn.m
$M (-) =$	2.13	Tn.m

MOMENTO (+)		
$M (+) =$	10.41	Tn.m

DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO ARMADO - RESISTENCIA

CALCULO DE ACERO NEGATIVO - PARALELO AL TRÁFICO

Especificaciones		
Características		Ecuaciones
$f_c$	280.00 Kg/cm <sup>2</sup>	$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{\alpha}{2})}$
$f_y$	4200.00 Kg/cm <sup>2</sup>	
$b$	100.00 cm	$\alpha = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$
$h$	25.00 cm	
$\phi$	0.90	

Datos			
$M_u$ (Tn.f.m)	$d$ (cm)	$a$ (cm)	$As$ (cm <sup>2</sup> )
2.13	19.37	3.8730	3.2377
		0.5714	2.9576
		0.5219	2.9538
		0.5213	2.9537
		0.5212	2.9537

Acero y Espaciamiento		
$\emptyset$	Área	s
3/8"	0.71 cm <sup>2</sup>	24 cm

Comprobación		
Datos		Ecuaciones
$c$	0.61 cm	$\alpha = B_1 C$
$\emptyset$	5.2368445	$0.75 \leq \phi \leq 0.85 + 0.15 \left( \frac{d}{c} - 1 \right) \leq 0.9$
Se asume 0.9		

Cálculo de Acero Mínimo						
Ecuaciones		Datos				
$M_{cr} = 1.10 * f_r * S$		$f_r$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$S$ (cm <sup>3</sup> )	$M_{cr}$ (Tn.m)	1.33 $M_u$	$M_{min}$
$f_r = 2.01 \sqrt{f'c}$		33.63	120.83	0.04	2.84	0.04
$S = \frac{b * h^3}{6}$						
OK						

Usar **1  $\emptyset$  3/8" @ 0.24 m**

CALCULO DE ACERO POSITIVO - PARALELO AL TRÁFICO

Especificaciones		
Características		Ecuaciones
$f_c$	280.00 Kg/cm <sup>2</sup>	$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{\alpha}{2})}$
$f_y$	4200.00 Kg/cm <sup>2</sup>	
$b$	100.00 cm	$\alpha = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$
$h$	25.00 cm	
$\phi$	0.90	

Datos			
$M_u$ (Tn.f.m)	$d$ (cm)	$a$ (cm)	$As$ (cm <sup>2</sup> )
10.41	21.87	2.4294	13.3398
		2.3541	13.3155
		2.3498	13.3141
		2.3495	13.3140
		2.3495	13.3140

Acero y Espaciamiento		
$\emptyset$	Área	Espac.
3/4"	2.85 cm <sup>2</sup>	21 cm

Comprobación		
Datos	Ecuaciones	
c	2.76 cm	$a = B_1 C$
Ø	2E+00	$0.75 \leq \phi = 0.65 + 0.15 \left( \frac{d}{c} - 1 \right) \leq 0.9$
Se asume 0.9		

Cálculo de Acero Mínimo					
Ecuaciones			Datos		
$Mcr = 1.10 \times fr \times S$	$fr$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$S$ (cm <sup>3</sup> )	$Mcr$ (Tn.m)	1.33 Mu	Mmin
$fr = 2.01 \sqrt{f'c}$					
$S = \frac{b \times h^2}{6}$	33.63	120.83	0.04	13.85	0.04
OK					

Usar 1 Ø 3/4" @ 0.21 m

**CALCULO DE ACERO DE TEMPERATURA**

Especificaciones		
Características	Ecuaciones	
f <sub>c</sub>	280.00 Kg/cm <sup>2</sup>	
f <sub>y</sub>	4200.00 Kg/cm <sup>2</sup>	$A_s = \frac{0.18 \times b \times h}{2 \times (b + h)}$
b	100.00 cm	
h	25.00 cm	$2.33 \frac{cm^2}{m} \leq A_s \leq 12.7 \frac{cm^2}{m}$
φ	0.90	

Acero		
Cálculo	Barras	
As'	1.80 cm <sup>2</sup>	Ø 3/8"
Comprobación	min o máx	Área 0.71 cm <sup>2</sup>
As corregido	2.33 cm <sup>2</sup>	Espac.' 30.58 cm
		Esp. Min 75.00 cm
		Espac. 30.58 cm

Usar 1 Ø 3/8" @ 0.31 m

**ACERO DE DISTRIBUCIÓN**

[Art. 28.1.4.6.3.2](#)

Ecuación	Datos			Acero		
	S	%	As	Ø	Área	Espaciamiento
$\% = \frac{121}{\sqrt{S}}$	5.00 <small>Separación entre vigas</small>	54.11285	1.598330132	3/8"	0.71 cm <sup>2</sup>	22.29 cm

Usar 1 Ø 3/8" @ 0.22 m

**VERIFICACIÓN DE FISURACIÓN - SERVICIO**

**MOMENTO DE DISEÑO**

Ecuación	Momento (-)		Momento (+)
	Izq	Der	
$M = 1 M_{DC} + 1 M_{DW} + 1 M_{LL+I}$	M <sub>DC</sub> : 1.26	0.00	4.25
	M <sub>DW</sub> : 0.37	0.00	0.05
	M <sub>LL+I</sub> : 0.00	0.00	10.15

MOMENTO (-)		
M (-) <sub>Izq</sub> =	1.63	Tn.m
M (-) <sub>DER</sub> =	0.00	Tn.m
M (-) =	1.63	Tn.m

MOMENTO (+)		
M (+) =	6.11	Tn.m

## ACERO NEGATIVO

Diagrama		Especificaciones																								
		<p>Ancho tributario 0.21 m  <math>M_s</math> 1.31 Tn.f.m  <math>E_s</math> 204000.00 Kg/cm<sup>2</sup>  <math>E_c</math> 250998.01 Kg/cm<sup>2</sup>  <math>d'</math> 5.64 cm  <math>d</math> 25.00 cm  <math>n</math> 9.00</p>																								
Ecuación		Área de acero transformada 3.16 cm <sup>2</sup>																								
$n = \frac{E_s}{E_c}$																										
Verificación de Agrietamiento		Separación Máxima de Refuerzo																								
Ecuaciones		Ecuaciones																								
$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad jd = d - \frac{kd}{3}$ $fs = \frac{Ms}{jd \times As} \quad fs \leq 0.6fy$		$S \leq \frac{125000 \gamma_c}{B_s \times f_s} - 2dc$ $B_s = 1 + \frac{dc}{0.7(h - d_c)}$																								
Datos		Datos																								
<table border="1"> <tr> <td>10.70 Kd<sup>2</sup></td> <td>+ 3.16 Kd</td> <td>- 61.15</td> <td>= 0</td> </tr> <tr> <th>Kd</th> <th>d-Kd</th> <th>jd</th> <th>Fs</th> </tr> <tr> <td>2.25 cm</td> <td>-2.54 cm</td> <td>17.12 cm</td> <td>18.62 cm</td> </tr> <tr> <td colspan="4">2466.74 Kg/cm<sup>2</sup> OK</td> </tr> </table>		10.70 Kd <sup>2</sup>	+ 3.16 Kd	- 61.15	= 0	Kd	d-Kd	jd	Fs	2.25 cm	-2.54 cm	17.12 cm	18.62 cm	2466.74 Kg/cm <sup>2</sup> OK				<table border="1"> <tr> <th>Bs</th> <th>yc</th> <th>S</th> <th rowspan="2">OK</th> </tr> <tr> <td>1.42 cm</td> <td>1.00 cm</td> <td>24.52 cm</td> </tr> </table>		Bs	yc	S	OK	1.42 cm	1.00 cm	24.52 cm
10.70 Kd <sup>2</sup>	+ 3.16 Kd	- 61.15	= 0																							
Kd	d-Kd	jd	Fs																							
2.25 cm	-2.54 cm	17.12 cm	18.62 cm																							
2466.74 Kg/cm <sup>2</sup> OK																										
Bs	yc	S	OK																							
1.42 cm	1.00 cm	24.52 cm																								

## RESUMEN DE ACERO

Losa				
Acero positivo	1 Ø	3/4 "	@	0.22 m
Acero negativo	1 Ø	3/8 "	@	0.25 m
Acero de Distribución	1 Ø	3/8 "	@	0.23 m
Acero de Temperatura	1 Ø	3/8 "	@	0.31 m

#### 4.7.9. Chequeo de la piza exterior

### VERIFICACIÓN DE SOLDADURA

Para verificar la rotura de la piza de se analizó, la rotura de la placa lateral de la placa como se muestra en la figura

$$Rr = 0.6 * \phi e1 * Fexx$$

Donde:

$\phi e1$  = Factor de resistencia para soldadura

$Fexx$  = Resistencia de clasificación del metal de soldadura (Mpa)

El tipo de soldadura que se utilizó para la unión de las placas es la soldadura AWS E70XX, por lo tanto:

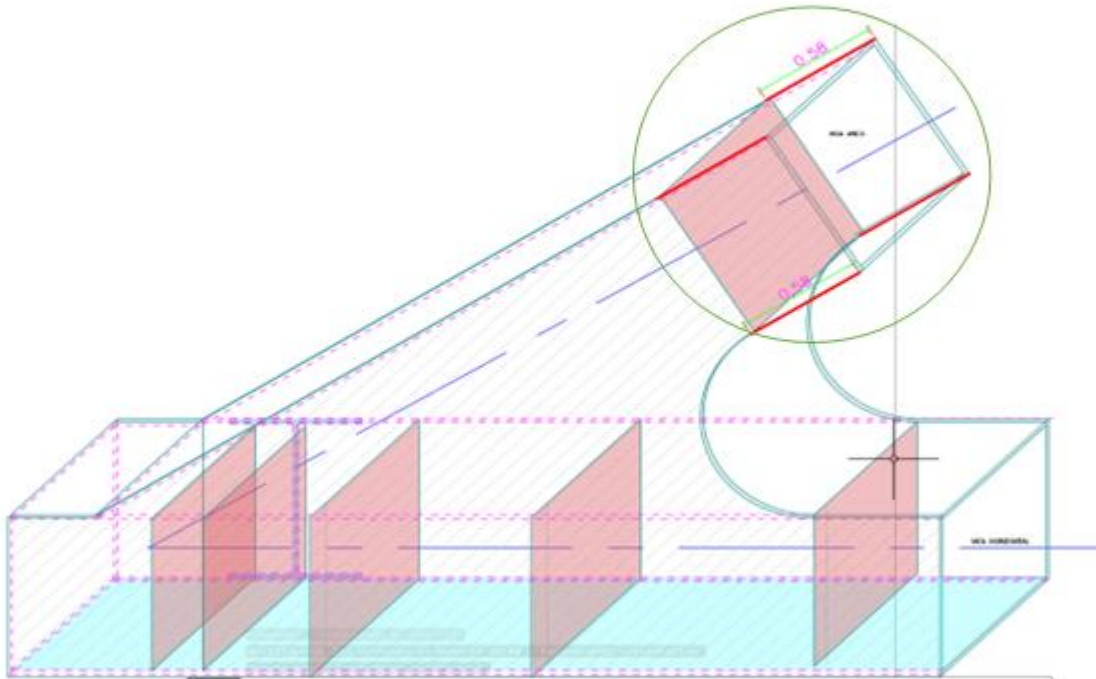
$Fexx$  = 482.49 Mpa Resistencia límite de corte del metal de aporte  $Fexx$

Para determinar el factor de resistencia de soldadura, se asumirá que está actuando una fuerza cortante, normal al área efectiva, por lo tanto:

$\phi e1$  = 0.85

Entonces

Rr=	246.07 Mpa	
Lg =	0.58 m	longitud de la gargante de la soldadura
e=	2 cm	espesor de la placa
# de cordones	4	Existen dos cordones de soldadura



se tomo como referencia solo la parte mas crítica (la de menor sección transversal) en la cual se puede obser en la figura que el ancho de la soldadura en dicha zona es de 0.58m

Freistente=	114.18 Mpa	fuerza que resiste los dos cordones de soldadura
Freistente=	1,164.27 Tonf	
Fh VA =	1188.4616 tnf	F. act proveniente de la V. Arco
F VH =	778.17 tnf	F. act proveniente de la V. Horizontal
F actuante	1966.63 tnf	fuerza actuante en zona crítica

Freistente > F actuante
1,164.27 > 1966.63

OK

Por lo tanto se verifica que la soldadura de la pieza no fallará

### Comprobación por desgarro de la pieza externa

Se realizó la verificación si la fuerza cortante proveniente de la viga en arco, podría generar que la pieza se desgarre, el plano en donde se está asumiendo esta falla, a la altura de 80cm medido desde la parte inferior de la pieza, altura que coincide con el peralte de la viga horizontal.

La resistencia al desgarro se determinó mediante:

$$Rr = 1.2 * Fu * Lc * t$$

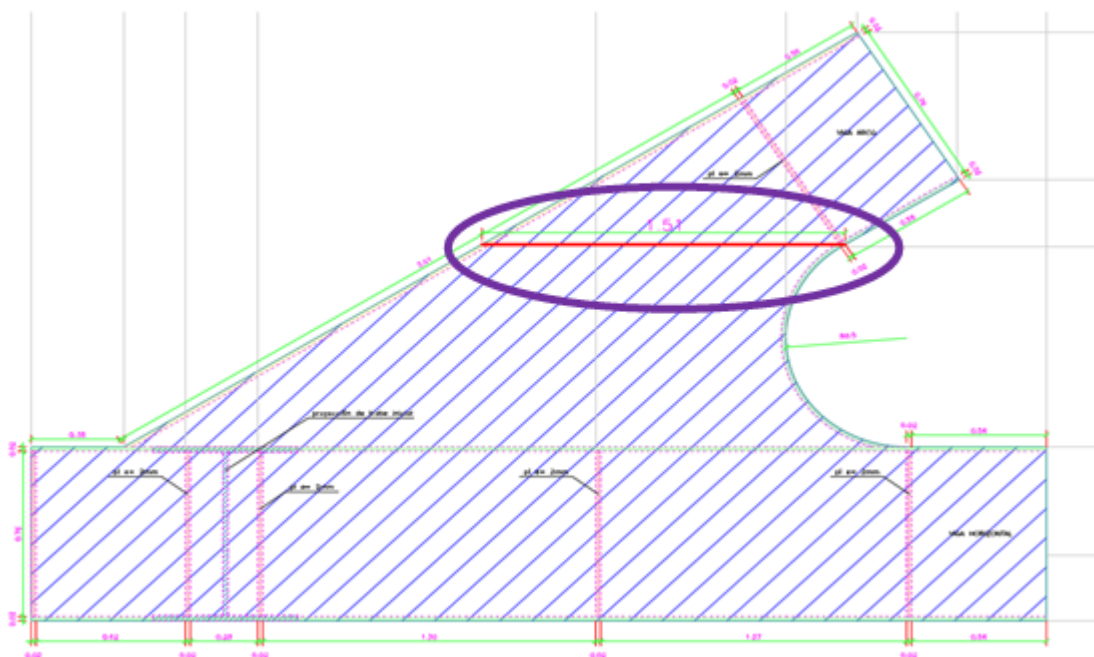
Donde:

Rn: Resistencia de diseño al desgarramiento de la placa  
 Fu: Resistencia última del acero (Mpa)  
 Lc: Distancia entre los agujeros

Dado que se está analizando como una sola pieza y no como una unión pernada, el valor de Lc, será el largo del área efectiva, (ver imagen).

Fu	483 MPa
Lc	1.51 m
t	2 cm
# placas	2

Rr	2917.32
----	---------



Freistente=	2,917.32	Mpa	fuerza que resiste los dos cordones de
Freistente=	29,748.23	Tonf	soldadura
Fh VA =	1188.4616	tnf	F. act proveniente de la V. Arco
F VH =	778.17	tnf	F. act proveniente de la V. Horizontal
F actuante	1966.63	tnf	fuerza actuante en zona crítica

Fresistente > F actuante			
29,748.23	>	1966.63	OK

Por lo tanto se verifica que la pieza no presentará una falla por desgarro

**Comprobación por Cortante**

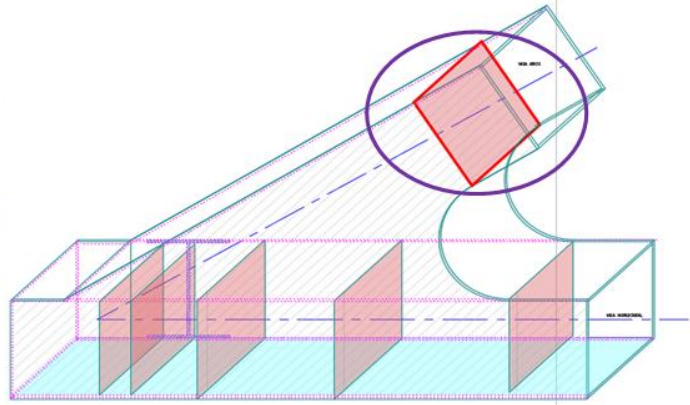
SECCIÓN		VIGA ARCO	
barra	long (m)		
A	B	0.58	

CARGAS DE DISEÑO		
P	P (-)	P (+)
VIGA ARCO	1188.46	0.00

Fy	3515.35	(kg/cm <sup>2</sup> )
Fu	4569.95	(kg/cm <sup>2</sup> )
E	2038901.92	(kg/cm <sup>2</sup> )
L	0.58	m
C	1188.46	Tonf
T	0.00	Tonf



Se realizó la comprobación por falla cortante, en la zona más crítica, la de menor sección.

VIGA ARCO		Datos de la sección soldada		Xcg= 35 cm		U= 0.9		con al menos 3 sujetadores	
b=	70.00 cm	h=	80.00 cm	Ycg=	40 cm	U=	0.9	b/h=2/3	
tw=	2.50 cm	(espesor del alma)							
tf=	2.50 cm	(espesor del ala)							

	b (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	bx (cm <sup>4</sup> )	ly (cm <sup>4</sup> )	Xcg	Ycg
AREA 1	70.00 cm	80.00 cm	5600	2986667	2286667	35	40
AREA 2	65 cm	75	-4875	-2285156	-1716406	35	40
			725	701510.4	570260.4		

bx (cm <sup>4</sup> )	ly (cm <sup>4</sup> )	rx	ry
701510	570260	31.1	28.0

**CHEQUEO POR COMPRESIÓN**

**CÁLCULO DE ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO**

Elemento	Frame	L (cm)	Pu + (kg)	Pu - (kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	k	r (cm)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Ac	Verificación Ac=1.5 o Ac<1.5	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )
VIGA ARCO	A - B	58.00	0.00	1188461.60	725.00	1.00	28.05	3515.35	2038901.92	0.03	Fcr=0.658*Ac*Fy	3514.25

**1ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR PANDEO**

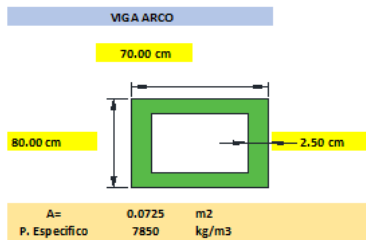
Elemento	Frame	Pu - (kg)	φ (Pandeo)	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Ag (cm <sup>2</sup> )	φ Pcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Pu ≤ φ Fcr Ag	%Eficiencia <sub>pandeo</sub>
VIGA ARCO	A - B	1188461.60	0.95	3514.25	725.00	2420440.30	SÍ CUMPLE	49.10%

**2ª VERIFICACIÓN DE COMPRESIÓN: POR ESBELTEZ**

Elemento	Frame	k	L (cm)	r (cm)	KL/r	KL/r ≤ 120	Eficiencia (KL/r)
VIGA ARCO	A - B	1.00	58.00	28.05	2.07	SÍ CUMPLE	1.72%

**CHEQUEO POR PANDEO LOCAL**

Elemento	Frame	Secc	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	b (cm)	t (cm)	b/t	λ	Verificación b/t	Efic ((b/t)/λ)
VIGA ARCO	A - B	Atiesado	2038901.92	3515.35	70.00	2.50	28.00	33.72	CUMPLE	83.05%
VIGA ARCO	A - B	Atiesado	2038901.92	3515.35	80.00	2.50	32.00	33.72	CUMPLE	94.91%



4.1. DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA - Estribo

ANÁLISIS SÍSMICO

CLASES DE SITIO

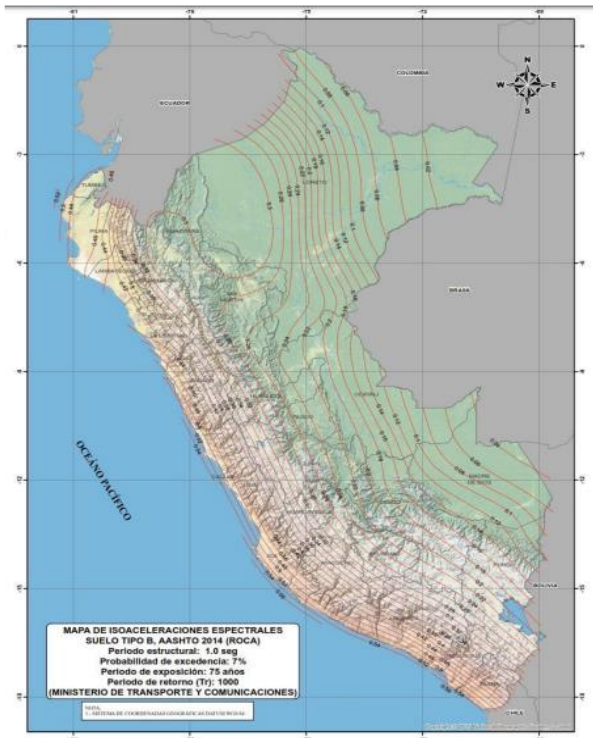
Tabla 2.4.3.11.2.1.1-1 Definición Clase de Sitio

(Tabla 3.10.3.1-1 AASHTO)

Clases de Sitio	Tipo de Suelo y Perfil
A	Roca dura con medida de velocidad de onda de corte, $\bar{v}_s > 5,000$ ft/s
B	Roca con $2,500$ ft/s $< \bar{v}_s < 5,000$ ft/s
C	Suelo muy denso y roca suelo $1,200$ ft/s $< \bar{v}_s < 2,500$ ft/s, o con cualquiera $\bar{N} > 50$ golpes/ft, o $\bar{S}_u > 2.0$ ksf
D	Suelo rígido con $600$ ft/s $< \bar{v}_s < 1,200$ ft/s, o con cualquiera $15 < \bar{N} < 50$ golpes/ft, o $1.0 < \bar{S}_u < 2.0$ ksf
E	Perfil de suelo con $\bar{v}_s < 600$ ft/s o con cualquiera $\bar{N} < 15$ golpes/ft o $\bar{S}_u < 1.0$ ksf, o cualquier perfil con más de 10 ft de arcilla blanda definida como suelo con $PI > 20$ , $w > 40$ por ciento y $\bar{S}_u < 0.5$ ksf
F	Suelos que requieren evaluaciones específicas de sitio, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbas o arcillas altamente orgánicas (<math>H &gt; 10</math> ft de turba o arcilla altamente orgánica donde <math>H</math> = espesor del suelo)</li> <li>• Arcillas de alta plasticidad (<math>H &gt; 25</math> ft con <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>• Estratos de Arcillas de buen espesor, blandas o semirrígidas (<math>H &gt; 120</math> ft)</li> </ul>

Excepciones: Cuando las propiedades del suelo no son conocidas con suficiente detalle para determinar la clase de sitio, se emprenderá una investigación de sitio suficiente para definir su clase. Las clases de Sitio E o F no serán supuestas a no ser que la Entidad determine la clase de sitio E o F o estas sean establecidas por datos geotécnicos.

COEFICIENTE DE ACELERACIÓN ESPECTRAL



**SI =** 0.46

## VALORES DE FACTOR DE SITIO ( $F_v$ )

**Tabla 2.4.3.11.2.1.2-3**  
Valores de Factor de Sitio,  $F_v$ , Para rango de Periodo Largo en el Espectro de Aceleración  
(Tabla 3.10.3.2-3 AASHTO)

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Espectral en Periodo 1.0 sec ( $S_1$ ) <sup>1</sup>				
	$S_1 < 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 > 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F <sup>2</sup>	*	*	*	*	*

Notas:

1. Usar la interpolación lineal para valores intermedios de  $S_1$ .
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

$$F_v = 2.40$$

## ZONA SÍSMICA

**Tabla 2.4.3.11.5-1 Zonas Sísmicas**  
(3.10.6-1 AASHTO)

Coeficiente de Aceleración, $S_{D1}$	Zona Sísmica
$S_{D1} \leq 0.15$	1
$0.15 < S_{D1} \leq 0.30$	2
$0.30 < S_{D1} < 0.50$	3
$0.50 < S_{D1}$	4

$$S_{D1} = F_v * S_1$$

$$S_{D1} = 1.10$$

\* Según mi valor de factor de sitio  $F_v$  y el coeficiente de aceleración espectral horizontal se ha encontrado la zona en la que esta ubicado el proyect, el cual está en la **Zona 4**.

## VALORES DE FACTOR DE SITIO ( $F_{pga}$ )

**Tabla 2.4.3.11.2.1.2-1**  
Valores de Factor de Sitio,  $F_{pga}$  En Periodo-Cero en el Espectro de Aceleración  
(Tabla 3.10.3.2-1 AASHTO)

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Pico del Terreno (PGA) <sup>1</sup>				
	PGA < 0.10	PGA = 0.20	PGA = 0.30	PGA = 0.40	PGA > 0.50
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F <sup>2</sup>	*	*	*	*	*

Notas:

1. Usar línea recta de interpolación para valores intermedios de PGA.
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

$$PGA = 0.30$$

$$F_{pga} = 1.20$$

**CARGAS BR**

- Ancho de Carril = 3.60 m
- 25% de los pesos por eje de camión o tandem de diseño
- 5% del camión o tandem de diseño más la carga de carril

HL-93 K	
P	3.63
4P	14.52
4P	14.52
<b>Peso Total</b>	<b>32.67</b>

HL 93 M	
P	11.34
P	11.34
<b>Peso Total</b>	<b>22.68</b>

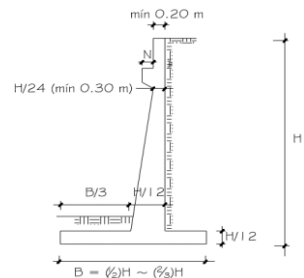
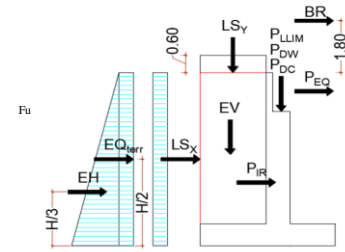
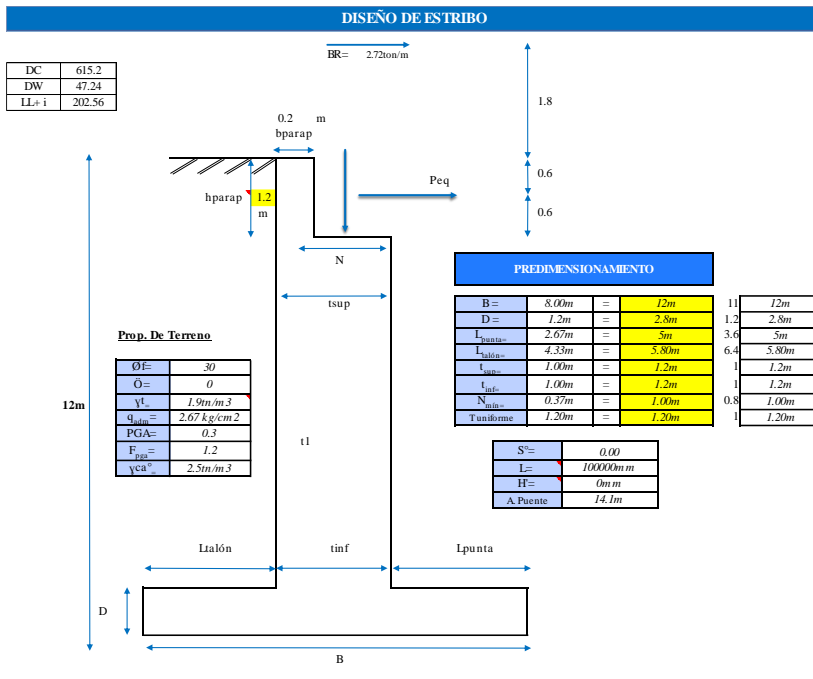
Camión	Peso	
HL-93K	32.67	Tn
HL-93M	22.68	Tn
Carril	0.952	Tn/m

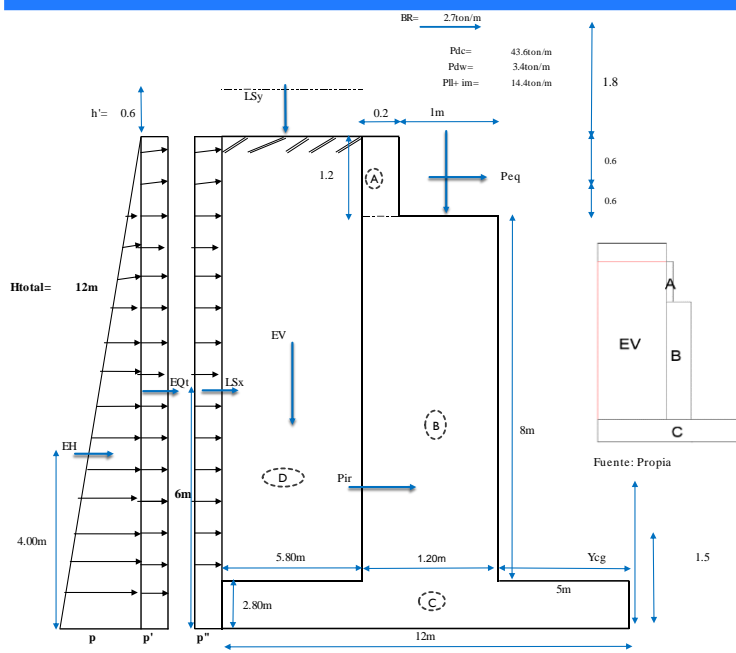
Número de carriles cargados	Factor de presencia múltiple, <i>m</i>
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

1 <sup>ra</sup> Condición	Porcentaje	Peso HL-93K	Peso HL-93M	N°Vías	F.P.M.	F. Frenado K	F. Frenado M	F. Frenado	F. Frenado/m
BR <sub>1</sub>	25%	32.67	22.68	1	1.2	9.80	6.80	<b>9.80</b>	2.723
BR <sub>2</sub>	25%	32.67	22.68	2	1	16.34	11.34	<b>16.34</b>	2.269

2 <sup>da</sup> Condición	Porcentaje	Peso HL-93K	Peso HL-93M	Carril	Longitud P.	N°Vías	F.P.M.	F. Frenado K	F. Frenado M	F. Frenado	F. Frenado/m
BR <sub>1</sub>	5%	32.67	22.68	0.952	30	1	1.2	3.67	3.07	<b>3.67</b>	1.021
BR <sub>2</sub>	5%	32.67	22.68	0.952	30	2	1	6.12	5.12	<b>6.12</b>	0.850

<b>BR</b>	<b>16.34</b>	Tn
<b>Altura sobre puente</b>	<b>1.8</b>	m
<b>C.G. y</b>	<b>13.8</b>	m





La longitud empírica de soporte (Y) debe ser incrementada cierto porcentaje que depende la zona sísmica, como se indica a continuación:

Tabla 4.1: Porcentaje N de acuerdo con la zona sísmica y el coeficiente de aceleración.

Zona sísmica	Coefficiente de aceleración (A <sub>g</sub> )	Porcentaje de N (%)
1	< 0.05	≥ 75
1	≥ 0.05	100
2	Todos	150
3	Todos	150
4	Todos	150

Fuente: AASHTO LRFD BRIDGE Design Specifications.

Fuente: Propia

## CASO I : ESTRIBO CON PUENTE

## CARGAS VERTICALES

## CARGAS DC

Considerando franjas de 1m de longitud de estribo.

PESO PROPIO ESTRIBO DE CONCRETO ARMADO (DC)

fondo = 1m

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton/m)	C.G. X <sub>A</sub> (m)	C.G. Y <sub>A</sub> (m)	X <sub>A</sub> *DC (Ton-m/m)	Y <sub>A</sub> *DC (Ton-m/m)
A	0.240	0.600	6.100	11.400	3.660	6.840
B	9.600	24.000	5.600	6.800	134.400	163.200
C	33.600	84.000	6.000	1.400	504.000	117.600
Σ		108.600			642.060	287.640

X<sub>A</sub>= 5.91m

Y<sub>A</sub>= 2.65m

PESO PROPIO SUPERESTRUCTURA

P<sub>DC</sub>= 43.6ton/m  
C. G. X<sub>A</sub>= 5.5m

## CARGAS DW

PESO ASFALTO EN SUPERESTRUCTURA

P<sub>DW</sub>= 3.4ton/m  
X<sub>A</sub>= 5.5m

## CARGAS EV (PESO DEL TERRENO)

Elemento	Volúmen (m3)	EV (ton/m)	C.G. X <sub>A</sub> (m)	C.G. Y <sub>A</sub> (m)	X <sub>A</sub> *DC (Ton-m/m)	Y <sub>A</sub> *DC (Ton-m/m)
D	53.360	101.384	9.100	7.400	922.594	750.242

## CARGAS LL + IM

CARGA VIVA E IMPACTO DESDE LA SUPERESTRUCTURA

P<sub>LL+IM</sub>= 14.4ton/m  
X<sub>A</sub>= 5.5m

## CARGAS LS (S/C POR CARGA VIVA EN EL TERRENO)

h'= 0.6 (altura equivalente)

LSy= 6.61ton/m

C. G. X<sub>A</sub>= 9.1m

Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico  
Tabla 3.11.6.4-1

Altura del estribo (m)	h <sub>es</sub> (m)
1.5	1.2
3.0	0.9
≥6.0	0.6

## RESUMEN DE CARGAS VERTICALES

CARGA	TIPO	V(ton/m)	X <sub>A</sub> (m)	Mv(ton-m/m)
DC	DC	108.600	5.91	642.060
Pdc	DC	43.631	5.50	239.972
Pdw	DW	3.350	5.50	18.427
EV	EV	101.384	9.10	922.594
PlI+ im	LL+ IM	14.366	5.50	79.013
LSy	LS	6.612	9.10	60.169
Σ		277.944		1962.235

### CARGAS HORIZONTALES

#### ■ CÁLCULO DEL COEF. DE EMPUJE ACTIVO: $K_a$

Considerando franjas de 1m de longitud de estribo.

$\phi_f =$	30
$\delta =$	0
$\beta =$	0
$\theta =$	90

$K_a =$	0.33
---------	------

$\phi_f$  = ángulo de fricción interna  
 $\delta$  = ángulo de fricción entre el suelo y el muro  
 $\beta$  = ángulo del material del suelo con la horizontal  
 $\theta$  = ángulo de inclinación del muro del lado del terreno

Coefficiente de empuje activo según Mazindrani Rankine.

$$k_a := \left( \tan \left( 45^\circ - \frac{\phi_{fricción}}{2} \right) \right)^2$$

#### ■ CARGA LS: S/C POR CARGA VIVA EN EL TERRENO

$K_a =$	0.33
$h' =$	0.60
$\gamma_t =$	1.90

$$p'' = 0.380 \text{ ton/m}^2$$

$$p'' = K_a h' \gamma_t$$

$$LS_x = 4.560 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{C.G. } Y_a = 6.00 \text{ m}$$

#### ■ CARGA EH: PRESIÓN LATERAL DEL TERRENO

$$p = 7.600 \text{ ton/m}^2$$

$$p = K_s H \gamma_t$$

$$EH = 45.600 \text{ ton/m}$$

$$EH = \frac{1}{2} H (p)$$

$$Y_a = 4.00 \text{ m}$$

**CARGAS EQ: ACCIÓN SÍSMICA:**a) EFECTO COMBINADO DE PAE Y PIR**Presión establecida del terreno más su efecto dinámico (PAE):**

$\varpi=$	30°
$\delta=$	0°
$i=$	0°
$\beta=$	0°
$K_{ho}=$	0.36
$K_h=$	0.18
$K_v=$	0
$\theta=$	10.20°
$F_{pga}=$	1.2
$PGA=$	0.3

$\varnothing$  = ángulo de fricción interna  
 $\delta$  = ángulo de fricción entre el suelo y el muro  
 $i$  = ángulo del material del suelo con la horizontal  
 $\beta$  = ángulo de inclinación del muro con la vertical  
 $k_{s0} = F_{PGA}$  (Art. 11.6.5.2.1)  
 $k_h$  = coeficiente de aceleración horizontal =  $0.5k_{s0}$  (Art. 11.6.5.2.2)  
 $k_v$  = coeficiente de aceleración vertical = 0 (Art. 11.6.5.2.2)  
 $\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1-k_v}\right)$

Coficiente dinámico de presión de suelo activo, viene dado por:

KAE=	0.457
------	-------

$$k_{AE} = \frac{(\cos(\phi_{fricción} - \theta - \beta))^2}{\cos(\theta) \cdot (\cos(\beta))^2 \cdot \cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_{fricción} + \delta) \cdot \sin(\phi_{fricción} - \theta - w)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \cos(w - \beta)}}\right)^2}$$

PAE	62.46 tn/m
-----	------------

**Acción sísmica del terreno (EQ<sub>terro</sub>)**

$$EQ_{terr} = P_{AE} - EH$$

EQ <sub>terr</sub> =	16.86 tn/m
----------------------	------------

YA=	6m
-----	----

**Fuerza inercial del estribo (Pir)**

Ww+ Ws= Peso del estribo y terreno tributario

$$Ww+ Ws= 210.0 \text{ ton/m}$$

Pir=	37.8 ton/m
------	------------

$$P_{IR} = K_h (W_w + W_s)$$

Ya= C.G del estribo y terreno tributario

Ya=	4.94m
-----	-------

**Efecto Combinado de Pae y Pir**

$$Pae + 0.5 Pir = 81.36$$

$(0.5P_{AE} + EH) + P_{IR} =$	83.4 ton/m
-------------------------------	------------

Consideramos entonces la primera expresión que por simple inspección es crítica tanto en carga como en momento. Al valor de  $P_{AE}$  le descontamos la presión estática del terreno (EH) para tratarla por separado, utilizando en las combinaciones de carga:

EQ <sub>terr</sub> =	16.86 ton/m
----------------------	-------------

0.5*Pir=	18.90 ton/m
----------	-------------

b) CARGA SÍSMICA POR SUPERESTRUCTURA (Peq):

$P_{EQ} = P_{DC} + DW(A_s)$
-----------------------------

Peq=	16.91 ton/m
------	-------------

Ya=	11.4m
-----	-------

**CARGA BR: FRENADO**

BR= 2.72ton/m

Ya= 13.8m

**RESUMEN DE CARGAS HORIZONTALES**

CARGA	TIPO	H(ton/m)	Ya (m)	MH(ton-m/m)
LSx	LS	4.560	6.00	27.36
EH	EH	45.600	4.00	182.40
Eqterr	EQ	16.865	6.00	101.19
0.5Pir	EQ	18.899	4.94	93.41
Peq	EQ	16.913	11.40	192.81
BR	BR	2.723	13.80	37.57
Σ		105.559		634.74

**ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS**

ESTADO LIMITE	Y <sub>DC</sub>	Y <sub>DW</sub>	Y <sub>EV</sub>	Y <sub>LL-IM</sub>	Y <sub>ISY</sub>	Y <sub>ISX</sub>	Y <sub>EH</sub>	Y <sub>EQ</sub>	Y <sub>BR</sub>	APLICACIÓN
Resistencia Ia	0.9	0.65	1	0	0	1.75	1.5	0	1.75	Deslizamiento y vuelco
Resistencia Ib	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	1.75	1.5	0	1.75	Presiones y resistencia
Ev. Extremo Ia	0.9	0.65	1	0	0	0.5	1.5	1	0.5	Deslizamiento y vuelco
Ev. Extremo Ib	1.25	1.5	1.35	0.5	0.5	0.5	1.5	1	0.5	Presiones y resistencia
Servicio I	1	1	1	1	1	1	1	0	1	Agrietamiento

**ESTRIBO CON PUENTE****CARGAS VERTICALES**

TIPO	DC		DW	EV	LL+ IM	IS	$\Sigma$ =
CARGA	DC	P <sub>DC</sub>	P <sub>DW</sub>	EV	P <sub>LL+ IM</sub>	LS <sub>V</sub>	Vu(Ton)
V (Ton)=	108.60	43.63	3.35	101.38	14.37	6.61	277.94
Y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	240.57
Resistencia Ia	97.74	39.27	2.18	101.38	0.00	0.00	
Y=	1.25	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	368.89
Resistencia Ib	135.75	54.54	5.03	136.87	25.14	11.57	
Y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	240.57
Ev. Extremo Ia	97.74	39.27	2.18	101.38	0.00	0.00	
Y=	1.25	1.25	1.50	1.35	0.50	0.50	342.67
Ev. Extremo Ib	135.75	54.54	5.03	136.87	7.18	3.31	
Y=	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	277.94
Servicio I	108.60	43.63	3.35	101.38	14.37	6.61	

**MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES**

TIPO	DC		DW	EV	LL+ IM	IS	$\Sigma$ =
CARGA	DC	P <sub>DC</sub>	P <sub>DW</sub>	EV	P <sub>LL+ IM</sub>	LS <sub>V</sub>	MVu(Ton)
Mv (Ton-M)=	642.06	239.97	18.43	922.59	79.01	60.17	1962.23
Y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1728.40
Resistencia Ia	577.85	215.97	11.98	922.59	0.00	0.00	
Y=	1.25	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	2619.25
Resistencia Ib	802.58	299.96	27.64	1245.50	138.27	105.30	
Y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1728.40
Ev. Extremo Ia	577.85	215.97	11.98	922.59	0.00	0.00	
Y=	1.25	1.25	1.50	1.35	0.50	0.50	2445.27
Ev. Extremo Ib	802.58	299.96	27.64	1245.50	39.51	30.08	
Y=	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1962.23
Servicio I	642.06	239.97	18.43	922.59	79.01	60.17	

**CARGAS HORIZONTALES**

TIPO	IS		EQ			BR	$\Sigma$ =
CARGA	LS <sub>x</sub>	EH	EQ <sub>terr</sub>	0.5P <sub>ir</sub>	Pe <sub>q</sub>	BR	Hu(Ton)
H (Ton)=	4.56	45.60	16.86	18.90	16.91	2.72	105.56
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	81.14
Resistencia Ia	7.98	68.40	0.00	0.00	0.00	4.76	
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	81.14
Resistencia Ib	7.98	68.40	0.00	0.00	0.00	4.76	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	124.72
Ev. Extremo Ia	2.28	68.40	16.86	18.90	16.91	1.36	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	124.72
Ev. Extremo Ib	2.28	68.40	16.86	18.90	16.91	1.36	
Y=	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	52.88
Servicio I	4.56	45.60	0.00	0.00	0.00	2.72	

**MOMENTO DE VUELCO POR CARGAS HORIZONTALES**

TIPO	IS		EQ			BR	$\Sigma$ =
CARGA	LS <sub>x</sub>	EH	EQ <sub>terr</sub>	0.5P <sub>ir</sub>	Pe <sub>q</sub>	BR	MHu(Ton)
MH (Ton)=	27.36	182.40	101.19	93.41	192.81	37.57	634.74
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	387.23
Resistencia Ia	47.88	273.60	0.00	0.00	0.00	65.75	
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	387.23
Resistencia Ib	47.88	273.60	0.00	0.00	0.00	65.75	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	693.48
Ev. Extremo Ia	13.68	273.60	101.19	93.41	192.81	18.79	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	693.48
Ev. Extremo I	13.68	273.60	101.19	93.41	192.81	18.79	
Y=	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	247.33
Servicio I	27.36	182.40	0.00	0.00	0.00	37.57	

## CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

### VUELCO ALREDEDOR DEL PUNTO "A"

#### Cálculo de $e_{max}$

Estado límite de Resistencia (AASHTO, Art. 11.6.3.3)

B= 12m       $e_{max}$ = 4.00m

Se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los dos tercios centrales ( $e \leq B/3$ ), excepto el caso de suelo rocoso en que se mantendrá en los 9/10 centrales ( $e \leq 0.45B$ ).

Estado límite de Evento Extremo (AASHTO, Art. 11.6.5.1)

$e_{max}$ = 4.40m

ESTADO	$V_U$ (Ton/m)	$M_{VU}$ (Ton-m/m)	$M_{HU}$ (Ton-m/m)	$X_0 = M_{VU} - M_{HU} / V_U$ (m)	$e = B/2 - X_0$ (m)	$e_{max}$ (m)
Resistencia la	240.57	1728.40	387.23	5.575	0.425	OK
Resistencia lb	368.89	2619.25	387.23	6.051	-0.051	OK
Evento Extremo la	240.57	1728.40	693.48	4.302	1.698	OK
Evento Extremo lb	342.67	2445.27	693.48	5.112	0.888	OK

### DESPLAZAMIENTO EN BASE DEL ESTRIBO

$\mu =$	0.58
$\phi_t =$	1
$\phi_r =$	1

ESTADO	$V_U$ (Ton/m)	RESISTENTE (Ton/m) $F_r = \mu(\phi_t V_U)$	ACTUANTE (Ton/m) $H_U$
Resistencia la	240.57	138.89	OK
Resistencia lb	368.89	212.98	OK
Evento Extremo l	240.57	138.89	OK
Evento Extremo l	342.67	197.84	OK

### PRESIONES ACTUANTES EN LA BASE DEL ESTRIBO

CAPACIDAD DE CARGA FACTORADA DEL TERRENO: QR

\* Estado Límite de Resistencia

$\phi_b =$	0.55
------------	------

$q_R = \phi_b * q_n = \phi_b(FS_{qadm})$	
FS=	3
$q_{adm} =$	2.7 kg/cm <sup>2</sup>
$q_R =$	4.41 kg/cm <sup>2</sup>

\* Estado Límite de Evento Extremo

$\phi_b =$	1
------------	---

$q_R = \phi_b * q_n = \phi_b(FS_{qadm})$	
FS=	3
$q_{adm} =$	2.7 kg/cm <sup>2</sup>
$q_R =$	8 kg/cm <sup>2</sup>

\* Estado Límite de Servicio

$q_{adm} =$	2.7 kg/cm <sup>2</sup>
-------------	------------------------

ESTADO	$V_U$ (Ton/m)	$M_{VU}$ (Ton-m/m)	$M_{HU}$ (Ton-m/m)	$X_0 = M_{VU} - M_{HU} / V_U$ (m)	$e = B/2 - X_0$ (m)	$q = V_U / (B - 2e)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Verificación
Resistencia la	240.57	1728.40	387.23	5.575	0.425	2.16	OK
Resistencia lb	368.89	2619.25	387.23	6.051	-0.051	3.05	OK
Evento Extremo la	240.57	1728.40	693.48	4.302	1.698	2.80	OK
Evento Extremo lb	342.67	2445.27	693.48	5.112	0.888	3.35	OK
Servicio l	277.94	1962.23	247.33	6.170	-0.170	2.30	OK

## CASO II : ESTRIBO SIN PUENTE

## ESTADOS LIMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS

## CARGAS VERTICALES

TIPO	DC	EV	LS	$\Sigma =$
CARGA	DC	EV	LS <sub>v</sub>	V <sub>t</sub> (Ton)
V(Ton)	108.60	101.38	6.61	216.60
Y=	0.90	1.00	0.00	199.12
Resistencia Ia	97.74	101.38	0.00	
Y=	1.25	1.35	1.75	284.19
Resistencia Ib	135.75	136.87	11.57	
Y=	0.90	1.00	0.00	199.12
Ev. Extremo Ia	97.74	101.38	0.00	
Y=	1.25	1.35	0.50	275.92
Ev. Extremo Ib	135.75	136.87	3.31	
Y=	1.00	1.00	1.00	216.60
Servicio I	108.60	101.38	6.61	

## MOMENTOS ESTABILIZADORES POR CARGAS VERTICALES

TIPO	DC	EV	LS	$\Sigma =$
CARGA	DC	EV	LS <sub>v</sub>	M <sub>t</sub> (Ton-m)
M <sub>t</sub> (Ton-m)	642.06	922.59	9.10	1573.75
Y=	0.90	1.00	0.00	1500.45
Resistencia Ia	577.85	922.59	0.00	
Y=	1.25	1.35	1.75	2064.00
Resistencia Ib	802.58	1245.50	15.93	
Y=	0.90	1.00	0.00	1500.45
Ev. Extremo Ia	577.85	922.59	0.00	
Y=	1.25	1.35	0.50	2052.63
Ev. Extremo Ib	802.58	1245.50	4.55	
Y=	1.00	1.00	1.00	1573.75
Servicio I	642.06	922.59	9.10	

## CARGAS HORIZONTALES

TIPO	LS	EH	EQ		$\Sigma =$
CARGA	LSX	EH	E <sub>q<sub>err</sub></sub>	0.5P <sub>gr</sub>	HU(T-m)
H(Ton)	4.56	45.60	16.86	18.90	85.92
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	76.38
Resistencia Ia	7.98	68.40	0.00	0.00	
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	76.38
Resistencia Ib	7.98	68.40	0.00	0.00	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	106.44
Ev. Extremo Ia	2.28	68.40	16.86	18.90	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	106.44
Ev. Extremo Ib	2.28	68.40	16.86	18.90	
Y=	1.00	1.00	0.00	0.00	50.16
Servicio I	4.56	45.60	0.00	0.00	

## MOMENTO DE VUELCO POR CARGAS HORIZONTALES

TIPO	LS	EH	EQ		$\Sigma =$
CARGA	LSX	EH	E <sub>q<sub>err</sub></sub>	0.5P <sub>gr</sub>	MHU(T-m)
MH(Ton)	27.36	182.40	101.19	93.41	404.36
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	321.48
Resistencia Ia	47.88	273.60	0.00	0.00	
Y=	1.75	1.50	0.00	0.00	321.48
Resistencia Ib	47.88	273.60	0.00	0.00	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	481.88
Ev. Extremo Ia	13.68	273.60	101.19	93.41	
Y=	0.50	1.50	1.00	1.00	481.88
Ev. Extremo Ib	13.68	273.60	101.19	93.41	
Y=	1.00	1.00	0.00	0.00	209.76
Servicio I	27.36	182.40	0.00	0.00	

**CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS**

**Vuelco alrededor del punto "A"**

B= 12m

ESTADO	$V_U$ (Ton/m)	$M_{U1}$ (Ton-m/m)	$M_{U2}$ (Ton-m/m)	$X_0 = M_{U1} - M_{U2} / V_U$ (m)	$e = B/2 - X_0$ (m)	$e_{\text{adm}} = B/3$ (m)	Verificación
Resistencia la	199.12	1500.45	321.48	5.92	0.08	4.00	OK
Resistencia lb	284.19	2064.00	321.48	6.13	-0.13	4.00	OK
Evento Extremo la	199.12	1500.45	481.88	5.12	0.88	4.00	OK
Evento Extremo lb	275.92	2052.63	481.88	5.69	0.31	4.00	OK

**Deslizamiento en base del estribo**

$\mu =$	0.58
$\phi_t =$	1
$\phi_t =$	1

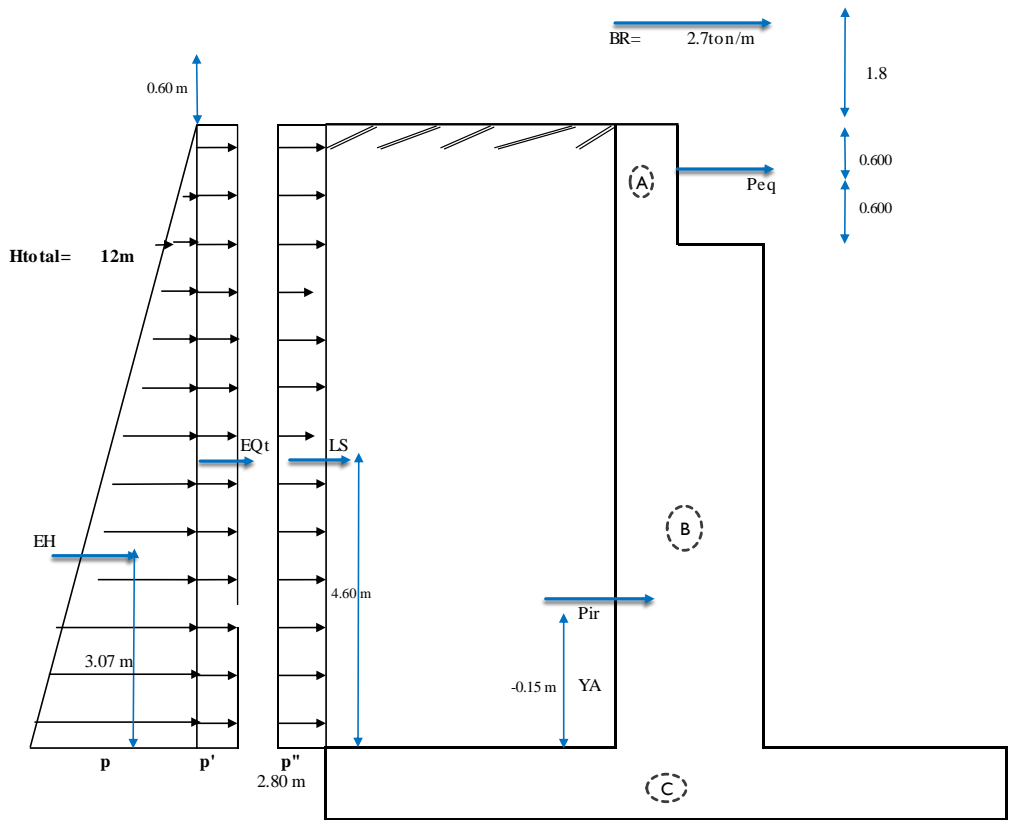
ESTADO	$V_U$ (Ton/m)	RESISTENTE (Ton/m) $F_r = \mu(\phi_t V_U)$	ACTUANTE HU (Ton/m)	Verificación
Resistencia la	199.12	114.96	76.38	OK
Resistencia lb	284.19	164.08	76.38	OK
Evento Extremo la	199.12	114.96	106.44	OK
Evento Extremo lb	275.92	159.31	106.44	OK

**Presiones actuantes en base del estribo**

B= 12m

ESTADO	$V_U$ (Ton/m)	$M_{U1}$ (Ton-m/m)	$M_{U2}$ (Ton-m/m)	$X_0 = M_{U1} - M_{U2} / V_U$ (m)	$e = B/2 - X_0$ (m)	$q = V_U / (B - 2e)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Verificación
Resistencia la	199.12	1500.45	321.48	5.92	0.08	1.68	OK
Resistencia lb	284.19	2064.00	321.48	6.13	-0.13	2.32	OK
Evento Extremo l	199.12	1500.45	481.88	5.12	0.88	1.95	OK
Evento Extremo l	275.92	2052.63	481.88	5.69	0.31	2.42	OK
Servicio l	216.60	1573.75	209.76	6.30	-0.30	1.72	OK

ACERO DE PANTALLA



Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton/m)	Xa (m)	Ya (m)	Xa*DC (Ton-m/m)	Ya*DC (Ton-m/m)
1	0.24	0.600	6.100	11.400	3.660	6.840
2	9.600	24.000	5.600	6.800	134.400	163.200
3	33.600	84.000	6.000	1.400	504.000	117.600
Σ		108.600			642.060	287.640

DC= 108.600      Ya= -0.151

**DISEÑO DE PANTALLA**

**CARGAS EN BASE DE PANTALLA**

X= 9.2 m      # # #

83.225

CARGA	CARGA DISTR. (Ton/m)	CARGA (Tn)	Yp (m)	M (Ton-m)
LS	p <sup>s</sup> = 0.380	3.50	4.60	16.08
EH	p= 5.827	26.80	3.07	82.19
EQ <sub>terr</sub>	p <sup>l</sup> = 1.077	9.91	4.60	45.60
0.5P <sub>IR</sub>	-	9.77	-0.15	-1.48
P <sub>EQI</sub>	-	16.91	8.60	145.45
BR	-	2.72	11.00	29.95

Para el diseño estructural calculamos Pir sin incluir la masa del suelo sobre el talón:

West= 108.60 tn/m  
 Kh= 0.18  
 Pir= 19.55 tn/m

Carga del terreno más su acción dinámica:

PAE= EH + Eq<sub>terr</sub>  
 PAE= 36.72 tn/m

De acuerdo a (11.6.5.1), debemos tomar el resultado más conservador de:

PAE + 0.5Pir = 46.49 tn/m

(0.5Pae > EH) + Pir = 46.35 tn/m

Eq<sub>terr</sub> = PAE - EH = 9.91 tn/m  
 0.5 Pir = 9.77 tn/m

**ACERO POR FLEXIÓN**

Momento de Diseño en la base de Pantalla:

Estado límite de Resistencia I con n=nd,nr,ni= 1

$$M_u = \eta[1.75M_{LS} + 1.50M_{EH} + 1.75M_{BR}]$$

Mu = 203.84 ton-m

Estado límite de Evento Extremo I con n=nd,nr,ni= 1

$$M_u = \eta[0.50M_{LS} + 1.00M_{EH} + 1.00M_{BR} + 0.50M_{BR}]$$

Mu = 335.88 ton-m

Datos generales

Mu	φ	f <sub>c</sub>	f <sub>y</sub>	tinf (cm)	z (cm)	d (cm)	a (asum)
335.88 ton-m	0.90	280 kg/cm <sup>2</sup>	4200 kg/cm <sup>2</sup>	120.00	8.77	111.23	8.925

para optimizar  
 As= 10 φ 1"  
 As= 10 φ 1"  
 r= 7.50 cm

As (cm <sup>2</sup> )	a (cm)
50.7	14.687
83.225	14.687

$$A_s = \frac{\text{Momento último}}{\phi \times f_y \times (d - \frac{a}{2})}$$

As,mín

\* M<sub>cr</sub>= 88.79 ton/m  
 f<sub>r</sub>= 33.63 kg/cm<sup>2</sup>  
 S= 240000.00 cm<sup>3</sup>

\* Mu = 446.72 ton/m

Mu,mín = 88.79 Tn-m

φ	As	d
1 3/8"	9.58	3.49
1"	5.07	2.54
3/4"	2.85	1.91
5/8"	1.98	1.59
1/2"	1.27	1.27
3/8"	0.71	0.95

a	=	8.925
As	=	83.225
S	=	6.09 cm

Verificación: OK

USAR 1 φ 1" @ 0.06 m (Adoptamos una separación de 6 cm)

Para una mejor distribución, por verificación de fisuración.  
 No hay fisuramiento.

## ACERO POR TEMPERATURA

e <sup>SUP</sup> =	120.00 cm
e <sup>INF</sup> =	120.00 cm
e <sup>PROM</sup> =	120.00 cm
H=	800.00 cm
As,Temp=	9.391 cm <sup>2</sup> /m

(en cada cara)

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} <= A_{s,temp} <= 12.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Verificación: **OK**

Varilla= 5/8"

S=	21.08 cm
S=	20.00 cm

S <sub>máx</sub> =	360 cm
S <sub>máx</sub> =	45 cm

USAR 1  $\phi$  5/8" @ 0.20 m

## REVISIÓN DE FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

Momento actuante:

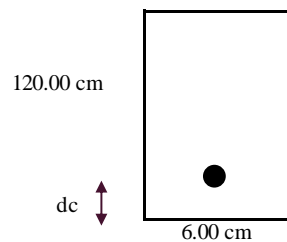
$$n = n_d = n_r = n_l = 1$$

$$M_s = n(I \cdot OM_{LS} + I \cdot OM_{EH} + I \cdot OM_{ER})$$

$$M_s = 128.22 \text{ tn-m/m}$$

$$\text{Ancho tributario} = 0.06 \text{ m}$$

$$M_{ts} = 7.69 \text{ tn-m}$$



1  $\phi$  1" @ 0.06 m

$$dc = 8.77$$

Ubicación del eje neutro:

$$\begin{aligned} E_s &= 2040000 \text{ kg/cm}^2 \\ E_c &= 256017.9681 \text{ kg/cm}^2 \\ n &= 8 \\ dc &= 8.77 \\ d &= 111.23 \\ A_{st} &= 40.40 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$6 y(y/2) = 40.40 (111.23 - y)$$

$$y = 32.55 \text{ cm}$$

Revisión del acero principal bajo cargas de servicio

$$jd = 100.38 \text{ cm}$$

$$\frac{484000}{508.9261387}$$

$$f_{ss} = 951.02 \text{ kg/cm}^2$$

$$< \frac{2520}{0.6f_y}$$

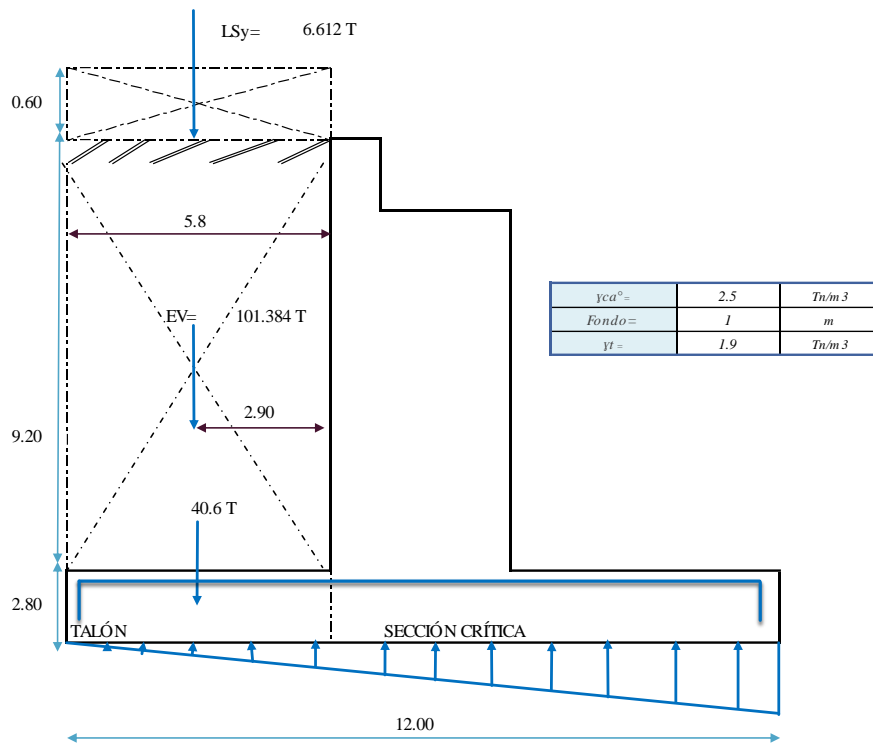
(El esfuerzo del acero es menor a la fluencia 2520 kg/cm<sup>2</sup>, no existe fisuramiento)Separación máxima de la armadura

S <sub>máx</sub> =	71.06
y <sub>e</sub> =	0.75
B <sub>s</sub> =	1.11

$$S_{util} = 0.06 \text{ m}$$

Verificación: **OK**

## ACERO DE CIMENTACIÓN



### ACERO PARTE SUPERIOR DE ZAPATA

$$M_u = n[1.25 M_{DC} + 1.35 M_{EV} + 1.75 M_{LS}]$$

$$Mu = 577.65 \text{ tn-m}$$

Datos generales

$\phi$	$f_c$	$f_y$	h base (cm)	z (cm)	d (cm)	a (cm)
0.90	280 kg/cm <sup>2</sup>	4200 kg/cm <sup>2</sup>	280.00	8.77 cm	271.23 cm	5.415

$$A_s = \frac{\text{Momento último}}{\phi \times f_y \times (d - \frac{a}{2})}$$

$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	a (cm)
56.910	10.043

Utilizando

$A_s =$	6	$\phi$	1"	30.42
$A_s =$	6	$\phi$	1"	30.42
r =	7.50 cm			60.84

$\phi$	$A_s$	d
1 3/8"	9.58	3.49
1"	5.07	2.54
3/4"	2.85	1.905
5/8"	1.98	1.5875
1/2"	1.27	1.27
3/8"	0.71	0.9525

**$A_s$ , mín**

* $M_{cr} =$	483.43 ton/m
$f_r =$	33.63 kg/cm <sup>2</sup>
S =	1306667 cm <sup>3</sup>

* $M_u =$	768.27 ton/m
-----------	--------------

$M_u$ , mín =	483.43	Tn-m
---------------	--------	------

a	=	5.415
$A_s$	=	56.910
S	=	8.91 cm

Mu	
	577.65 ton-m

Verificación: OK

$$c = 6.37 \text{ cm}$$

$$\phi = 6.89 > 0.9 \quad \text{OK}$$

USAR 1  $\phi$  1" @ 0.08 m (Adoptamos una separación de 8 cm)

### ACERO POR TEMPERATURA

b =	1200.00 cm
h =	280.00 cm
$A_s$ , Temp =	12.700 cm <sup>2</sup> /m

(en cada cara)

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s, \text{temp}} < 12.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Verificación: OK

Varilla = 5/8"

S =	15.59 cm
S =	15.55 m

$S_{\text{máx}} =$	30.00 cm	<span style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">OK</span>
--------------------	----------	--

USAR 1  $\phi$  5/8" @ 0.15 m

### REVISIÓN DEL TALÓN POR CORTE

$$V_u = n[1.25 V_{DC} + 1.35 V_{EV} + 1.75 V_{LS}]$$

$$Vu = 199.19 \text{ Tn-m}$$

$$* V_r = \phi V_n$$

$$\phi = 0.9$$

$$V_n = V_c + V_s + V_p$$

$$V_n = 0.25 f_c b_v d_v + V_p$$

$$b_v = 100 \text{ cm}$$

$$V_c = 238.14 \text{ ton}$$

$$d_e = 271.23 \text{ cm}$$

$$d_v = 268.52 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$0.90 d_e = 244.107$$

$$0.72 h = 201.6$$

$$* V_p = 0$$

$$V_n = 238.14 \text{ ton}$$

$$V_s = 0$$

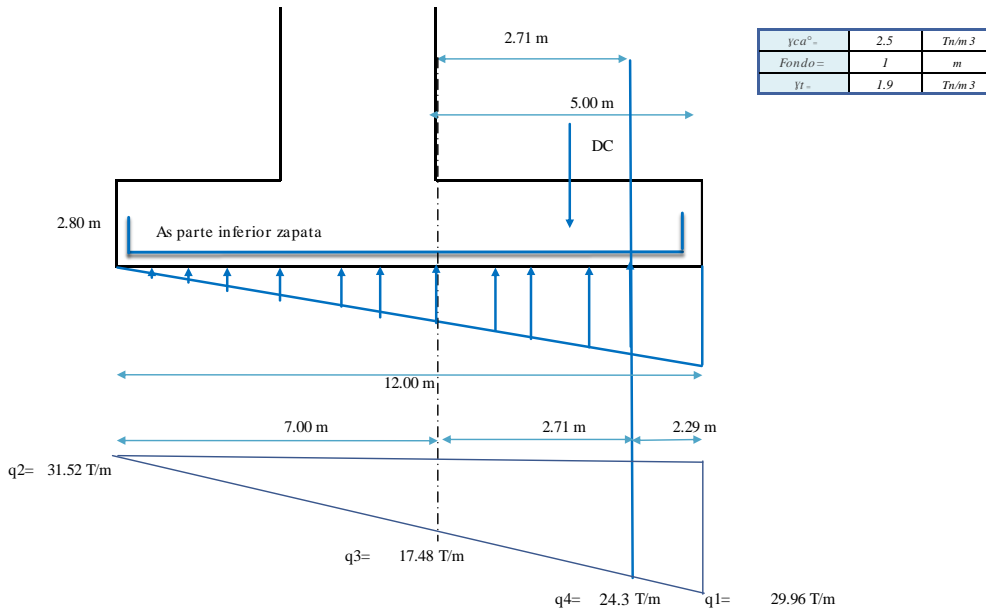
$$V_n = 1879.66 \text{ ton}$$

$$V_n = 238.14 \text{ ton}$$

$$V_r = 214.33 \text{ ton}$$

OK

ACERO EN FONDO DE CIMENTACIÓN



Vu =	368.89
Tipo:	Resistencia lb
e =	-0.05
qu 1 =	29.96 T/m
qu 2 =	31.52 T/m

$$M_v = \frac{1}{6} (q_{u,s} + 2q_{u,j})$$

Mu =	322.53 tn-m
------	-------------

* Utilizando		3/4"	y	r =	7.50 cm	
φ	fc	fy	h base (cm)	z (cm)	d (cm)	a (cm)
0.90	280 kg/cm <sup>2</sup>	4200 kg/cm <sup>2</sup>	280.00	8.45 cm	271.55 cm	5.609

$$A_s = \frac{\text{Momento último}}{\phi \times f_y \times (d - \frac{a}{2})}$$

As (cm <sup>2</sup> )	a (cm)
42.227	7.452

φ	As	d
1"	5.07	2.54
3/4"	2.85	1.905
5/8"	1.98	1.5875
1/2"	1.27	1.27
3/8"	0.71	0.9525

**As,min**

- \* Mcr = 483.43 ton/m
- fr = 33.63 kg/cm<sup>2</sup>
- S = 1306666.67 cm<sup>3</sup>

\* Mu = 428.96 ton/m

Mu,min =	428.96	Tn-m
----------	--------	------

a =	5.61
As =	42.23
S =	6.749 cm

Mu	428.96 to n-m
----	---------------

Verificación: 428.9617

USAR 1 φ 3/4" @ 0.06 m

REVISIÓN DE LA PUNTA POR CORTE

Vu =	62.0 Tn-m
------	-----------

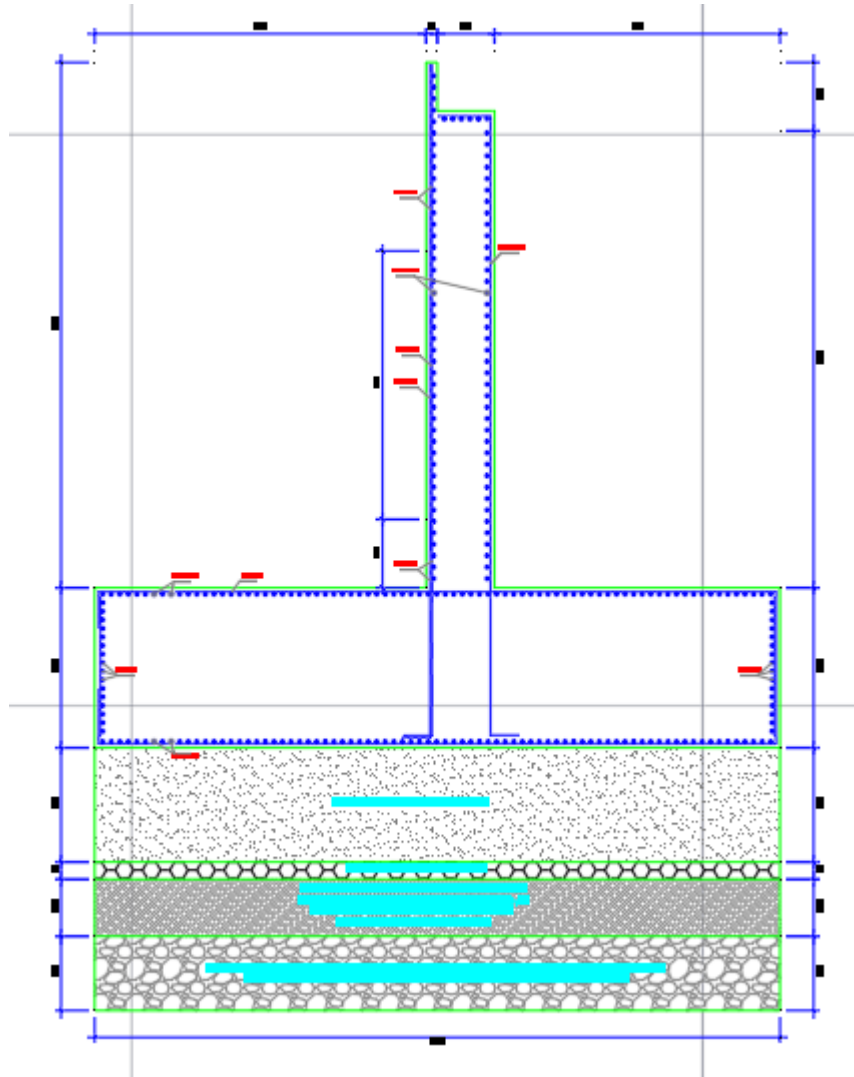
\* Vr = φVn      Vn = Vc + Vs + Vp      Vn = 238.34 ton  
 Vn = 0.25f'c.bv.dv + Vp      Vn = 1881.2010 ton

- φ = 0.9
- d = 100
- de = 271.55 cm
- dv = 268.74 cm      OK
- 0.90de = 244.107
- 0.72h = 201.6
- Vc = 238.34 ton

- Vp = 0
- Vs = 0

Vn =	238.34 ton
------	------------

Vr =	214.50 ton	OK
------	------------	----



4.1.1. Diseño de neopreno

**DISEÑO DE APOYO "NEOPRENO"**

DISPOSITIVO DE EXPANSIÓN → PERMITE TRANSLACIONES Y ROTACIONES  
 DUREZA 60 ESCALA SHORE

a. ÁREA EN PLANTA DE ELASTÓMERO ( L x W )

**Cargas en Apoyo**

P <sub>DC</sub> =	397907.00 kg	
P <sub>DW</sub> =	18900.00 kg	
P <sub>LL+i</sub> =	243600.00 kg	
P <sub>T</sub> =	737300.00 kg	"Estado Límite de Servicio"

**Área Requerida L x W**

**Área Requerida:**

$$A_{req} = \frac{P_T}{\sigma_s}$$

$$\sigma_s \leq 87.9 \frac{kg}{cm^2}$$

A <sub>req</sub>	=	8387.94 cm <sup>2</sup>
------------------	---	-------------------------

**Ancho Viga o Losa**

b =	200.00 cm	L =	41.94 cm	
w =	200.00 cm	L =	50.00 cm	redondeamos

AREA	10000 cm <sup>2</sup>	CUMPLE
------	-----------------------	--------

b. Máxima deformación por corte en el dispositivo (Δs)

**POR TEMPERATURA :**

TEMPERATURA °C			
CONCRETO	COSTA	SIERRA	SELVA
t sup	40	35	50
t inf	10	-10	10

t insta	20 °c
Δt	10 °c
L	10000 cm
α	1.08E-05

Luego = Δtemp = L . α . Δt

Δtemp	1.08 cm
-------	---------

**POR FRAGUA :**

Δretrac	0.9 cm
---------	--------

**POR POSTENSADO :**

Δpost	1.0 cm
-------	--------

**ACORTAMIENTO TOTAL DE LA VIGA**

γ <sub>TU</sub>	1.2 cm
-----------------	--------

Δs = γ<sub>TU</sub> . (Δtemp + Δcontra + Δpost)

Δs	3.58 cm
----	---------

c. Espesor requerido de elastomero (h<sub>rt</sub>)

$$h_{rt} \geq 2 \Delta_s$$

h <sub>rt</sub>	7.15 cm
-----------------	---------

d. Factor de Forma Si mínimo

Siendo:

Módulo de Corte	
G	9.14 kg/cm <sup>2</sup>

$$\sigma_s = \frac{Pt}{A}$$

σ <sub>s</sub> =	73.73 kg/cm <sup>2</sup>
------------------	--------------------------

σ <sub>s</sub> ≤ 1.25 G <sub>si</sub>
---------------------------------------

S <sub>i</sub> ≥	$\frac{\sigma_s}{1.25 G}$	=	6.45
------------------	---------------------------	---	------

e. Grosor de una capa interior del elastomero (h<sub>ri</sub>)

$$h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_i(L+W)}$$

h <sub>ri</sub> ≤	3.10 cm
-------------------	---------

GROSOR DE CAPA ADOPTADO

h <sub>ri</sub> =	1.50 cm
-------------------	---------

FACTOR DE FORMA

S <sub>i</sub> =	13.33
------------------	-------

OK

f. Grosor de las capas exteriores (h<sub>re</sub>)

$$h_{re} \leq 0.7h_{ri}$$

h <sub>re</sub> ≤	1.05 cm
-------------------	---------

GROSOR DE CAPA ADOPTADO

h <sub>re</sub> =	1.05 cm
-------------------	---------

FACTOR DE FORMA

S <sub>e</sub> =	19.05
------------------	-------

## g. Número de capas interiores (n)

$$h_{rt} = nh_{ri} + 2h_{re}$$

n =	8
-----	---

$$\frac{S_e^2}{n} < 20, \text{ para dispositivos rectangulares con } n \geq 3 \quad (\text{C14.7.6.1})$$

19.75309	<	20
----------	---	----

OK

h. Espesor total de elastómero (h<sub>rt</sub>)

$$h_{rt} = nh_{ri} + 2h_{re}$$

h <sub>rt</sub>	14.10 cm
-----------------	----------

i. Espesor de placas de refuerzo (h<sub>s</sub>)

EN EL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO :

$$h_s \geq \frac{3h_{max} \cdot \sigma_s}{F_y}$$

h <sub>s</sub> ≥	0.13 cm
------------------	---------

EN EL ESTADO LÍMITE DE FÁTIGA :

$$h_s \geq \frac{2h_{max} \cdot \sigma_L}{\Delta F_{TH}}$$

ΔF <sub>TH</sub> =	1687 kg/cm <sup>2</sup>	Tabla - categoría A
--------------------	-------------------------	---------------------

$$\sigma_L = \frac{P_{LL}}{A}$$

σ <sub>L</sub> =	24.36 kg/cm <sup>2</sup>
------------------	--------------------------

h <sub>s</sub> ≥	0.043 cm
------------------	----------

ADOPTAMOS

h <sub>s</sub> =	0.16 cm
------------------	---------

CUMPLE

## j. Altura total del dispositivo de elastómero reforzado (H)

$$H = h_{rt} + (n + 1)h_s$$

H =	15.54 cm
-----	----------

## k. Verificaciones

## k.1) Estabilidad del dispositivo

$$H \leq L/3 \quad H \leq W/3$$

H =	15.54 cm
-----	----------

L/3 =	16.67 cm
-------	----------

CUMPLE

W/3 =	66.67 cm
-------	----------

CUMPLE

k.2) Esfuerzo de compresión por carga total ( $\sigma_s$ )

$$\sigma_s \leq 87.9 \frac{kg}{cm^2} \quad \sigma_s \leq 1.25 \text{ Gsi}$$

$\sigma_s =$	73.73 kg/cm <sup>2</sup>
--------------	--------------------------

CUMPLE

1.25 Gsi =	152.33 kg/cm <sup>2</sup>
------------	---------------------------

CUMPLE

## k.3) Deflexiones por compresión en el dispositivo

$$\sigma_D = \frac{P_{DC+DW}}{A}$$

$\sigma_D =$	41.68 kg/cm <sup>2</sup>
--------------	--------------------------

$\sigma_s =$	73.73 kg/cm <sup>2</sup>
--------------	--------------------------

Deformaciones por compresión para elastómero dureza 60, utilizando la Fig C1 4.7.6.3.3-1				
CAPA	CARGA	S	$\sigma$ (ksi)	$\epsilon$ (%)
INTERIOR	Muerta	13.33	0.59	2.26
	Total	13.33	1.05	3.52
EXTERIOR	Muerta	19.05	0.59	2.07
	Total	19.05	1.05	2.76

## DEFLEXIÓN POR COMPRESIÓN INICIAL DEL DISPOSITIVO

$$\delta = n h_n \epsilon_{int} + 2 h_{re} \epsilon_{ext}$$

$\delta =$	0.481 cm
------------	----------

## DEFLEXIÓN POR COMPRESIÓN INICIAL DEBIDO A CARGA MUERTA

$$\delta_{DC} = n h_n \epsilon_{D int} + 2 h_{re} \epsilon_{D ext}$$

$\delta =$	0.314 cm
------------	----------

## DEFLEXIÓN POR COMPRESIÓN INICIAL DEBIDO A CARGA VIVA

$$\delta_{LL} = \delta - \delta_{DC}$$

$\delta =$	0.167 cm
------------	----------

**DEFLEXIÓN POR CREEP**

$C_d = 0.350$

$\delta_{creep} = C_d \delta_{DC}$

$\delta = 0.110 \text{ cm}$

**DEFLEXIÓN DEBIDO AL CREEP Y LA CARGA VIVA**

$\delta_{creep+LL} < 1/8"$

$\delta = 0.277 \text{ cm}$

**CUMPLE**

**DEFLEXIÓN POR COMPRESIÓN INICIAL DE UNA CAPA INTERIOR DE ELASTÓMERO**

$\delta_i = \epsilon_{int} h_{ri} < 0.09 h_{ri}$

$\epsilon_{int} < 0.09$

**CUMPLE**

**i. Anclaje del dispositivo**

$H_u = GA \frac{\Delta u}{h_{rt}}$

$G = 14.06 \text{ kg/cm}^2$  "Máximo Valor"

$\Delta u = 3.58 \text{ kg/cm}^2$

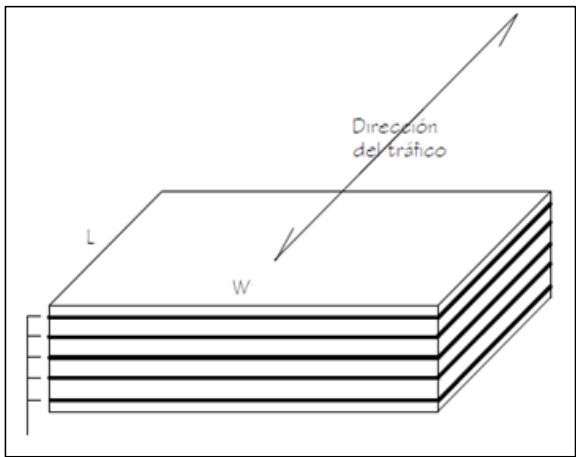
$H_u = 35.66 \text{ tn}$

**COEFICIENTE DE FRICCIÓN**  $u = 0.2$

$F_f = \mu F_{DC}$

$F_f = 79.6 \text{ tn}$

**No se Requieren Anclajes**



W =	200.00 cm
L =	50.00 cm
CAPAS =	8
e i =	15.00 mm
e e =	10.50 mm
H =	141.00 mm
Zunchos =	9
e	1.6 mm

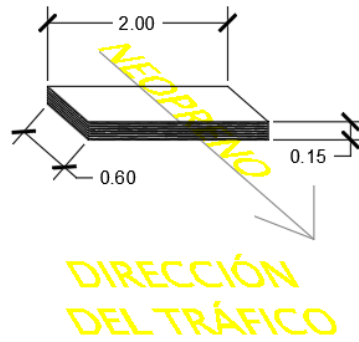
6 CAPAS DE ELASTÓMERO DE 12 mm + 2 SEMIELÁSTICAS EXTERNAS DE 7 mm

ESPEJOR TOTAL DE ELASTÓMERO = 86 mm

7 ZUNCHOS DE 2 mm

ESPEJOR TOTAL DEL DISPOSITIVO = 100 mm

DUREZA 60 ESCALA SHORE



## ISOMETRÍA PLACA DE NEOPRENO

ESCALA 1:50

## 4.2. DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA

Calculo de la Altura de Dique >>>>>>

Bordo Libre (BL) = $\zeta e$					ALTURA DEMURO ( $H_M$ )
Caudal máximo $m^3/s$	$\zeta$	$\zeta$	$e = V^2/2g$	BL	$H_M = y + BL$
3000.00	4000.00	2			y : Tirante de diseño (m)
2000.00	3000.00	1.7			y = 4.00
1000.00	2000.00	1.4	1.4	0.63	>>>>>> $H_M = 4.63$
500.00	1000.00	1.2			Por Procesos Constructivos
100.00	500.00	1.1			>>>>>> $H_M = 5.00$

Caudal de Diseño ( $m^3/seg$ ) : 1,211.31

Por lo Tanto las características Geométricas del dique a construir son :

ALTURA PROMEDIO DEDIQUE (m)	=	5.00
ALTURA PROMEDIO DEENROCADO (m)	=	5.00
ANCHO DECORONA (m)	=	3.00
TALUD	:	H V
Cara Humeda	:	1.5 : 1
Cara seca	:	1.5 : 1
AREA ( $m^2$ )	=	45.00

SECCION TIPICA DEL DIQUE



## CALCULO ESTRUCTURAL : Profundidad de Uña

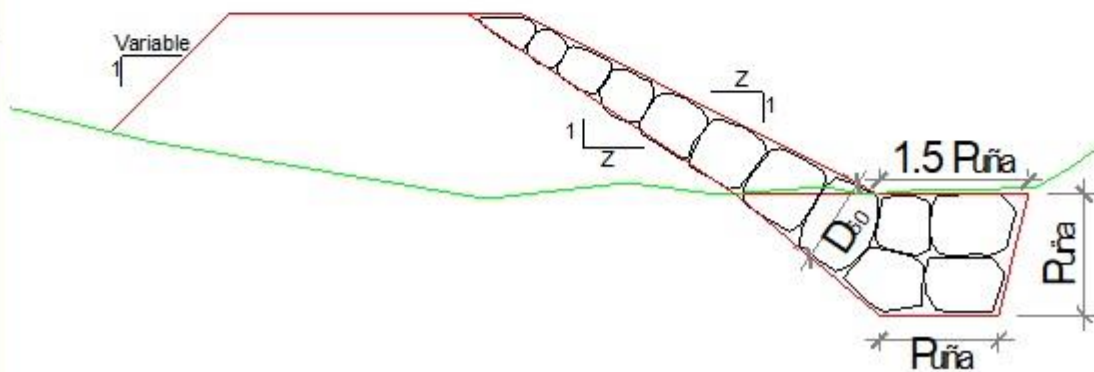
Proyecto : DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA

Profundidad de Socavacion ( $H_s$ ) =	1.71	----->	Profundidad de Uña ( $P_{UÑA}$ ) =	$FS * H_s$
			FS =	1.5
			$P_{UÑA}$ =	2.57

Por lo Tanto Seleccionamos :

$P_{UÑA}$ =	3.00 m
-------------	--------

### PROTECCION DEL PIE DE TALUD



CALCULO ESTRUCTURAL									
ESTABILIDAD DEL TERRAPLEN			PROBABILIDAD DE MOVIMIENTO DE LA ROCA			ESTABILIDAD DEL REVESTIMIENTO DEL ENROCADO			
Fuerza Resistente (kg/m) $R = W \cdot \text{Tag } \phi$ W = Peso del Terraplen Ancho (m) = 4.00 Peso específico del material (kg/m³) = 1900.00 $W = 8608.00$ Ángulo de fricción interna (grados) = 30.00 $R = 4440.00$ Tap $\phi$ = 0.50 $P = P_{\text{agua}} + P_{\text{roca}}$ $P_{\text{agua}} = 1000.00$ Tramo = 0.00000 $t = 1.00$			Velocidad crítica de diseño (m/s) $V_c = 0.56 \sqrt{g D} (1/D)^{0.1}$ Velocidad = 2.00 $\Delta = \frac{V_c - V}{V_c}$ Peso específico de la roca (cantera) (kg/m³) = 2600.00 $\gamma_{\text{roca}} = 2600.00$ $\gamma_{\text{agua}} = 1000.00$ Diámetro medio de la roca (Dm) = 0.90			ESFUERZO MÁXIMO CORTANTE ACTUANTE $\tau_c = \gamma_{\text{agua}} \cdot t \cdot S$ Peso específico del agua (kg/m³) = 1000.00 Tramo de diseño (m) = 0.00 Pendiente Tramo de estado = 0.0050 $S = 0.0050$ ESFUERZO CORTANTE CRÍTICO $\tau_c = C_1 \cdot \gamma_{\text{agua}} \cdot \gamma_{\text{roca}} \cdot D_m \cdot K$ Peso específico de la roca (cantera) (kg/m³) = 2600.00 Factor de Talud (K) = 1.50 $K = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$ Ángulo del Talud ( $\alpha$ ) = 3.44° Ángulo de fricción interna del material (cantera) ( $\beta$ ) = 35° Factor de Talud (K) = 1.50 $K = 1.50$ Coeficiente de Seguridad = 1.34 C = 0.30			
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			Verificación $\frac{R}{P} = 4.44$ SIQUEES ESTABLE A LA PRESION DEL AGUA			Verificación $\frac{\tau_c}{\tau_c} = 1.34$ EL REVESTIMIENTO DEL ENROCADO ES ESTABLE			
Cálculo para determinar el uso de filtros 1.- Determina la Velocidad en el espacio entre el enrocado y material base: $V_v = \text{velocidad del agua entre el enrocado y el fondo}$ $V_v = (D_m / 2)^{0.25} \cdot S^{0.64} / 0.14$ Capacidad de fondo = 0.00 Pendiente Tramo de estado = 0.0050 Diámetro medio de la roca (Dm) = 0.90									
DETERMINACION DEL TIPO DE FILTRO ASUMIENDO UN FILTRO DE GEOTEXTIL : Se tiene $V_v > V_{c1}$ $V_{c1} = V_c / 4$ $V_{c1} = 0.50$ m/s Como $V_v > V_{c1}$ : <b>USAR FILTRO DE GRAVA</b>									

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE ROCA RÍO ZAÑA FORMULA DE MAYNORD Caudal : Q = 1000 m3/seg						
Sección Hidráulica	Altura Hidráulica (m)	Velocidad en el Centro del Cauce (m/s)	Coficiente C <sub>1</sub>	Coficiente por Ubicación de roca C <sub>2</sub>	$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$	$d_{50} = t C_1 F^5$
RÍO ZAÑA	4.00	2.97	0.32	1.50	0.71	0.46
$D_{50} = 0.46 \text{ m}$ $D_{100} = 0.92 \text{ m}$						

**CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE ROCA RÍO ZAÑA  
FÓRMULA DE FORMULA DER. A. LOPARDO**

$$W = \frac{0.011314 * \gamma_s * V^6}{\gamma} \left( \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right) * \text{SENO}^3(\phi - \theta)$$

- $\gamma_s$  = Peso específico de las partículas, Kg/cm<sup>3</sup>, Tn/m<sup>3</sup>
- $\gamma$  = Peso específico del fluido, Kg/cm<sup>3</sup>, Tn/m<sup>3</sup>
- $V$  = Velocidad media, m/s
- $\phi$  = Angulo de reposo del material
- $\theta$  = Angulo del talud respecto a la horizontal
- $W$  = Peso, Kg

$$D_s = \left( \frac{6 * W}{\pi * \lambda_s} \right)^{1/3}$$

$D_s$  = Diámetro de volumen esférico equivalente, t  
 $W$  = Peso de roca, lb  
 $\lambda_s$  = Peso específico de la roca, lb / ft<sup>3</sup>

Sección Hidráulica	$\gamma_s$ Tn/m <sup>3</sup>	$\gamma$ Tn/m <sup>3</sup>	Velocidad Media (m/s)	$\phi$ (°)	Talud 	$\theta$ (°)	W (Peso)			$\gamma_s$ pcf	$D_s$ ft (Pieda)	$D_s$ (m)
							KG	Tn	Lib			
RÍO ZAÑA	2.68	1.00	2.97	45.00°	2.00	26.57°	394.06	0.394	885.75	187.307	2.148	0.866

Porcentaje	Diámetro de la roca, m	
100	<=	$D_{calculado} = 0.86$
50	>	$D_{50} = 0.39$
80	>	$D_{80} = 0.38$

$D_{calculado} = 0.86$ m
--------------------------

**CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE ROCA RÍO ZAÑA  
FÓRMULA DE LA CALIFORNIA DIVISIÓ N OF HIGHWAY S**

- $b$  = factor para condiciones de mucha turbulencia, piedras redondas, y sin que permita movimiento de piedra, se adopta un valor  $b = 1.4$
- $\Delta$  = Densidad Relativa del material ==>  $\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}$
- $\gamma_s$  = Densidad de la roca
- $\gamma$  = Densidad del agua
- $V$  = Velocidad media, m/s
- $g$  = Aceleración Gravedad : 9.81
- $f$  = Factor de talud
- $\theta$  = Angulo del Talud
- $\phi$  = Angulo de Friccion Intema del material.

$$d_{50} = \frac{b}{\Delta} * \frac{V^2}{2g} * \frac{1}{f}$$

$$f = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \phi}}$$

Sección Hidráulica	$\gamma_s$ Tn/m <sup>3</sup>	$\gamma$ Tn/m <sup>3</sup>	Velocidad Media (m/s)	$\phi$ (°)	Talud 	$\theta$ (°)	$\Delta$	$f$	$d_{50}$ (m)
RÍO ZAÑA	2.63	1.00	2.97	38.00°	2.00	26.57°	1.63	0.687	0.56

Porcentaje	Diámetro de la roca, m	
100	<=	$D_{calculado} = 0.56$
50	>	$D_{50} = 0.34$
80	>	$D_{80} = 0.23$

$D_{50} = 0.56$ m
-------------------

### **4.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **4.3.1. RESUMEN EJECUTIVO.**

La evaluación de impacto ambiental se realizó a unos 45 km de la provincia de Chiclayo; con la finalidad de determinar el impacto ambiental que genera el construir el puente vehicular tipo arco en la carretera Zaña a La Otra Banda, ubicado entre la ciudad de Zaña y La Otra Banda.

Actualmente, el puente se encuentra en mal estado; por lo que, se necesita realizar la construcción de un puente que permita la transitabilidad de los vehículos de una manera segura y eficiente. Por ello, el presente trabajo tiene por finalidad establecer medidas de mitigación y rehabilitación; y así, generar el menor impacto ambiental posible, asimismo dar un alcance de la situación actual, la cual es desfavorable, como, por ejemplo, la transitabilidad de los vehículos pesados por el río Zaña, este accionar contamina el agua, los pobladores del lugar lavan sus vehículos en el río, el estado actual del lugar es malo ya que hay basura por distintas partes, generado un mal aspecto. El poco o nulo interés que tienen las autoridades por solucionar el problema existente, es notorio ya que, al pedir ayuda a la municipalidad para solucionar el problema, se muestran indiferentes.

La flora y fauna en la localidad ha decrecido debido a la tala de árboles y al crecimiento de la población, Zaña se caracteriza por tener plantas de algarrobos, la existencia de cobertura vegetal como, el bosque seco.

En los aspectos de contaminación, encontramos vertido de minerales, contaminación visual, contaminación por metales pesados y arrojo de basura.

Para la evaluación del impacto Ambiental se ha realizado el reconocimiento de los factores ambientales y actividades del proyecto; para así, realizar la Matriz de Leopold y de Conesa simplificada para establecer relaciones de causa- efecto; en la cual, cada cuadrícula admitirá dos valores Magnitud e Importancia. Considerándose detallada porque se trata del estudio más complejo, posteriormente se contemplará con detalle. Además, se incluye la ponderación y evaluación global, así como un documento de síntesis.

#### **4.3.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

##### **Objetivo general del EIA.**

Determinar el impacto ambiental que genera el construir el puente vehicular tipo arco en la carretera Zaña, La Otra Banda, ubicado entre la ciudad de Zaña y La Otra Banda.

##### **Objetivos específicos**

- ✓ Describir el entorno en el que se desarrollaría el proyecto.
- ✓ Reconocer los impactos ambientales generados en la ejecución del presente proyecto.

- ✓ Identificar las medidas de mitigación y prevención de los impactos identificados.
- ✓ Determinar las normas legales que se tienen que cumplir en la realización del proyecto.
- ✓ Evaluar el impacto ambiental con la Matriz de Leopold y Conesa.
- ✓ Describir los planes de manejo ambiental.

### **4.3.3. MARCO LEGAL.**

#### **4.3.3.1. MARCO LEGAL**

- La Constitución Política del Perú:
- Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley que establece la Obligación de Elaborar y Presentar Planes de Contingencias Ley N° 28551 Publicado en el Diario Oficial “El Peruano” el 19 de junio de 2005.
- La Ley General del Ambiente:
- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245.
- Política de estado N° 19, Desarrollo sostenible y gestión ambiental.
- Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y Reglamento, D.S. N° 008-2005-PCM
- Ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre 30 Ley N° 27308 Publicado en el Diario Oficial “El Peruano” el 16 de julio del 2000.
- Ley N° 26821, Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Ley N° 26839 Ley de la Conservación de la Diversidad Biológica.
- Ley No 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas.

#### **4.3.3.2. NORMATIVA SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE**

- La Ley General de Salud Ley N° 26842:
- Decreto Supremo N° 146/97 del MINSEGPRES, “Norma de Emisión de Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas”.
- Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D.S. N° 074-2001- PCM y D.S. 003-2008-MINAM.
- Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua, D. S. N°002-2008-MINAM.

- Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, Decreto Supremo N ° 023-2009-MINAM.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, D. S. N ° 085-2003-PCM).
- La Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación Ley N ° 24047

#### **4.3.3.3. *NORMATIVA SOBREGESTION DE RESIDUOS SOLIDOS***

- Ley N ° 27314, Ley General de Residuos Sólidos
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, D.S. N ° 057 del 24-07-2004.
- La Ley N ° 28256, Ley que regula el transporte de materiales y residuos peligrosos.
- Ley general de aguas: Decreto Ley N ° 17752
- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales 18 Ley N ° 27867 Publicado en el Diario Oficial “El Peruano” el 18 de noviembre de 2002
- Ley Orgánica de Municipalidades N ° 23853

#### **4.3.4. *DESCRIPCION Y ANALISIS DEL PROYECTO.***

Se plantea realizar un proyecto para el “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA”; ubicado en distrito de Zaña y tendrá por función unir el Zaña capital con el C.P La Otra Banda.

El puente medirá 100 m y será de dos vías con un ancho total de 14.9 m.

##### **a) Antecedentes:**

En los últimos años no se ha realizado ninguna infraestructura sostenible, solo se ha construido un puente artesanal de palos y madera; además de, una pequeña alcantarilla la cual está conformada por sacos de arena y tierra.

En los meses de fuertes lluvias en la parte sierra; trae consigo que el río Zaña aumente su caudal, impidiendo la comunicación entre poblados, quedando aislados y trayendo consigo problemas sociales, económicos, etc.

La creación de este puente es de suma importancia; ya que, facilitaría la comunicación entre los pobladores; además, incrementará la economía local y reducirá el tiempo de traslado de una zona a otra. Ante el crecimiento de la población y la ineficiencia de los servicios de transporte es de suma importancia la construcción de un puente.

## b) Ubicación Política:

La presente EIA se desarrollará en la localidad de Zaña, el puente a evaluar tiene las siguientes coordenadas:

Latitud  $6^{\circ}55'48.03''S$

Longitud  $79^{\circ}35'0.80''O$

Aproximadamente a 700m de la plaza de armas de Zaña.

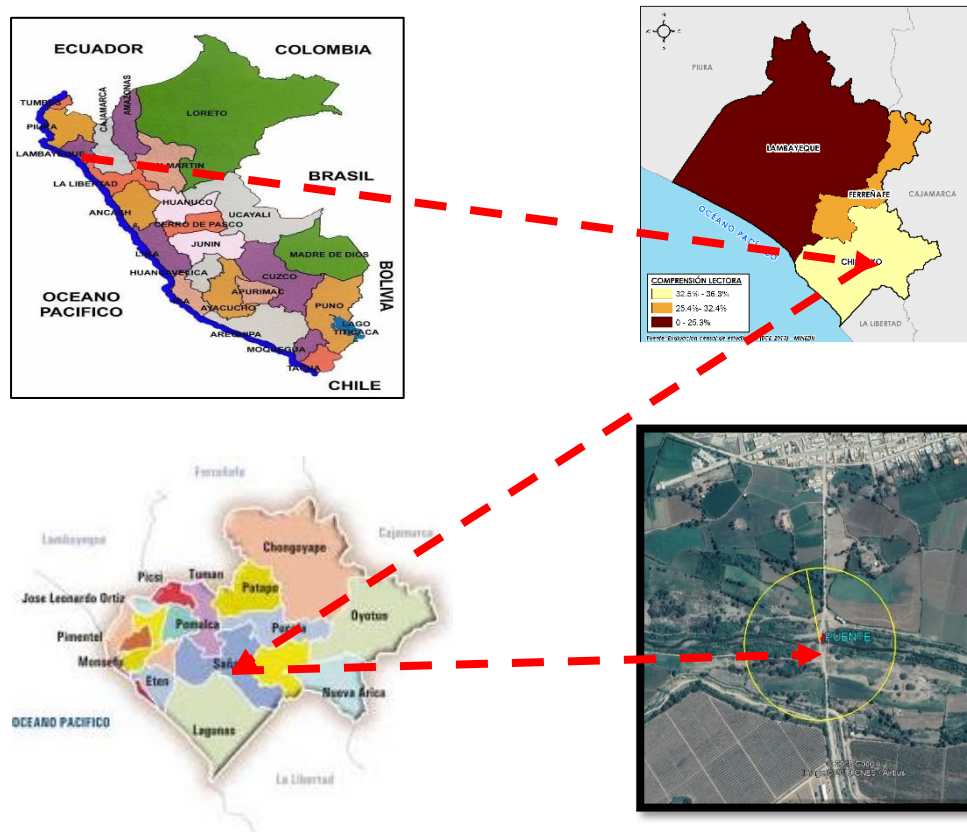
Límites:

Norte: con los distritos de Monsefú, Picsi, Chongoyape y Chiclayo.

Sur: con los distritos de Lagunas, Pueblo Nuevo y Pacanga.

Este: Con los distritos de Nueva Arica y Oyotún.

Oeste: Con el distrito de Reque.



## c) Ubicación Geográfica:

El puente Zaña se ubicará, aproximadamente en las coordenadas geográficas  $6^{\circ} 55' 48.03''$  Latitud Sur y  $W 79^{\circ} 35' 00.76''$  Longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

#### d) Características actuales:

Actualmente se cuenta con dos puentes, uno colgante peatonal y el otro artesanal el cual es utilizado para el tránsito de vehículos livianos; se evidencia que el puente artesanal se encuentra en mal estado. Muy cerca al puente podemos observar que hay basura la cual es arrojada por las personas que pasan en sus vehículos, proporcionando un mal aspecto, contaminación y daño a la salud a las personas que transitan por ahí. Los pobladores, lavan en el río, sus vehículos.

#### Fotografías N° 01: Puente peatonal colgante y pobladores lavando motos



Fuente: Propia

#### e) Descripción de las actividades

##### Pre construcción

Movilización y desmovilización de equipos.

Desbroce y Limpieza de cauce y encauzamiento en puentes

Demolición de estructuras.

Acceso e instalación de canteras, campamento, DME, planta chancadoras y fuente de agua.

##### Construcción

Operación de maquinarias móviles, transporte de personal y materiales.

Instalación de señales temporales y permanentes.

Operación de las instalaciones auxiliares.

Uso de las fuentes de agua.

Explotación de cantera.  
 Disposición y transporte de material excedente  
 Subestructura del puente.  
 Superestructura del puente.  
 Pintado de la estructura del puente.  
 Obras de encauzamiento y protección  
 Accesos a el puente  
 Instalación de barreras de seguridad.

### **Abandono**

Desmantelamiento y limpieza de las instalaciones de auxiliares  
 Reacondicionamiento de áreas afectadas

### **Operación**

Funcionamiento del puente  
 Manteamiento periódico del puente y obras de encauzamiento y protección.

Se realizo una descripción detallada de todas las actividades que se procederán a ejecutar en la obra del puente de Zaña; para así, tener un concepto más claro.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DETALLADA</b>
<b>Roce desbroce y limpieza</b>	Se quitará la maleza de la zona de trabajo, así como basura u otros escombros, etc. Para ello se utilizará los siguientes equipos manuales: palanas, picos, machetes, carretillas y en algunas zonas minicargador y volquete para transportar el material excedente; además, se roseará agua para evitar el polvo. Para desarrollar esta actividad se contará con 2 peones, 1 operario de minicargador, y 1 operario del volquete.
<b>Exploración del terreno</b>	Se obtendrá el perfil estratigráfico del subsuelo, tomar muestras de suelo, realizar ensayos in-situ para estimar parámetros de los materiales a utilizar en el proyecto, y determinar la profundidad de la roza basal y el nivel freático (mediante calicatas), realizar sondajes. Además se identificará los diferentes métodos o ensayos a utilizar según el terreno en el que trabajaremos, por ejemplo: métodos indirectos, métodos directos, ensayos de penetración estándar (SPT), como dinámico, entre otros.

<b>Topografía y georreferenciación</b>	<p>Se desarrollará un replanteo para determinar la ubicación de las estructuras, sus respectivas alturas, etc. Para esta actividad se realizará el uso de prismas, estación total, yeso, estacas de acero; además, se contará con un topógrafo y peón.</p>
<b>Movilización de equipos y materiales</b>	<p>Para el traslado de equipos y accesorios para la ejecución del puente desde su origen y su respectivo retorno. En la mayoría de equipos a transportar como es el cemento, los fierros, pintura; se utiliza el camión volquete, operador y combustible (petróleo).</p>
<b>Movilización de maquinaria</b>	<p>Para el traslado de la maquinaria pesada se puede realizar en camiones de cama baja (Excavadoras, tractores sobre orugas, cargadores frontales, etc.). Mientras que el equipo autotransportable puede trasladarse por su propio medio (Volquetes, Cisterna, etc.). Para poder realizar esta actividad será necesario un operador de maquinaria y combustible (Petróleo).</p>
<b>Instalación de caseta de guardianía, Campamento y almacén provisional</b>	<p>Es obligatorio la colocación de las casetas de guardianía, el campamento y el almacén provisional. Para ello se utilizará paneles prefabricados de madera los cuales, tendrán puerta con cerradura y ventanas con vidrio. Para esta implementación se usará: Madera, Martillo, clavos, calaminas, pinturas, barnices, brochas, agua, vidrio, pegamento especial, etc. Además, 1 operario y 2 peones.</p>
<b>Excavación en material suelto en seco</b>	<p>Se excava con maquinaria pesada, una zona requerida para instalar o vaciar algún elemento estructural, para habilitar una alcantarilla provisional que pueda habilitar el tránsito en el periodo de construcción. 1 operador de Retroexcavadora, 1 operador de excavadora, 1 operador de volquete y 1 Peón.</p>

<b>Eliminación de material excedente</b>	Para la eliminación del material excedente, los cuales son productos de alguna actividad ya ejecutada como excavaciones de todo tipo o cortes de terreno que no hubiera sido empleado en rellenos, deberá ser retirado inmediatamente sin permanecer mucho tiempo en el perímetro de la obra. Equipos a utilizar para ello: retroexcavadora, mini cargador frontal, volquete, operario.
<b>Excavación en material suelto en seco</b>	La excavación en material suelto es conformada por arenas, arcillas limosas y materiales susceptibles de ser removidos mediante equipo mecánico; también, el uso de herramientas manuales de ser materiales que no impliquen mucho sacrificio su excavación. Equipos a utilizar: pico, palanas, excavadora y operarios.
<b>Excavación en material suelto en bajo agua</b>	Es necesario el uso de maquinaria pesada con brazos mecánicos de gran longitud capaces de excavar a altas profundidades bajo el agua descritas en los planos y con la fuerza necesaria para ejecutar dicha actividad, para ello la maquinaria a utilizar es una retroexcavadora y operario de maquinaria.
<b>Transporte de material de relleno</b>	Esta actividad se realiza cuando una actividad necesita ser rellenado con un material Bueno, lo cual sea traído de otro lado cercano al proyecto, siendo transportados por volquetes.
<b>Creación de la alcantarilla</b>	Con el fin de mantener la circulación vehicular y peatonal se creará una alcantarilla a unos 50m de la ubicación del puente proyectado, para la construcción de la misma se necesitará material propio para el relleno, planchas de acero, sacos de arena, 1 cargador frontal, 6 peones, 1 operario y 1 cisterna.
<b>Concreto simple (solado)</b>	Se realizará el vaciado de concreto simple en la base de los estribos, para dar mejor trabajabilidad en la zona, esto requerirá de cemento, hormigón, agua, 1 trompo, 1oficial, 1 capataz, 4 peones, 4 bugís, 4 palas y 2 baldes.
<b>Encofrado</b>	Se utiliza un sistema de moldes permanentes o temporales; los cuales, se utilizan para moldear al hormigón antes de fraguar. Se utilizará la madera tornillo, acero, alambres y herramientas manuales.
<b>Habilitación de acero</b>	En este proceso se somete el acero de refuerzo para generar las piezas de armado según diseño y estructura. El Habilitado de acero debe realizarse en planta, así se realiza los dobleces de la manera más óptima y con una

	calidad superior. Será necesario contar con un operario y los materiales a usar son: el acero, alambres y herramientas manuales.
<b>Vaciado de concreto</b>	Proceso en el que la mezcla de concreto luego de prepararse se vacía.
<b>Desencofrado</b>	Desmantelamiento del encofrado que contiene el hormigón y que se realiza una vez que este haya endurecido.
<b>Curado</b>	Tratamiento que se da al hormigón, mortero, etc. después, de su colocación a fin de mantener húmedas sus superficies; lo cual, impide la rápida evaporación del agua de amasado. Esta tarea suaviza la retracción del material y evita su agrietamiento por desecación brusca.
<b>Carril para el posterior lanzamiento del puente</b>	Se creará un carril para el posterior lanzamiento del puente, para ello se necesitarán rieles, maquina especial, 1 operario y 6 peones.
<b>Movilización de estructuras de acero</b>	Se utilizarán tráileres para transportar las estructuras de acero las cuales conforman en cuerpo del arco. Se utilizarán 5 tráileres y 5 operarios para el transporte; además, 1 grúa, 1 operario y 2 peones.
<b>Armado de la superestructura del puente</b>	La superestructura será ensamblada con el apoyo de tres grúas de las cuales dos sostendrán las estructuras en ambos extremos del puente y la tercera estarán ensamblando el alma del arco. Para realizar este trabajo se necesitarán 3 grúas, 3 operarios, 2 oficiales y 8 peones.
<b>Lanzamiento del puente</b>	En esta etapa se empuja el puente para ubicarlo en el lugar donde se quedará definitivamente, dado que, se habría construido en un lugar cercano a a su ubicación donde pernoctará.
<b>Vaciado de losa de concreto (losa)</b>	Proceso en el que la mezcla de concreto luego de prepararse se vacía dentro del encofrado de la losa.
<b>Habilitación de acero (barrera)</b>	Es el proceso al cual se somete el acero de refuerzo para generar las piezas de armado según diseño para losas. Será necesario contar con un operario y los materiales a usar son: el acero, alambres, y herramientas manuales.
<b>Vaciado de concreto (barrera)</b>	Proceso en el que la mezcla de concreto luego de prepararse se vacía dentro del encofrado de las barreras.

<b>Habilitación de baranda</b>	En este proceso se somete el acero de refuerzo para generar las piezas de armado según diseño que sea necesario para las barandas. Será necesario contar con un operario y los materiales a usar son: el acero, alambres y herramientas manuales.
<b>Vaciado de la carpeta asfáltica</b>	Consiste en la aplicación de un material asfáltico, en forma de película, sobre la superficie de la subrasante o sub-base, etc. Capa de rodadura por la que los vehículos van a transitar.
<b>Señalización</b>	Para el tema de la señalización provisional se debe hacer la colocación de letreros, el cual informe, que tipo de obra será realizada en este caso la construcción del puente ZAÑA, Señalizaciones a 2km, 1km, a 500m y a 200m, hombres trabajando, cuidado zona de obra, se hará la utilización de señales: REGULADORAS (velocidad, paradas, movimientos, etc.), PREVENTIVAS (Alertamiento) y por último señales GUIAS (Advertencia de construcción de una obra). Se colocara laminas luminosas (FLECHAS) para el transcurso de la noche, colocación de tráfilitambos para la protección vial, Para la colocación de cada una de estas señales se usó: 1 palana, 1 pico, y 2 peones, y para hacer el llenado concreto pobre (Cemento, agregado y agua).
<b>Transporte de material de relleno</b>	Se realiza cuando una actividad necesita ser rellenado con un material Bueno; lo cual, sea traído de otro lado cercano al proyecto, el transporte será en volquetes.
<b>Creación de la defensa ribereña</b>	Será necesario material rocoso que por medio de maquinaria pesada serán ubicados estratégicamente a la orilla del río, se dispondrá de una barrera de roca que impida el daño de la costa a causa del caudal del río. Para ello se utilizará retroexcavadora y volquete para abastecer de material
<b>Riego permanente en obra</b>	Esta actividad se desarrollará en todo el terreno perimetral de la obra que pueda generar levantamiento de polvo considerable. El riego constante de la zona evitará el aumento de partículas de polvo en el aire, por lo que no perjudicará ni a trabajadores ni a la población cercana a la obra. Para esta actividad se dispondrá operarios y camión cisterna con agua potable.

<b>Punto de hidratación</b>	Se establece un lugar determinado donde los trabajadores y supervisores puedan hidratarse evitando así algún golpe de calor debido al trabajo al aire libre o algún problema de agotamiento por falta de hidratación. Este punto será de toldo plegable y será ubicado estratégicamente para que personal de la obra en general tenga fácil acceso. El agua a disponer será solicitada con empresas dedicadas a la venta de agua tratada para consumo humano.
-----------------------------	---

#### **f) INSTALACIONES AUXILIARES DEL PROYECTO.**

##### **Central del Emergencia:**

Ante cualquier accidente que pueda ocurrir el personal encargado de la central de emergencia deberá contar con los implementos necesarios para aplicar los primeros auxilios, la persona afectada deberá ser transportado en la ambulancia, para el caso de una emergencia que afecte a la zona, se planteará la evacuación de los moradores cercanos.

##### **Auxilio Mecánico:**

Los vehículos que transporten al personal o que se utilicen para la ejecución del proyecto deberán estar en constante mantenimiento y verificación durante todo el tiempo que dure la ejecución de la obra, los talleres mecánicos deberán estar lo más cerca de la zona de ejecución.

##### **Área de Descanso de los Trabajadores:**

Los trabajadores deberán tener un área en la cual puedan descansar adecuadamente, al terminar su jornada laboral.

##### **Teléfonos de Emergencias:**

El responsable de la seguridad de la obra deberá en caso de emergencia deberá tener un plan de contingencia, el plan deberá estar detallado y prever los posibles accidentes.

##### **Señalización:**

Se deberán colocar una serie de señalizaciones durante todo el periodo de la obra o mantenimiento de la misma.

Requerimiento de mano de obra:

Ya que esta evaluación de impacto ambiental se está realizando al proyecto “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA”, la cual se encuentra en proceso de elaboración,

Durante la etapa de construcción se estima que se requerirá un total de 50 personas. De las cuales:

- 25 serán de mano de obra calificada

- 15 de mano de obra no calificada, los cuales deberán ser de las localidades del área de influencia de este proyecto,
- 5 profesionales especialistas en puentes y
- 5 profesionales en planta.

Cronograma:

Ya que esta evaluación de impacto ambiental se está realizando al proyecto “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA”, el cual se encuentra en proceso de elaboración, el cronograma se determinará al terminar el expediente técnico.

#### ***4.3.5. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.***

El área del proyecto será la zona que puede ser afectada ya sea en el medio físico, biótico y social. El área de influencia se determina en el contexto regional (Área de influencia Indirecta) y en el contexto local (Área de influencia directa)

Se va a tener en cuenta los siguientes aspectos, para poder valorar el área que será afectada por el proyecto:

##### **Ámbito del Proyecto:**

Será la zona que se verá afectada directamente por el impacto ambiental que pueda generar la ejecución o mantenimiento del puente.

##### **Ámbito Ecológico:**

Aquellas áreas naturales protegidas, que se relacione directamente con el proyecto, áreas de interés o de singularidad próximas a la zona de trabajo o que sean afectadas por los diferentes trabajos realizados.

##### **Ámbito Socioeconómico:**

Será el área en donde se realizan las actividades económicas relacionadas con el proyecto.

##### **Ámbito cultural:**

Será el área que tenga presencia cultural y arqueológica.

##### **Área de influencia Directa: (AID)**

Espacio geográfico en donde se aprecia el impacto ambiental directo, es decir, es el área en donde se manifiestan los impactos generados por la acción provocadora del impacto realizada directamente en la zona del proyecto y que se presentan en el mismo lugar (o muy cercano) y en el mismo tiempo (o después de poco tiempo).

Generalmente tiene una amplitud de 100m alrededor de la zona, en este caso sería 100m alrededor de la zona de ejecución del puente. Es en esta área donde se concentrará el EIA, identificando y evaluando los diferentes impactos que se generen por los trabajos que se realicen.

El área de influencia Directa está dentro de la una zona urbana.

En este sentido, como área de influencia directa del proyecto, se ha considerado una zona con un radio de 200m, ya que existe un río y esto podría generar impactos ambientales directos si se contamina el agua

#### **FIGURA 062. MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA:**



Fuente: Propio.

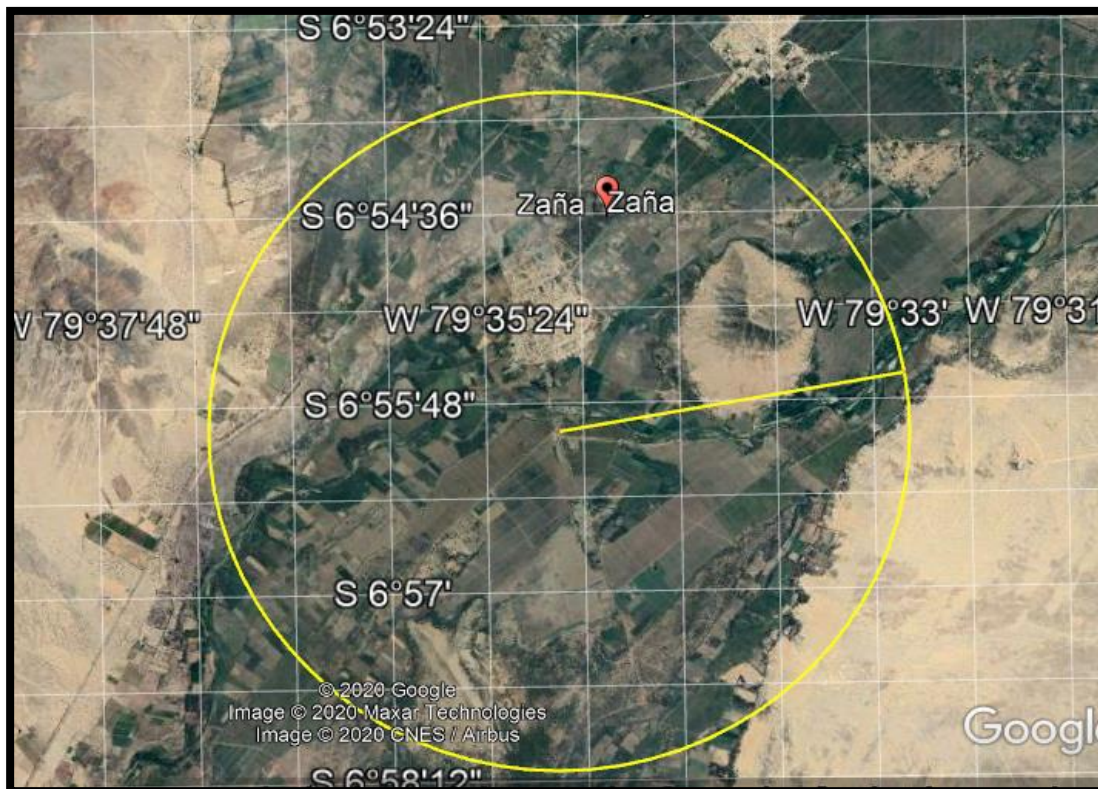
#### **Área de influencia indirecta: (AII)**

Espacio geográfico en donde se aprecia el impacto ambiental indirecto, es decir; son todos lo impacto que se manifiestan por la acción provocativa indirectamente en un lugar diferente a la zona afectada y después de un tiempo significativo.

El área será el área contigua a la del área directa.

La definición de área de influencia indirecta toma en cuenta las relaciones e interrelaciones que se desarrollan en el ámbito social, cultural, y económico, entre otros. Dicho de otra manera, las relaciones en el ámbito social se extienden más allá del área de influencia directa por la necesidad de intercambio o relación.

El área de Influencia Indirecta que se ha considerado para el proyecto serían los centros poblados más cercanos, como el Zaña capital, La Otra Banda y San Rafael, los cuales están dentro de un radio de 4km

**FIGURA 63. MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA:**

Fuente: Propio.

#### **4.3.6. LINEA DE BASE AMBIENTAL:**

##### **a) Aspectos Físicos:**

Ubicación, Superficie y Accesibilidad:

**Ubicación:** El proyecto se encuentra ubicado políticamente en:

Cuenca: Del río Zaña

Distrito: Zaña

Provincia: Chiclayo

Región: Lambayeque

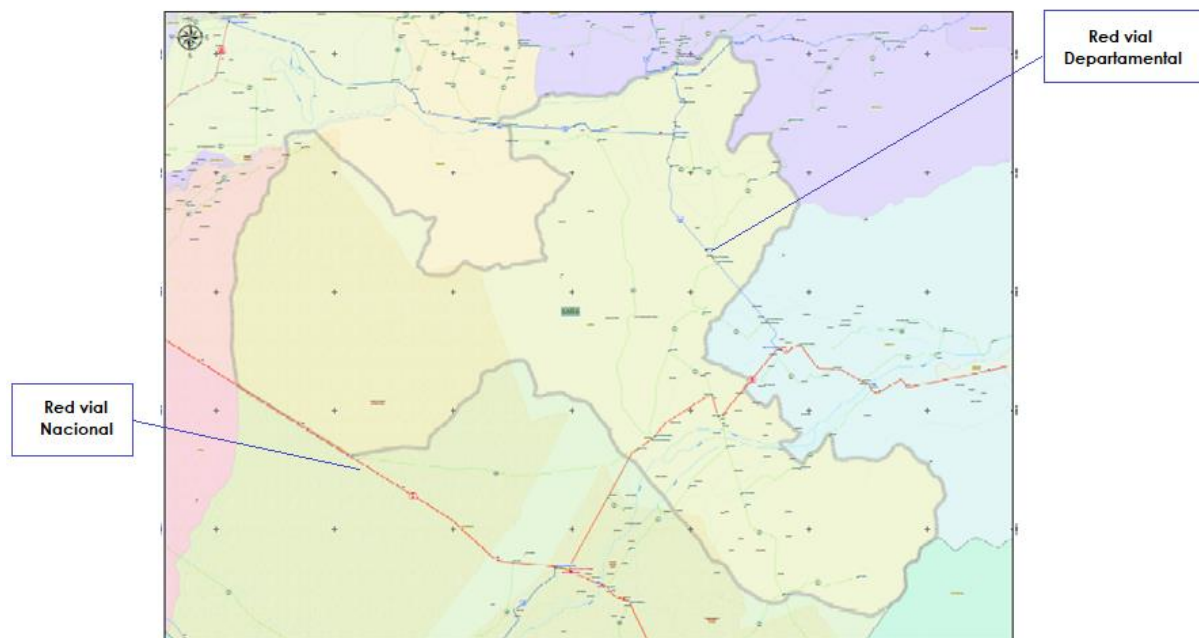
**Superficie:** El distrito de Zaña es uno de los veinte distritos de la Provincia de Chiclayo, ubicada en el Departamento de Lambayeque, bajo la administración del Gobierno Regional de Lambayeque, en el norte de Perú, tiene una latitud de  $6^{\circ}55'26.55''S$  y una longitud de  $79^{\circ}35'0.90''O$ .

El distrito de Zaña tiene una superficie total de 313.9 km<sup>2</sup> según fuente de INEI.



**Accesibilidad:** El proyecto tiene una red vial Departamental que pasa por el lugar de estudio y una red vial Nacional.

**FIGURA 66. MAPA DE ACCESIBILIDAD AL DISTRITO DE ZAÑA.**



Fuente: DGCF, PVN, PVD, GTT, OGPP, IGN, INEI, SERNANP, MINEDU

### Clima:

**Precipitación:** Las lluvias son por temporadas, siendo los meses de enero, febrero y marzo donde se presentan la mayor cantidad de precipitaciones.

**Temperatura:** El clima de Zaña es semi caluroso, esto ocurre por la temperatura de la zona la cual varía entre 31.6 °C y 14.9 °C

**Cuadro N° 01. Tabla climática.**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	25	25.8	26.2	24.8	22.8	21.1	19.9	19.7	19.9	20.5	21.5	23.2
Temperatura mín. (°C)	19.6	20.6	20.8	19.5	17.7	16.3	15.2	14.9	15.6	15.5	16.3	17.5
Temperatura máx. (°C)	30.5	31.1	31.6	30.2	28	25.9	24.7	24.5	24.3	25.6	26.7	29
Precipitación (mm)	4	6	10	5	2	1	1	1	1	3	2	3

Fuente: Senamhi.

**Humedad relativa:** El valle tiene una humedad relativa entre 80 y 90% y en la parte más alta es de 60%.

**Evaporación:** La evaporación varía desde los 800 mm en el valle hasta 1200 a 1500 mm en la zona andina de la cuenca.

#### b) Aspectos Bilógicos:

##### Flora:

Desde que Zaña fue fundada por los españoles, el bosque seco o bosque de algarrobos, ha constituido parte importante de su historia, siendo uno de los factores que más influencia ha tenido en el auge económico que tubo Zaña.

El Historiador Vargas Ugarte Rubén en su libro “Historia General del Perú” relata lo siguiente “a diez años de la fundación de Zaña la producción del valle era grande en trigo y maíz y mucho ganado de cría, especialmente de cerda por los muchos algarrobales del había”

##### El bosque seco:

Cobertura Vegetal: En el ámbito de la cuenca se han identificado las siguientes unidades de clasificación de cobertura vegetal: [19]







**Cuadro N° 02: Uso actual de las tierras**





⊙ Agrícola	25 328
⊙ Pastos	12 897
⊙ Montes y bosques	10 100
⊙ Otra clase de uso	6100
<b>Total</b>	<b>55 576</b>

Fuente: Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de San Miguel 2002. Datos de los distritos de Niepos, La Florida, Bolívar y Nancho.

## Fauna

La Fauna de la localidad de Zaña es la típica del valle costero, asimismo destaca una gran variedad de especies de fauna silvestres de gran importancia como:

Nombre común	Nombre científico	Imagen google
Zorro	<i>Vulpes vulpes</i>	
Lagartijas	Lacertilia	
Gallinazos	<i>Coragyps atratus</i>	
Huerequeque	<i>Burhinus superciliaris</i>	
grillo	Gryllidae	
Chisco	<i>Mimus longicaudatus</i>	

Chilala	Furnarius cinnamomeus	
Iguana	Iguana Laurent	
Serpiente Macanche	boa macanche	
Serpiente Coral	Micrurus fulvius	

Fuente: Propia.

### c) Aspectos Socioeconómicos:

#### Principales Actividades:

#### Actividades Agrícolas:

Los agricultores por lo general siembran maíz y camote en épocas de estiaje y, en épocas de lluvias siembran arroz, entre otros cultivos poco comunes en el distrito.

Existen empresas, las cuales también serían beneficiadas por la construcción del puente, pues ellas están pasando el río Zaña.

**Cuadro N° : vivienda por área rural y urbana de Lambayeque.**

Fuentes	Vivienda por área		Total	% de viviendas urbanas	% de viviendas rural
	Urbana	Rural			
Frente Motupe-Olmos	5948	10 519	16 465	0.38	0.64
Frente La Leche	10 851	17 491	28 342	0.38	0.62
Frente Chancay	278 869	42 837	319 706	0.87	0.13
Frente Marítimo	1851	1791	18 301	0.9	0.1
Frente Zaña	10 823	4147	1477	0.72	0.28
Frente Incahuasi-Cañaris	448	6617	7063	0.06	0.94
<b>TOTAL REGIÓN</b>	<b>321 245</b>	<b>83 402</b>	<b>404 647</b>	<b>0.79</b>	<b>0.21</b>

Fuente: Proyecto OT/DIT Lambayeque.

Dado que el Pueblo Tradicional de Zaña (Zaña capital) es un pueblo agrícola es que su población rural es una parte considerable de su población total

**Turismo:** El distrito de Zaña es un lugar Turístico por ende genera Actividades Económicas como es venta de Artesanías, alojamientos en la provincia, y adquisición de alimentos.

Como se muestra en la siguiente grafica Zaña cuenta con 10 hospedajes y 22 restaurantes.

**Cuadro N° 03 : Numero de Hoteles y restaurantes**

FRENTE ECONÓMICO	DISTRITO	HOTELES/ HOSTALES	RESTAURANTES
ZAÑA	N. Arica	1	3
	Oyotun	4	7
	Zaña	3	4
	Cayalti	2	8
<b>TOTAL DEL FRENTE</b>		<b>10</b>	<b>22</b>

**Instrucciones Educativas:** La región Lambayeque cuenta con 1529 locales educativos, de los cuales 929 son privados. A nivel de frentes económicos, el de Chancay es el que tiene la mayor cobertura con 1157 centros educativos. Zaña es el distrito que cuenta con menos cantidad de centros educativos, siendo los colegios 10020, IE Santo Toribio de Mogrovejo, San Isidro, IE Tolentino, Jardín, IE La Otra Banda.

**Cuadro N°04: Infraestructuras Educativas.**

FUENTE ECONÓMICO	TOTAL DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA			
	N° DE LE INICIAL	N° DE LE PRIMARIA	N° DE LE SECUNDARIA	N° DE LE SUPERIOR
FRENTE MOTUPE-OLMOS	31	150	31	4
FRENTE LA LECHE	70	190	54	11
FRENTE CHANCAY	428	437	220	72
FRENTE MARÍTIMO	53	49	22	5
FRENTE ZAÑA	27	49	26	3
FRENTE INCAHUASI-CAÑARIS	17	116	23	1
<b>TOTAL REGIÓN</b>	<b>626</b>	<b>991</b>	<b>376</b>	<b>96</b>

**Recursos Hídricos:**

La cuenca de Zaña es una de las 5 cuencas que conforman la vertiente del Pacífico en la región de Lambayeque. Cuando ocurre el fenómeno del niño se juntas las cuencas de los ríos Chancay y Zaña; y también los ríos Zaña y Chaman.

**Cuadro N° 05: Características de las cuencas Hidrográficas de Lambayeque**

RÍO	AREA DE LA CUENCA (km <sup>2</sup> )	LONGITUD (km)	MASA TOTAL ANUAL 2009 (MM3)
Cascajal	5350.00	154.80	104.5
Olmos	3505.30	116.80	47.2
Motupe	2356.70	73.00	60.7
La leche	1304.60	51.80	239.5
Chancay	19	74.436	21
Lambayeque	2380.50	133.60	1,429.3
<b>Zaña</b>	<b>1631.00</b>	<b>120.40</b>	<b>357.90</b>

Fuente: Dirección Regional de Agricultura Lambayeque. Subgerencia de Planificación Estratégica y Ordenamiento Territorial.

**DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS EN CUENCA DEL RÍO ZAÑA:**

La cuenca del río Zaña tiene una extensión horizontal de 2158 km<sup>2</sup>, la cual ofrece 135 323.720 m<sup>3</sup> anuales aproximadamente, se divide en dos cuencas: la cuenca alta de 618 km<sup>2</sup> y la cuenca baja de 1540 km<sup>2</sup>

**Recursos hídricos superficiales:**

El río Zaña es la principal fuente de este recurso, y tiene una longitud aproximada de 119 km, siendo su pendiente en la parte superior de 6.8% y en la parte inferior de 0.4%.

Lamentablemente no existe algún embalse que pueda almacenar el agua excedente de las épocas de lluvia, razón por la cual en épocas de estiaje se genera escasez del recurso en la baja cuenca.

#### **Recursos hídricos subterráneos:**

Algunos terrenos de cultivo cuentan con un pozo de agua revestido con cemento de 1m de radio y, también las casas que se encuentran dentro de los terrenos de cultivo cuentan con un pozo de 0.40 m de diámetro.

**FOTO N° 67: Parte media de la cuenca Zaña**



Fuente: propia

#### **d) Diagnostico Arqueológico:**

Zaña es un distrito con mucha historia, fue fundada el 29 de noviembre de 1563 como Villa Santiago de Miraflores, en su época de apogeo abarcó gran territorio del Perú, sin embargo, hoy en día solo es un pequeño distrito.

En Zaña existieron 14 iglesias o conventos, según los arqueólogos esto es lo más importante, ya que no han encontrado tumbas u otro tipo de restos arqueológicos.

Las iglesias hoy se conocen como “Las Ruinas de Zaña”, cerca de la carretera existen don iglesias, las cuales están separadas a más de 200m por cual se considera que no existe algún tipo de ruinas cercana a la zona de influencia.

La carretera Zaña – La Otra Banda es un camino antiguo, en el lugar donde se está proyectando el puente anteriormente fue una zona de cultivo, por lo cual que descarta que exista algún tipo de tumba o resto arqueológico, cabe destacar que la sección del río ha sufrido una gran socavación,

esto por las avenidas del Río Zaña. Ya que la tesis está en proceso de elaboración no se ha solicitado el CIRA

#### ***4.3.7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES,***

##### **Características de contaminación por metales pesados:**

No existe contaminación por actividades humanas.

##### **Vertimientos mineros:**

Aguas arriba de la cuenta se encuentra la empresa minera Cerro Cushuro E.IR.L. la cual en su momento estaba siendo investigada por supuestamente contaminar el recurso hídrico del río.

##### **Residuos sólidos de la construcción y demolición**

Los residuos sólidos son un pasivo ambiental y, lamentablemente algunos pobladores de Zaña votan el desmote generado por la construcción de sus viviendas, los cuales son los muchos pero se va acumulando año tras año, hasta que la municipalidad limpia el río, lamentablemente es una actividad que aún practican

#### **FOTOGRAFÍA N° 68: CÍRCULOS GIGANTES ABANDONADOS.**



Fuente: Fotografía propia

Estos moldes iban a ser parte de un proyecto, el cual consistía en construir una alcantarilla justo en la zona de estudio de este trabajo. El proyecto se paralizó, se cerró y esas estructuras aún pertenecen allí más de 5 años

##### **Contaminación Del Agua por los transeúntes:**

Se pudo observar que los transeúntes y pobladores son también los contaminantes de las aguas ya que llevan sus vehículos al río y los lavan contaminando así el agua ya que emplean detergentes para realizar esta operación.

**FOTOGRAFÍA N° 69: POBLADORES UTILIZANDO EL AGUA PARA LAVAR VEHÍCULO.**

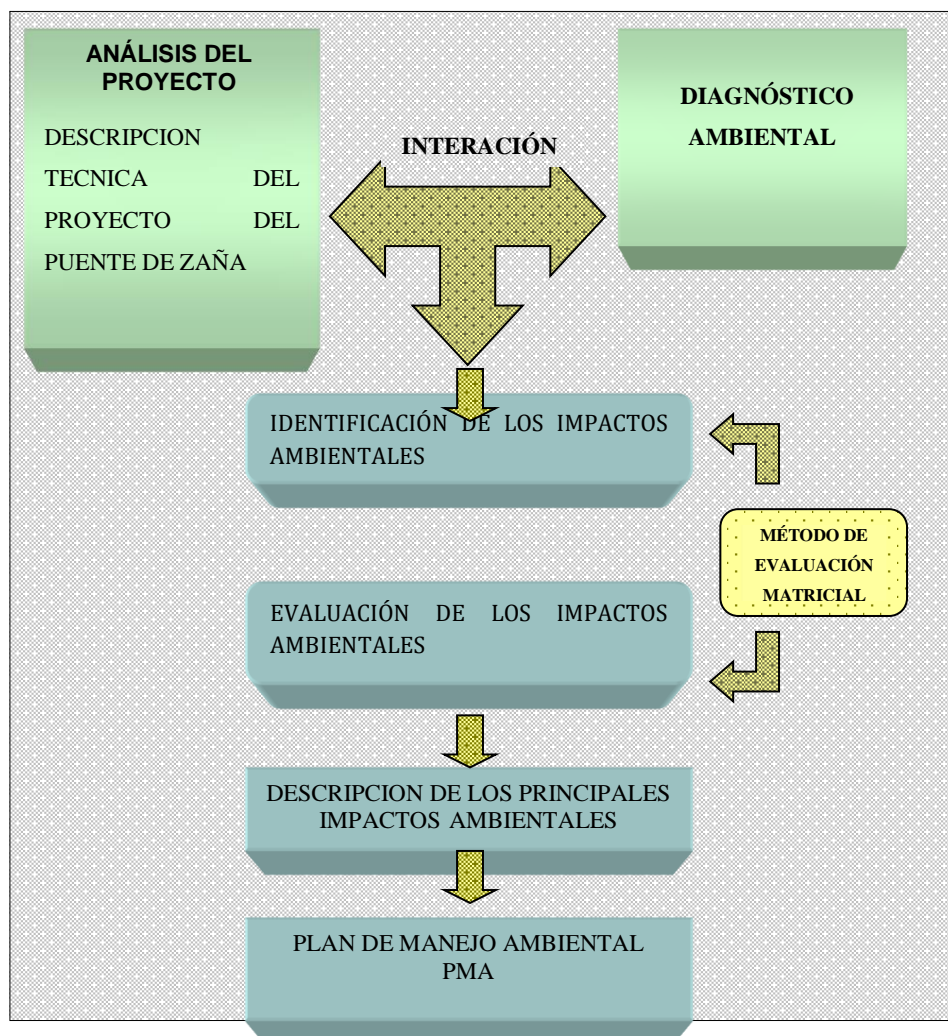


Fuente: Propia

**4.3.8. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Se debe relacionar las acciones del proyecto a realizar con los factores ambientales de la zona. Esta parte es la más importante del EIA, ya que, dependerá de la importancia y la magnitud del impacto para poder formular las medidas de mitigación adecuadas para los diferentes impactos generados, estos deberán estar en el programa de manejo ambiental, lo cual se propone más adelante.

**FIGURA N°70: PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**



### **Factores ambientes sensibles a impacto:**

Existen varios factores ambientales, sin embargo, se puede decir que algunos son de mayor importancia que otros y de esa manera poder evaluar si son afectados directa o indirectamente por los trabajos realizados. Entre los factores considerados más importantes tenemos:

Suelo, aire, flora, calidad visual, fauna, áreas ambientales y factores socioeconómicos.

### **Actividades potencialmente impactantes del proyecto:**

#### **Pre construcción**

Desbroce y Limpieza de cauce y encauzamiento en puentes

Demolición de estructuras.

Acceso e instalación de canteras, campamento, DME, planta chancadoras y fuente de agua.

### **Construcción**

Operación (Trabajo) de maquinarias móviles e instalaciones auxiliares, movilización de personal y materiales.

Disposición y transporte del material excedente

Subestructura del puente.

Superestructura del puente.

Pintado de la estructura del puente.

Obras de encauzamiento y protección (enrocado)

### **Abandono**

Se derribará y limpiará las instalaciones auxiliares

Se distribuirá los materiales pertinentes de las áreas afectadas

Se detallan las actividades potenciales

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DETALLADA</b>
<b>Roce desbroce y limpieza</b>	En la siguiente actividad en primer lugar tiende a afectar al ecosistema aire ya que por la acción de limpieza se generarán partículas en suspensión afectando al área de trabajo, por lo tanto, también se verá afectada la flora y la fauna ya que existen pastizales y una cierta área será removida, el ruido es otro factor que afectará al ecosistema, como también la vista panorámica por la limpieza que se hará. Con respecto a la situación económica será un impacto positivo ya que se podrá dar empleo a la población de la zona.
<b>Movilización de maquinaria</b>	Con esta actividad de movilización de maquinaria se producirá un gran efecto en el factor aire, ya que se generarán partículas en suspensión por el paso de la maquinaria, como también se emanarán emisiones de gases afectando al aire, se verá afectada la vegetación también. Con respecto a la situación económica será un impacto positivo ya que se podrá dar empleo a la población de la zona. La vista panorámica se verá afectada momentáneamente por el paso de esta maquinaria tanto en el comienzo y en el cierre de la obra.
<b>Excavación de material suelto en seco</b>	Lo que corresponde a la excavación de material suelto en seco afectará al factor aire ya que tiene influencia en la vegetación, ya que se verá afectada

	<p>por la excavación con maquinaria con fines de cimentación, la fauna y la flora se verá perturbada por estas partículas en suspensión, por el ruido generado y se verá una alteración en la morfología del terreno. El paisaje se verá perturbado por toda la ejecución de la actividad</p>
<b>Eliminación del material excedente</b>	<p>Esta actividad afectará en su máxima expresión el factor aire, ya que se moverá grandes cantidades de tierra donde se generarán partículas en suspensión, se generará emisiones de gases por la maquinaria de apoyo que estará trabajando en el momento, por esta actividad se verá afectado la flora como los pastizales y la fauna, los animales que se encuentran en el área, serán perturbados por esta actividad.</p>
<b>Transporte del material de relleno</b>	<p>Se moverán grandes cantidades de tierra de relleno, donde se generarán partículas en suspensión en todo el transcurso del área de trabajo, se generará emisiones de gases por la maquinaria, por esta actividad se verá afectado la flora como los pastizales y la fauna, los animales que se encuentran en el área, serán perturbados por esta actividad. La comunidad también se verá afectada por el paso del transporte como también el área paisajística.</p>
<b>Creación de la Alcantarilla</b>	<p>Se verá afectado el factor aire y agua, generándose partículas en suspensión, emisión de gases por la maquinaria de trabajo, la calidad de agua del río se verá también afectado ya que caerán material de construcción de la alcantarilla, afectando así la morfología del terreno y la vista escénica.</p>
<b>Excavación de material suelto bajo agua</b>	<p>Para esta actividad se verá afectado el agua, ya que se realizarán excavaciones perturbando la fauna marina y alterando la calidad del agua por los materiales y la maquinaria que hará el trabajo, también se generará emisión de gases por parte de la maquinaria, la escena panorámica se verá perturbada por a la actividad de excavación.</p>
<b>Concreto Simple para el solado de la subestructura</b>	<p>Lo que corresponde a la siguiente actividad se verá afectará al factor aire ya que será por la colocación del concreto para el solado de la cimentación con maquinaria (Mixer), la fauna y la flora se verá perturbada por emisiones de gases, por el ruido generado y se verá una alteración en la morfología del terreno por las partículas de concreto que caerá en el suelo. El paisaje se verá perturbado por toda la ejecución de la actividad</p>

<b>Encofrado</b>	En la siguiente actividad se verá afectado el aire, por la generación de partículas en suspensión producido por el encofrado de las partes estructurales del puente, generando un nivel de ruido moderado y alterando en mínimas proporciones la morfología del terreno
<b>Habilitación de acero</b>	La habilitación del acero se verá afectado el aire por la generación de ruidos por las varillas de acero que serán puestas en la superestructura del puente, por la parte de las personas se correrán riesgos ante ello, por lo que su salud y seguridad del personal es importante para el proyecto.
<b>Vaciado del concreto premezclado</b>	Lo que corresponde a la siguiente actividad se verá afectará al factor aire ya que será el vaciado del concreto para las diferentes partes estructurales del puente con maquinaria (Mixer), la fauna y la flora se verá perturbada por emisiones de gases, por el ruido generado y se verá una alteración en la morfología del terreno por las partículas de concreto que caerá en el suelo. El paisaje se verá perturbado por toda la ejecución de la actividad
<b>Movilización de la estructura de acero</b>	Con esta actividad de movilización de estructuras de acero se producirá un gran efecto en el factor aire, ya que se generarán partículas en suspensión por el paso de la maquinaria, como también se emanará emisiones de gases afectando al aire, se verá afectada la vegetación también. Con respecto a la situación económica sea será un impacto positivo ya que se podrá dar empleo a la población de la zona. La vista panorámica se verá afectada momentáneamente por el paso de esta maquinaria tanto en el comienzo y en el cierre de la obra.
<b>Armada de la Superestructura del puente</b>	La armadura de la superestructura producirá un efecto en aire por el nivel de ruido generado, perturbando a la comunidad cercana, además las partículas en suspensión que habrá por el armado de la superestructura, también se verá afectado la vista panorámica.
<b>Vaciado de la losa de concreto</b>	Lo que corresponde a la siguiente actividad se verá afectará al factor aire ya que será el vaciado del concreto para las diferentes partes estructurales del puente con maquinaria (Mixer), la fauna y la flora se verá perturbada por emisiones de gases, por el ruido generado y se verá una alteración en la morfología del terreno por las partículas de concreto que caerá en el suelo. El paisaje se verá perturbado por toda la ejecución de la actividad

<b>Colocación de la carpeta asfáltica</b>	Para la siguiente actividad se verá afectado el aire, producto de la colocación de la carpeta asfáltica, ya que emanará gases en si colocación producto de los químicos que contiene dicho material. Se verá afectado la fauna por los olores emanados.
---	---

### Identificación de impactos ambientales:

Los impactos ambientales identificados han sido ordenados según el proceso de construcción, en las siguientes etapas: planificación, construcción, operación y abandono.

### Tipología de impactos:

Se podrá observar los tipos de impactos de las actividades de construcción del puente por etapas en la hoja de Excel anexada al informe.

		TIPOS DE IMPACTOS											
		IMPACTO	Evaluación de CA	intensidad	Extensión	Momento de manifestación	Persistencia o duración	Capacidad de Recuperación	Relación causa-efecto	Interrelación de acciones o efectos	Periodicidad	Necesidad de MC	
PRECONSTRUCCION	PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES	Instalación de cartel de obra	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Negativo	Mínimo	Puntual	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo	Compatibles
		NIVEL DE RUIDO	Negativo	Mínimo	Puntual	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo	Compatibles	
		MORFOLOGÍA DEL TERRENO	Negativo	Mínimo	Puntual	Latente	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo	Moderado	
		ARBUSTOS	Negativo	Mínimo	Puntual	Latente	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo	Moderado	
		ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	Negativo	Medio	Parcial	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Indirecto	Simple	Discontinuo	Moderado	
		VISTAS ESCÉNICAS Y PANORÁMICAS	Negativo	Medio	Parcial	Latente	Momentáneo	Recuperable	Indirecto	Simple	Continuo	Moderado	
		EMPLEO	Positivo	Mínimo	Parcial	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo Irregular	Moderado	
	Roce desbroce y limpieza	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Negativo	Mínimo	Puntual	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo Irregular	Compatibles	
	NIVEL DE RUIDO	Negativo	Mínimo	Puntual	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo Irregular	Compatibles		
	MORFOLOGÍA DEL TERRENO	Negativo	Mínimo	Puntual	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo Irregular	Moderado		
	ARBUSTOS	Negativo	Mínimo	Puntual	Inmediato	Momentáneo	Irrecuperable	Directo	Simple	Discontinuo Irregular	Moderado		
	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	Negativo	Medio	Parcial	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo Regular	Moderado		
	VISTAS ESCÉNICAS Y PANORÁMICAS	Negativo	Medio	Parcial	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Continuo	Moderado		
EMPLEO	Positivo	Mínimo	Parcial	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo Irregular	Moderado			
		PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Negativo	Medio y Alto	Puntual	Inmediato	Momentáneo	Recuperable	Directo	Simple	Discontinuo Irregular	Moderado	

(Fuente: Propia)

### Método de Leopold:

El método de Leopold es apropiado utilizarlo para proyectos de construcción, el cual consiste en generar una matriz con la finalidad de establecer la relación causa-efecto según las características propias de cada obra, se tendrá que generar una lista de acciones proyectadas a ser desarrolladas y una lista de factores ambientales, susceptibles a verse alterados por la ejecución de las diferentes partidas ejecutadas del proyecto. Sin embargo; la matriz de Leopold no es un sistema de evaluación ambiental, este es sólo un método de identificación, el cual puede ser usado como un sistema de resumen para la conocer y comunicar los resultados. Será la evaluación y el análisis que se haga posteriormente de creada la matriz, el que nos permite evaluar los diferentes impactos ambientales y así proponer la mejor alternativa para mitigar dichos impactos. Primero se tendrá que determinar las interacciones existentes, tomándose en cuenta cada una de las partidas ejecutadas en todo el tiempo que dure la ejecución de la obra. Se trabajó una matriz reducida, en la cual se excluyeron las filas y las columnas que no tenían relación con las acciones o partidas a ejecutar en la obra. Finalmente, para cada una de las acciones, se consideran cada uno de los factores ambientales que pudieran verse alterados severamente, para lo cual se traza una diagonal en donde se interceptan con las acciones realizadas durante la ejecución de la obra.

La matriz de Leopold completa se podrá observar en la hoja de Excel anexada al informe

IMPACTO	Puente																				SUMA	INDICADOR COMPLETO									
	Sub Estructura (Estribe)					Ejecución					Super estructura					Defensas ribereñas							MITIGACION Y SEGURIDAD								
	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra	Excavación en el sitio de la obra					
IMPACTOS	PARTICULARIDAD SUSPENSIÓN	-5	-5	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	88	-485		
	NIVEL DE RUIDO	-5	-5	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	88	110	-454	
	EMISION DE GASES HUNO	-4	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	88	78	-208
	AGUAS POTABLE																												50	-330	
SUELO	CALIDAD DE AGUA PARA LA CONSTRUCCION																												50	-302	
	MORFOLOGIA DEL TERRENO	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	112	114	694
	CALIDAD DE SUELO	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	44	58	-150
	EROSION	-4	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	78	73	-330
FACTORES AMBIENTALES	FLORA																												30	43	127
	ARBUSTOS																												16	16	-76
	ARBOLES																												-33	32	-149
	PLANTAS ORNAMENTALES																														
	FAUNA																														
	INSECTOS																												-38	38	-181
	ANIMALES TERRESTRES																												-38	38	-181
ANIMALES MARINOS																												-2	1	-2	

(Fuente: Propia)

### Matriz de Conesa simplificada:

Es una valoración cualitativa que se realiza un análisis general del proyecto y su relación con el medio, así mismo su definición del entorno del proyecto, delimitando geográfica del ámbito afectado, de tal manera que se realizará una descripción general del entorno, inventariando todos los factores en la caracterización del medio.

		TIPOS DE IMPACTOS													
		IMPACTO	Evaluación de CA	Intensidad	Extensión	Momento de manifestación	Persistencia o duración	Reversibilidad	Relación causa-efecto	Interrelación de acciones o efectos	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	Clasificación	
PRECONSTRUCCION	PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES	Instalacion de cartel de obra	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Negativo	1	1	4	1	4	4	1	1	4	24	Compatible
			NIVEL DE RUIDO	Negativo	1	1	4	1	4	4	1	1	4	24	Compatible
			MORFOLOGÍA DEL TERRENO	Negativo	1	1	2	1	4	4	1	1	2	20	Compatible
			ARBUSTOS	Negativo	1	1	2	1	4	4	1	1	2	20	Compatible
			ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	Negativo	2	2	4	1	4	1	1	1	2	24	Compatible
			VISTAS ESCÉNICAS Y PANORÁMICAS	Negativo	2	2	2	1	4	1	1	4	2	25	Compatible
		EMPLEO	Positivo	1	2	4	1	4	4	1	2	2	25	Compatible	
		Roce desbroce y limpieza	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Negativo	1	1	4	1	4	4	1	2	4	25	Compatible
			NIVEL DE RUIDO	Negativo	1	1	4	1	4	4	1	2	4	25	Compatible
			MORFOLOGÍA DEL TERRENO	Negativo	1	1	4	1	4	4	1	2	2	23	Compatible
			ARBUSTOS	Negativo	1	1	4	1	8	4	1	2	2	27	Moderado
			ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	Negativo	2	2	4	1	4	4	1	2	2	28	Moderado
			VISTAS ESCÉNICAS Y PANORÁMICAS	Negativo	2	2	4	1	4	4	1	4	2	30	Moderado
		EMPLEO	Positivo	1	2	4	1	4	4	1	2	2	25	Compatible	
		PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES	PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Negativo	4	1	4	1	4	4	1	2	2	32

(Fuente: Propia)

## Descripción de impactos

Según la partida a ejecutar se han descrito los impactos esperados con la finalidad de minimizarlos.

## Emisiones Gaseosas

El dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y azufre, hidrocarburo y ozono; son los contaminantes gaseoso más comunes.

El incrementar las concentraciones de gases ocasiona fuertes impactos sobre el ambiente y la salud.

## Partículas Suspendidas

Las partículas en suspensión son una mezcla de particular pequeñas que se encuentran en el aire, esto se produce por el movimiento de tierra, trabajos con el acero y concreto, limpieza y mantenimiento de la zona.

## Disponibilidad de Agua

El producto vital podría verse afectado, por la demanda de agua para algunas partidas en específico como por ejemplo para el concreto.

## Hábitats de Fauna Urbana

Esto puede verse afectado, cuando se realicen actividades que muevan la tierra y también cuando ingresen los productos.

## Calidad del agua

Las sustancias contaminantes que alteran la calidad del agua son las siguientes:

Oxido de antimonio. – producto de la acción de Pintado de estructuras metálicas en muelles, puertos y puentes. Afectando a organismos acuáticos.

Soluciones alcalinas. – producto del aseo interno y externo de la obra. Produciendo proliferación de algas. (eutrofización)

### **Erosión**

En los cortes que se realicen por las excavaciones para los estribos del puente se puede generar este fenómeno.

#### **4.3.9. PLAN DE PARTICIPACION CIUDADANA.**

Los pobladores del distrito de Zaña, han sufrido por años la problemática que tienen que enfrentar año a año con el puente colgante; además, el ser engañado por las autoridades sobre una posible construcción del puente. En el gobierno de Fujimori se les prometió la construcción de un puente, en el periodo de Humala se les volvió a prometer la construcción de un puente, en este gobierno hace 2 años un congresista visitó Zaña y prometió la construcción de un puente. Ninguna de las promesas realizadas por los padres de la patria se ha cumplido, pues hasta el día de hoy no existe ninguna infraestructura que de fin al problema que presenta Zaña en los tiempos de lluvia. Por estos motivos la población ya está cansada de escuchar falsas promesas, razón por la cual decidí no hacer ningún tipo de comentario con la población pues soy de la zona y conozco muy bien el malestar que le generaría a población si está escuchara otra vez una promesa sobre la construcción de un puente.

#### **PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA ANTES Y DURANTE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO AMBIENTAL Y DURANTE LA EVALUACIÓN DEL ESTUDIO AMBIENTAL**

##### **Objetivos del Plan de Participación Ciudadana**

- ✓ Informar a la población aledaña a la obra el porqué del proyecto, dando a conocer de manera detallada y concisa los beneficios y riesgos.
- ✓ Informar adecuada y oportunamente a las autoridades, grupos de interés y población en general sobre las actividades del proyecto antes y durante su ejecución.
- ✓ Recibir, conocer y analizar las principales preocupaciones de la población respecto al proyecto, con relación a los posibles impactos que podrían generarse por la implementación del mismo, recogiendo sus opiniones y sugerencias.
- ✓ Cumplir con la legislación peruana vigente sobre el derecho de acceso y transparencia de la información y consulta pública, así como la participación en asuntos ambientales.

## Alcance

El Plan de Participación Ciudadana aprobado fue aplicado antes y durante la elaboración del EIA y se aplicará durante la Evaluación del Estudio Ambiental.

El objetivo principal del plan de participación ciudadana; es que, los ciudadanos participen y ejerzan su derecho a estar informado sobre los proyectos que se desarrollan en su localidad. Lo que indica que en el EIA del proyecto debió encontrarse registro sobre las actividades como talleres informativos, audiencias públicas, la oficina de información y el buzón de sugerencias. La entidad encargada de garantizar la participación ciudadana es el SENACE.

## Mecanismos de participación ciudadana aplicado antes y durante la elaboración del E.I.A detallado.

### Mecanismos Obligatorios

Se realizarán talleres de información ciudadana que el lugar del proyecto, en este caso en Zaña con una hora acordada, tal y como se menciona en el siguiente cuadro:

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	TALLERES	HORA
Lambayeque	Chiclayo	Zaña	Antes del EIA Durante el EIA	10:00 a.m.

### Primer taller participativo

En el primer taller se expusieron los siguientes temas.

A la población asistida al taller se le informará sobre el objetivo del taller.

La metodología aplicada es la siguiente:

Al terminar la exposición de los temas se realizaron rondas de preguntas escritas y orales tanto a los pobladores asistidos como a los exponentes a cargo de los temas. A cada participante se le entregó una hoja bond A-4 y un lapicero para que redacten sus preguntas, los cuales fueron absueltas por los representantes.

Taller	Tema	Lugar	Autoridades	Fecha
01	Alcances generales de la obra, aspectos ambientales y programar los futuros talleres a la población	Municipalidad	Alcalde Regidores Presidente del sector Titular del proyecto Gerencia de participación ciudadana	Semana 0

### **Segundo taller participativo**

En el segundo

taller se expondrá el siguiente tema:

A los presentes se le expondrán el ¿Por qué realizar la obra de construcción del puente Zaña?, donde se informará sus ventajas de al momento de la construcción y al fin de ella, que beneficios Socio económicos traerá a la población.

#### **La metodología aplicada es la siguiente:**

Al terminar la exposición de los temas se realizaron rondas de preguntas escritas y orales tanto a los pobladores asistidos como a los exponentes a cargo de los temas. A cada participante se le entregó una hoja bond A-4 y un lapicero para que redacten sus preguntas, los cuales fueron absueltas por los representantes.

<b>Taller</b>	<b>Tema</b>	<b>Lugar</b>	<b>Población</b>	<b>Fecha</b>
02	¿Por qué realizar la obra de construcción Puente Zaña?	Municipalidad	80 pobladores	Semana 1

### **Tercer taller participativo**

En el tercer taller se expondrá el siguiente tema:

A los presentes se le expondrán los impactos ambientales generados en la construcción del puente Zaña y su respectivo plan de manejo ambiental, donde se informará de manera detallada de cada impacto producido durante y al cierre de la obra.

#### **La metodología aplicada es la siguiente:**

Al terminar la exposición de los temas se realizaron rondas de preguntas escritas y orales tanto a los pobladores asistidos como a los exponentes a cargo de los temas. A cada participante se le entregó una hoja bond A-4 y un lapicero para que redacten sus preguntas, los cuales fueron absueltas por los representantes.

Taller	Tema	Lugar	Población	Fecha
03	Impactos ambientales generados en la construcción del Puente de Zaña y su respectivo plan de manejo ambiental y plan de mitigación	Municipalidad	80 pobladores	Semana 2

### **Oficina de información**

La empresa constructora, cuenta con una oficina informativa en la localidad de Zaña.

### **FOTOGRAFÍA N° 71: POBLADORES DE LA ZONA**



(Fuente: Propia)

### **Buzón de sugerencias**

Se instalo un buzón de sugerencia cerca la localidad, como también en la oficina de información del proyecto.

**FOTOGRAFÍA N° 72: POBLADORES DE LA ZONA**

(Fuente: Propia)

#### 4.3.10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

##### 4.3.10.1. Programa de Prevención, Corrección y/o Mitigación Ambiental

**CUADRO 01: Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales. Etapa preliminar**

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTO DEL AMBIENTE	IMPACTO AMBIENTAL	ACTIVIDAD CAUSANTE	PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA PRELIMINAR</b>					
<b>AIRE</b>	Variación de la calidad del aire a causa de las emisiones de	Campamento para las personas y el campamento para las maquinas	Humedecer el suelo para evitar que se generen particular de polvo.	Los campamentos creados	El Contratista
	material particulado	Limpieza de la zona: área de trabajo y cauce	Evitar actividades que generen excesiva cantidad de partículas de polvo, como por ejemplo explosiones.	Zona de trabajo y alrededores	El Contratista

<b>PAISAJE</b>	Alteración del panorama (paisaje)	Campamento para las personas y el campamento para las maquinas	Evitar actividades que generen excesiva cantidad de partículas de polvo, como por ejemplo explosiones. Cortes en el terreno. Este impacto se corregirá al finalizar la ejecución del proyecto.	Los campamentos creados	El Contratista
		Limpieza de la zona: área de trabajo y cauce	No acumular el desmonte en la zona de trabajo o alrededores, llevarlo a un botadero.	Zona de trabajo y alrededores	El Contratista
<b>FLORA</b>	Variación de la vegetación a lo largo de la ribera	Campamento para las personas y el campamento para las maquinas	Evitar deteriorar la vegetación en los trabajos de movimientos de tierra y cortes, más allá del área indicada en el proyecto. Este impacto se corregirá al finalizar la ejecución del proyecto.	Los campamentos creados	El Contratista
		Limpieza de la zona: área de trabajo y cauce.	Evitar movimientos excesivos de tierra y cortes de vegetación más allá del área indicada en el proyecto.	Zona de trabajo y alrededores	El Contratista
<b>FAUNA</b>	Alteración de la fauna en la zona de trabajo	Campamento para las personas y el campamento para las maquinas	Prohibir que el personal contamine la zona o destruya el habitat de los animales.	Los campamentos creados	El Contratista

		Limpieza de la zona: área de trabajo y cauce.	Controlar el desplazamiento de la maquinaria, evitar contaminar y destruir el habitat.	Zona de trabajo y alrededores	El Contratista
<b>EMPLEO</b>	Crear empleo	Campamento para las personas y el campamento para las maquinas	Evitar que se creen puntos de venta cerca de la zona de trabajo que puedan afectar a la libre ejecución de la obra o genere contaminación	Zona de trabajo y alrededores	El contratista, Municipalidad
		Limpieza de la zona: área de trabajo y cauce.	Evitar que se creen puntos de venta cerca de la zona de trabajo que puedan afectar a la libre ejecución de la obra o genere contaminación	Zona de trabajo y alrededores	El contratista, Municipalidad
<b>SALUD Y SEGURIDAD</b>	Enfermedades respiratorias en el personal de obra	Campamento para las personas y el campamento para las maquinas	Usar el equipo de protección requerido para cada actividad (mascarillas, guantes y botas, principalmente).	Zona de trabajo y alrededores	El Contratista
		Limpieza de la zona: área de trabajo y cauce.	Que sea lo suficientemente cálido por las noches para evitar resfríos.	Zona de trabajo y alrededores	El Contratista
<b>ECONOMÍA</b>	Reactivar la economía local	Campamento para las personas y el campamento para las maquinas	...	...	...

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
<b>AGUA</b>	Riesgo de perjudicar la calidad del agua del río Zaña	Desmontaje de vado provisional	Prevenir realizar masivos movimientos de tierra en el cauce del río. Las máquinas deben estar en constante evaluación y mantenimiento para evitar derrames de combustible y aceite, si se diera el caso, éstas deberán ser retirados inmediatamente.	En el área aledaña al puente y en el cauce del río Zaña	El Contratista
		Obras de limpieza y encauzamiento		A lo largo cauce del río Zaña	El Contratista
		Desplazamiento de maquinaria de construcción	Controlar que la maquinaria y demás vehículos sólo circulen en los frentes de trabajo o en las áreas debidamente autorizadas por el Residente de Obras. Evitar desplazamientos excesivos de la maquinaria en el cauce del río.	En el área de influencia del proyecto	El Contratista
<b>AIRE</b>	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	Excavación para cimentación de estribos	Evitar movimientos de tierra excesivos durante las excavaciones.	En el entorno próximo al puente	El Contratista
		Corte de material suelto (accesos)		En el entorno próximo al puente	El Contratista

	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	Conformación de terraplén (accesos)	Evitar movimientos de tierra excesivos durante estas operaciones.	En el entorno próximo al puente	El Contratista
		Corte en material suelto (vado)		En el entorno próximo al puente	El Contratista
		Conformación de terraplén (vado)		En el entorno próximo al puente	El Contratista
<b>SUELO</b>	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Construcción de estructuras de concreto y metálico	Control periódico de la maquinaria que opere en estas áreas para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite durante los trabajos. De producirse, éstos deberán ser retirados inmediatamente.	En las áreas aledañas al puente	El Contratista
		Conformación del Terraplén (accesos)		En las áreas aledañas al puente	El Contratista
		Conformación del Terraplén (vado)		En las áreas aledañas al puente	El Contratista
		Desmontaje de vado provisional		En las áreas aledañas al puente	El Contratista

(Fuente: Propia)

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE FUNCIONAMIENTO</b>					
<b>TRÁNSITO VIAL</b>	Mantenimiento del tránsito vial	Funcionamiento del vado temporal	---	---	---
<b>EMPLEO</b>	Generación de empleo	Todas las actividades en su conjunto	---	---	---
<b>SALUD Y SEGURIDAD</b>	Riesgo de accidentes y afecciones respiratorias en el personal de obra	Demolición de estructura de puente existente	Colocar señalización adecuada y proporcionar el correspondiente equipo de protección (mascarillas, guantes y botas, principalmente) al personal asignado a estas operaciones.	En el área del puente	El Contratista
		Construcción de estructuras de concreto y metálico		En el área del puente	El Contratista
		Explotación de cantera Río Pichis		En el área de explotación de la cantera	El Contratista
		Transporte de material		En el área de obras	El Contratista
	Riesgo de afecciones respiratorias en el personal de obra	Excavación para cimentación de estribos	Proporcionar el correspondiente equipo de protección (mascarillas, guantes y botas, principalmente) al personal asignado a estas operaciones.	En el cauce del río Pangoa	El Contratista
		Corte de material suelto (accesos)		En el área de acceso al puente	El Contratista

(Fuente: Propia)

**a) Control y prevención de la producción de material particulado, gases y ruido.*****Para la emisión de material particulado***

Uno de los principales impactos durante la etapa de construcción será la emisión de partículas, en la zona de trabajo, en el recorrido de los vehículos desde la el área de trabajo y el lugar de disposición final del material excedente.

Las medidas para evitar o mitigar el impacto serán las siguientes:

- Regar el área por donde van a transitar los vehículos cerca de la zona de trabajo y cerca de la población. Los riegos se realizarán con un camión cisterna periódicamente durante el día. Es deber del contratista brindar lo equipos de protección necesarios (mascarillas)
- El material transportado deberá estar cubierto con un toldo húmedo con la finalidad de disminuir la emisión de partículas en suspensión.

***Para la emisión de gases en fuentes móviles***

Las medidas para evitar o mitigar el impacto serán las siguientes:

- Los vehículos deberán estar en constante chequeo y mantenimiento para reducir el impacto por la emisión de gases.
- Si algún vehículo emite gases por encima del límite permisible este deberá ser separado de la flota de vehículos utilizados para las diferentes actividades. Para que pueda regresar a sus labores deberá certificar que los gases que emite están por debajo de los límites permisibles.

***Para la emisión de fuentes de ruido innecesarias***

Las medidas para evitar o mitigar el impacto serán las siguientes:

- Los vehículos deberán contar con las bocinas adecuadas y necesarias, con el fin de disminuir la contaminación por sonido. Por ejemplo, las sirenas deberán ser usadas solo en caso de emergencia.
- Estará prohibido que se les retire los silenciadores a los vehículos pues su finalidad es disminuir el ruido generado; también; estará prohibido que se le coloque cualquier dispositivo que aumente el ruido generado por los vehículos

**b) Control y prevención de la alteración de la calidad del agua.*****Control de vertimientos***

Las medidas para evitar o mitigar el impacto serán las siguientes:

- No tirar basura ni verter sustancias contaminantes en la ribera del río ni en el agua del río Zaña.
- Las maquinarias se lavarán en el río, el mantenimiento y el cambio de combustible deberá estar lejos de la zona de trabajo
- Se deberá aislar la zona en donde se vaciará el concreto con el fin de evitar que los aditivos que este llevo contaminen el medio ambiente,
- Evitar derrame de pintura en el agua del río Zaña.

**c) Control y prevención de la alteración de la calidad del suelo.**

Las medidas para evitar o mitigar el impacto serán las siguientes:

- Evitar que las maquinas derramen líquidos que puedan contaminar al suelo como aceite o gasolina, el aceite que se les retire a las maquinas deberán estar almacenados adecuadamente en recipientes herméticos adecuados, para ser llevados al relleno sanitario que se halla destinado.
- Los derrames de aceite, concreto, lubricantes, etc. deberán ser recogidos inmediatamente y su disposición final será según las normas ambientales vigentes
- El desmonte de la obra deberá ser retirada de manera inmediata y de manera adecuada hacia los DME seleccionados o al lugar elegido que indique el Supervisor.
- Dentro de los campamentos creados deberán colocarse recipientes con tapa apropiados para recolectar la basura que puedan generar los trabajadores. Las cuáles serán selladas herméticamente y vaciadas en el relleno sanitario seleccionado.
- Culminada la obra, el contratista deberá recoger los campamentos creados, patio de máquinas y demás, el material excedente deberá ser dispuesto en el DME, así mismo, deberá restaurar lo máximo posible el paisaje a como se encontraba antes de ejecutar el proyecto.

**d) Mitigación de impactos en las áreas de préstamo (canteras) y Depósitos de Material Excedente (DME).**

*En el depósito de material excedente (DME)*

- El material excedente se transportará al DME y se colocará en capas de (0.5m a 1m), a cada capa se le pasará el tractor sobre oruga 4 veces.

**e) Protección de la seguridad del personal.**

- Es deber del contratista cumplir con los parámetros de salud ocupacional, prevención contra accidentes y seguridad ocupacional, las cuales son emitidas por el ministerio de trabajo.

**f) Señalización.**

Señalización vial durante construcción:

**4.3.10.2. Programa de monitoreo ambiental**

*Durante la Etapa de Construcción*

*Durante la Etapa de Operación*

**4.3.10.3. Programa de asuntos sociales**

En siguiente programa de asuntos sociales tiende a la comunicación con las comunidades vecinas del proyecto, realizando charlas para explicar el procedimiento del proyecto y que beneficios traerá, para ello se necesita la participación ciudadana.

**4.3.10.4. Programa de educación ambiental**

Está orientado a promocionar ante los pobladores y entidades involucradas, el buen uso de los recursos naturales; además, manifestar que las prácticas inadecuadas producen el deterioro en el entorno natural.

En este sentido dicho programa, contiene los lineamientos principales de la educación y capacitación ambiental, y así lograr un desarrollo armónico del proyecto y el medio ambiente en su entorno.

Además, se contemplan las siguientes actividades:

### ***Durante la Etapa de Construcción***

- La municipalidad en coordinación con entidades públicas y privadas, deberá organizar campañas de promoción de educación ambiental sobre la problemática de la contaminación en el entorno del proyecto.

#### ***4.3.10.5. Programa de capacitación ambiental y seguridad***

##### ***Educación Ambiental***

- Se proporcionará normas estrictas, sobre el comportamiento del personal de obra, dentro y fuera de la misma, para no perjudicar a terceros y sus propiedades
- Se organizarán charlas para dar a conocer al personal, la obligación de conservar el medio ambiente en la zona de trabajo y zonas urbanas aledañas.
- Se realizará campañas de promoción sobre educación ambiental en temas relacionados a residuos sólidos de construcción, residuos peligrosos y residuos comunes, técnicas de control del polvo, ruido ambiental, orden y limpieza, control de la calidad del agua, aire y suelo.
- Se brindará un taller educativo y practico sobre qué hacer en casos de emergencia y desastre.

##### ***Seguridad***

- En las instalaciones provisionales que se tendrá durante el proceso de la ejecución del proyecto, se contará con material de primeros auxilios; además del equipo de extinción de incendios.

#### ***4.3.10.6. Programa de contingencia***

- Previamente se debe informar al centro de salud de la localidad más cercana, sobre el proyecto que se llevará a cabo y por ende el inicio de la construcción del puente; a fin, de que estén alerta ante algún accidente.
- El contratista es el responsable de llevar a cabo el Plan de Contingencias; el cual, debe instalar un sistema de alerta y mensajes, además, auxiliar y ayudar a la población que se vea afectada.

#### 4.3.10.7. Programa de cierre de obra

Tiene como principal objetivo establecer acciones adecuadas, al finalizar los trabajos, así poder recuperar las áreas afectadas; dicha recuperación se realizará rehabilitando las áreas disturbadas hasta obtener un medio ambiente permanente y estable, compatible con las áreas existentes en los alrededores.

#### 4.3.10.8. Programa de inversiones

<b>PROGRAMA DE INVERSIÓN PARA CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES EN PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO - CARRETERA ZAÑA</b>	
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>Costo Total (S./)</b>
Colocación de malla protectora en orilla de río	S/ 600.00
Supervisión Ambiental en cauce de río	S/ 14,400.00
Riego de aditivos controladores de polvo	S/ 8,000.00
Contrucción de Patio de Máquinas demontable	S/ 15,000.00
Mantenimiento y abastecimiento de silenciadores maquinaria pesada	S/ 6,000.00
Colocación y manetimiento de recipientes herméticos	S/ 1,200.00
Elaboración de Depóstio de Material Excedente (DME)	S/ 5,000.00
Recolección y transporte de material a DME	S/ 16,000.00
Recolección y transporte de derrames tóxicos	S/ 12,000.00
Supervisión Ambiental en diferentes zonas	S/ 12,000.00
Abastecimiento de equipos de protección personal	S/ 10,000.00
Desmontaje de patios y casetas	S/ 10,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 110,200.00</b>

(Fuente: Propia)

### 4.3.10.9. Cronograma de actividades

Actividad	Cronograma Trimestral				Rubro	Costo
	I	II	III	IV		
<b>Etapas de Construcción</b>						
Manejo de residuos solidos de construcción	X	X	X		Residuos Sólidos	10000
Arborización				X	Plantones	1000
Capacitación , Educacion Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional					Talleres	5000
Alquiler de Equipos para monitoreo ambiental: Ruido y calidad de aire. Estudio Monitoreo Calidad de Aire.		X			Estaciones de monitoreo calidad aire (2 unidades) Sonómetro (1 unidad)	4000
<b>Etapas de Funcionamiento</b>						
Manejo de residuos solidos, Tratamiento mediante incinerador , Operación y mantenimiento				X	Incinerador	40000
Adquisición Equipamiento para monitoreo ambiental: Ruido y calidad de aire				X	Estaciones de monitoreo calidad aire (2 unidades), Sónometro (1 unidad)	20000
Capacitación , Educacion Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional	X	X	X	X	Talleres	5000
Adquisición Equipos de medición de higiene ocupacional sonómetro. Dosímetro, luxómetro, condiciones ambientales				X	Dosímetro(2) , luxometro (1), condiciones termoambientales (1)	17000
<b>Subtotal S/.</b>						<b>102000</b>

(Fuente: Propia)

### 4.3.11. Descripción de los principales impactos por etapas del proyecto.

#### 4.3.11.1. Etapa pre construcción

Aquí se realizan los estudios preliminares; como el recojo de muestras y los estudios de suelos, los cuales no impactan sobre el medio ambiente del área de influencia directa; Pero, impactan positivamente en el medio socioeconómico, en cuanto al factor de valoración de los inmuebles.

#### **4.3.11.2. Etapa de construcción**

### **I. Medio físico**

#### **a) En la calidad del aire**

Se verá afectado de manera negativa la calidad del aire; debido a las emisiones de material particulado y ruidos generados, principalmente, por el movimiento de tierras, la construcción en general y por las acciones de transporte de materiales.

Lo cual, se encuentra relacionado con la emisión de gases, a consecuencia de la combustión interna de motores de la maquinaria pesada.

Estos impactos son temporales; pero, altamente significativos.

#### **b) En la calidad del agua**

Los recursos hídricos se verán poco afectados por las actividades del proyecto; ya que, es un área consolidada y no hay flujos naturales cercanos de agua superficial.

#### **c) En la calidad del suelo**

A consecuencia de la obra a ejecutarse se generará alteraciones en la calidad del suelo; debido, a los desechos que se producen en la construcción; como, grasa y combustible en el patio de maquinarias y lugares de recorrido. Asimismo, se asentará y compactará el suelo debido al acopio de materiales y patio de maquinarias.

### **II. En el medio biológico**

Las alteraciones de la vegetación a consecuencia de la construcción; como, áreas de intervención, que se asocian a las acciones de limpieza. También, los ocasionados por descombro de terreno y movimientos de tierra.

### **III. En el medio socioeconómico**

#### **a) Impacto negativo**

Las molestias que se generarán a los pobladores que viven cerca al río Zaña; como, el alto nivel de ruido, alteraciones en la calidad del aire, incremento del tránsito vehicular y peatonal; también, se ve afectado el estilo de vida de los pobladores, por la presencia de personas foráneas.

Además, se verá afectada la salud física del personal de obra y de los pobladores cercanos; a consecuencia, de la proliferación de partículas de los residuos sólidos generados durante la construcción, principalmente en cuando se genere movimiento de tierras, desmonte y en el traslado de materiales.

#### **b) Impacto positivo**

Se generará empleo de manera temporal; ya que, se requerirá mano de obra calificada y no calificada. Además, ingresos económicos a la población cercana al proyecto; a causa de, el movimiento de personas que no son de la zona; los cuales, necesitarán alimentos y otros productos para su consumo y autocuidado.

#### ***4.3.12. PLAN DE COMPENSACION AMBIENTAL,***

Uno de los principales objetivos de la Evolución de Impacto Ambiental detallado es establecer medidas que ayuden a Mitigar o Restaurar los impactos negativos los impactos negativos que pueden generar los proyectos de inversión.

El presente trabajo de inversión no puede ser evitado, ya que es de carácter urgente la construcción de un puente para la transpirabilidad de los vehículos.

Lo que se desarrollara en este acápite es la compensación de Naturaleza por Naturaleza como, por ejemplo:

- ✓ Medidas de restauración estas medidas son por medio de la ingeniería
- ✓ Restablecer la biodiversidad y valores ecológicos mediante acciones positivas
- ✓ Medidas de conservación mantener los ecosistemas que se encuentran amenazados
- ✓ La plantación de árboles para la defensa de la rivera del rio y la captura de carbono

#### ***4.3.13. CONCLUSIONES, DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL***

- El proyecto “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA” se encuentra en la ciudad de Zaña, en la Cuenca Zaña la cual tiene una longitud de 108 km.

- El río Zaña es la fuente de agua para la agricultura, la ganadería y la población de la cuenca.
- El propósito del proyecto “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA” es solucionar el inadecuado servicio de transpirabilidad el cual es numerosas ocasiones se da por el río.

#### **4.3.14. RECOMENDACIONES,**

- La participación ciudadana es un punto muy importante en una Evaluación de impacto Ambiental, en esta ocasión no se cuenta con una participación ciudadana ya que las autoridades de la localidad muestran poca o nulo interés en que se realice el proyecto a pesar de lo problemas que se vienen dando.

#### **4.3.15. Imagenes**

##### **Carretera Zaña a la Otra Banda**



(Fuente: Propia)

### Basura en la rivera del río Zaña



(Fuente: Propia)

### Baden ubicado en el cauce del río Zaña



(Fuente: Propia)

### Basura acumulada en la rivera del río Zaña



(Fuente: Propia)



(Fuente: Propia)

## Partículas en suspensión



(Fuente: Propia)

### V. Discusión

La discusión debe corresponder a la secuencia empleada para presentar los resultados, analizando, en cada caso, posibles causas y comparándolos con resultados de otros autores si los hubiere. Así mismo la discusión puede presentar principios, relaciones y teorías que puedan ser sustentadas por los resultados obtenidos.

### VI. Conclusiones

- ✓ Se realizó el diseño del puente vehicular tipo arco en la carretera Zaña a la Otra Banda, el cual beneficiará a los moradores de los centros poblados de La Otra Banda, San Rafael, Palomino, entre otros, también, se verán beneficiadas las personas que laboran en las empresas que se encuentran al otro lado del río.
- ✓ Los resultados obtenidos del modelamiento en el software CSIBridge están dentro de lo esperado, ya que, por ser un puente tipo arco, su mayor esfuerzo es a compresión y, la viga horizontal junto con la trabe está esforzada a flexión.
- ✓ Las conexiones fueron diseñadas en el software IDEASStatiCa, utilizándose conexiones pernadas y conexiones soldadas.

- ✓ La topografía muestra que la profundidad del cauce varía entre los 7 a 8 m, obligando a no estrechar demasiado la sección transversal del puente, esto tomando como referencia que para ríos que traen maleza, arbustos, etc, en épocas de máximas avenidas el gálibo debe ser como mínimo de 2.5m.
- ✓ Con el estudio geo-eléctrico se conoció el perfil estratigráfico de la zona.
- ✓ Para determinar el caudal máximo se utilizaron los registros de los aportes de las diferentes cuencas aportantes al río Zaña, luego de analizarlos se obtuvo que el caudal máximo de 1121.31 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años.
- ✓ La losa de rodadura estará ubicada a 54.57 m.s.n.m. tomando como referencia a el NAME y la topografía de la zona.
- ✓ La superestructura planteada es un puente tipo arco, tomando como referencia la longitud total del puente y el catálogo de SIMA, el cual recomienda que para puentes con una luz mayor o igual a 100m y menor que 300m debe construir una estructura tipo arco.
- ✓ La subestructura que se diseño es un estribo de concreto armado con un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Los planos se anexan al final.
- ✓ El impacto ambiental muestra que la mayor contaminación se produce por las partículas en suspensión y para mitigar ese impacto se recomienda regar con agua la zona y camino por el cual estarán transitando los vehículos.

## **VII. Recomendaciones**

- ✓ Realizar una nueva topografía en la zona ya que es una zona en la cual se realizan trabajos constantemente.
- ✓ Viendo la topografía de la zona y las imágenes en la cual se aprecia que en épocas de máximas avenidas el río se desborda por el margen izquierdo (aguas arriba del puente) y por el marguen derecho (aguas abajo del puente) se recomienda diseñar la defensa ribereña en todo el largo que sea necesario. Lo cual se aleja del objetivo general de esta investigación la cual se enfoca en el diseño del puente.

## VIII. Referencias

### Referencias

- [1] R. Claros Chuquimia y P. E. Meruvia Cabrera, AYOPO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE PUENTES, CHOCHABAMBA, 2004.
- [2] RRP NOTICIAS, «RRP,» 25 FEBRERO 2019. [En línea]. Available: <http://cort.as/-JWYG>. [Último acceso: 17 Mayo 2020].
- [3] A. ROCHA FELICES, EL MEGANIÑO DE 1720: LA INUNDACIÓN DE ZAÑA Y LAS FALLAS EN LA PLANIFICACIÓN USO DE LA TIERRA, 2015.
- [4] V. R. CHUGDÉN MIRANDA, *Construcción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, distrito de Zaña – Chiclayo – Lambayeque*.
- [5] MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L., Mecánica de suelos para el proyecto "CONstrucción del puente alcantarilla y mejoramiento del camino vecinal que une Zaña y el centro poblado La Otra Banda, Distrito de Zaña - Chiclayo - Lambayeque", Zaña, 2017.
- [6] IMNSA Ingenieros Consultores S.A., «Estudio hidrológico-hidráulico para el diseño del puente sobre la quebrada Blanch,» San José, Costa Rica, 2013.
- [7] M. Augue, «Métodos Geo-eléctricos para la Prospección de Agua Subterránea,» Universidad Buenos Aires, Buenos Aires, 2008.
- [8] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, MANUAL DE PUENTES, LIMA, 2018.
- [9] A. RODRÍGUEZ SERQUÉN, Puentes con AASTHO-LRFD 2014, Prometeo Desencadenado, 2017.
- [10] J. MENDOZA DUEÑAS y S. MORA QUIÑONES, TOPOGRAFÍA PRÁCTICA, LIMA, 2004.
- [11] J. J. VÉLEZ UPEGUI, B. A. BOTERO HERNÁNDEZ, J. C. PARRA TORO, V. M. ARISTÍZABAL MURILLO y A. MARULANDA AGUIRRE, DISEÑO

- HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE OBRAS DE INGENIERÍA PARA PROYECTOS VIALES, Manizales: Blanecolor S.A.S., 2013.
- [12] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE, LIMA, 2018.
- [13] J. SUÁREZ DÍAZ, CONTROL DE EROSIÓN EN ZONAS TROPICALES, BUCARAMANGA: Universidad Industrial de Santander, 2011.
- [14] J. D. Rojo Hernandez, «ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRAULICO PARA DISEÑO DE PUENTE,» [En línea]. Available: <https://cutt.ly/BooMtql>. [Último acceso: 15 mayo 2020].
- [15] AASHTO, AASHTO 2017 LRFD Bridge Design Specifications, Washington, DC, 2017.
- [16] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG - 2018, LIMA, 2018.
- [17] AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, «ANA - ESTACIÓN BATÁN,» [En línea]. Available:  
<http://snirh.ana.gob.pe/consultassnirh/RepConsultaHidrometrica.aspx?IdPunto=1730&IdTipo=1&IdFuente=4>. [Último acceso: 2019].
- [18] SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ, «SENAMHI - ESTACIÓN OYOTUN,» [En línea]. Available: <https://senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>. [Último acceso: 2019].
- [19] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, «PERÚ: Estimaciones y Proyecciones de Poblacion por Departamento, Provincia y Distrito, 2018 - 2020,» 2020.

**IX. Anexos****ANEXO 1**



## **MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.**

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### **INFORME TECNICO**

**001384**

#### **PROYECTO**

**CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE ALCANTARILLA Y  
MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL  
CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA –  
CHICLAYO - LAMBAYEQUE**

#### **UBICACION**

**DISTRITO                      : ZAÑA  
PROVINCIA                  : CHICLAYO  
REGION                        : LAMBAYEQUE**

#### **SOLICITANTE**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA**

**CHICLAYO, 23 DE ENERO DEL 2017**



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### INDICE

001383

- 1.0 GENERALIDADES
  - 1.1 OBJETO DEL ESTUDIO
  - 1.2 UBICACIÓN DEL ESTUDIO
  - 1.3 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO
- 2.0 ASPECTOS GEOLOGICOS
  - 2.1 GEODINAMICA EXTERNA
- 3.0 INVESTIGACION DE CAMPO
- 4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO
- 5.0 INTERPRETACION DE RESULTADOS
- 6.0 PAVIMENTOS
  - 6.1 DISEÑO DEL PAVIMENTO
  - 6.2 METODO NAASRA
- 7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 8.0 BIBLIOGRAFIA
- ANEXOS
- 9.0 ESTRATIGRAFIA DEL EJE DE LA CARRETERA
- 10.0 RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- 11.0 VISTAS FOTOGRAFICAS



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001382

### 1.0 GENERALIDADES

#### 1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

A solicitud de la Municipalidad Distrital de Zaña, se ha efectuado el presente estudio de Mecánica de Suelos, el cual comprende una longitud de 1.73 Km, a nivel de sub rasante, con la finalidad de conocer las características geomecánicas y comportamiento como base de sustentación de los suelos para soporte de tráfico en condiciones de trocha carrozable, a la cual se le aplicará una capa de material con características de afirmado y un tratamiento superficial Bicapa.

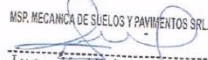
Para cada tramo, se ha determinado la capacidad portante del suelo así mismo se ha determinado el tipo de suelo que conforma la subrasante, para lo cual se han realizado los ensayos pertinentes.

#### 1.2 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El Proyecto denominado "Construcción del Puente Alcantarilla y Mejoramiento del Camino Vecinal Que Une Zaña y El Centro Poblado La Otra Banda", se encuentra ubicado en el Distrito de Zaña, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

#### 1.3 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

- Los suelos encontrados a lo largo del muestreo realizado, están conformados por suelos **ML** y **ML-CL**, limos y arcillas limosas, de baja plasticidad.

MSP, MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 JAIME AUGUSTO VERBARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Levantamientos Topográficos
- Concreto
- Autocad
- Asfalto
- Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612- REGISTRO OSCE N° SO 579278

001381

### 2.0 ASPECTOS GEOLOGICOS

El Complejo del Maraón, hacia el Este, y la Formación Olmos en la costa, ambos de edad precambriana, constituyen el basamento metamórfico sobre los cuales yacen discordantemente rocas filíticas y tobáceas de la Formación Salas de posible edad ordoviciana. Sobre éstas descansan las Capas Rojas del Grupo Mitu del Permiano Superior. El lapso Triásico-Jurásico inferior está constituido por las calizas de la Formación La Leche en la faja costanera y el Grupo Pucará en el área del Maraón, formaciones que están asociadas a derrames y piroclásticos andesíticos y dacíticos de la Formación Oyotún cuya edad parece llegar hasta el Jurásico Superior.



En la zona explorada no se determinó formas geológicas importantes como fallas, discordancias, aberturas, grietas, fisuras importantes.

### 2.1 GEODINAMICA EXTERNA

Los movimientos de taludes o fenómenos de geodinámica externa obedecen a diversas causas y mecanismos de falla que corresponde a los tipos de materiales en que se producen y el estado de esfuerzos que soportan, así como al conjunto de factores ambientales y climáticos que contribuyen a la meteorización y alteración de los materiales y a los cambios de humedad y acción erosiva.

La geodinámica externa en el área del estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como son huaycos, deslizamientos de masa de tierra, inundaciones, etc.

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO


  
 JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001380

### 3.0 INVESTIGACION DE CAMPO

Con la finalidad de confeccionar un perfil estratigráfico que comprenda toda la longitud del tramo, se han efectuado 04 sondajes en la modalidad de calicatas a cielo abierto hasta la profundidad de 1.50 m, las que se describen a continuación:

Calicata	Profundidad	Progresiva
C - 1	1.50	0+000
C - 2	1.50	0+500
C - 3	1.50	1+000
C - 4	1.50	1+500

Habiéndose efectuado de cada calicata toma de muestras disturbadas por cada estrato, para sus ensayos pertinentes en el laboratorio, y muestras totales para las pruebas C.B.R. (Razón Soporte California), con la finalidad de recomendar un espesor mínimo de afirmado en obra.

### 4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han realizado con la finalidad de obtener los parámetros necesarios que determinen las propiedades físicas y mecánicas del terreno de fundación. Para el efecto se han ejecutado los siguientes ensayos, bajo las Normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M.) y las Normas de la AASHTO:

Análisis granulométrico por Tamizado ASTM - D-422

Límite Líquido ASTM - D-423

Límite Plástico ASTM - D-424

C.B.R. ASTM - 1883

Proctor Modificado AASHTO T-180

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL.

Juan Valdejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO



JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001379

También se ha incluido su contenido de humedad Natural y sales totales.

### 5.0 INTERPRETACION DE RESULTADOS

#### Progresivas 0+000 - 0+740

##### Calicata C-1 – C-2

Los suelos, se encuentran identificados en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), como **ML-CL**, arcillas limosas de baja plasticidad, color beige, de consistencia media.

Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 4 (8) y A – 4 (7).

Su C.B.R. promedio es de 9.30% al 95% de su Máxima densidad.

#### Progresivas 0+740 - 1+730

##### Calicata C-3 – C-4

Los suelos se encuentran identificados en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), como **ML**, limos arenosos, de baja plasticidad, color beige, de compacidad media.

Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 4 (7).

Su C.B.R. promedio es de 9.60% al 95% de su Máxima densidad.

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA	Km.	PROFUNDIDAD (m)	C.B.R. (95%)	ANALISIS GRANULOMETRICO		LIMITES ATTTERBERG			CLASIFICACION	
				Pasa 40	Pasa 200	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
C – 1	0+000	0.00 – 1.50	9.30	87.70	72.40	26.58	19.70	6.88	ML - CL	A-4 (8)
C – 2	0+500	0.00 – 1.50		85.80	69.30	27.93	21.02	6.91	ML - CL	A-4 (7)
C – 3	1+000	0.00 – 1.50	9.60	87.00	67.90	23.91	20.54	3.37	ML	A-4 (7)
C – 4	1+500	0.00 – 1.50		85.50	68.40	22.97	19.05	3.92	ML	A-4 (7)

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL

Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO



JAIMÉ AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001378

### 6.0 PAVIMENTOS

#### 6.1 DISEÑO DEL PAVIMENTO

Para el diseño del pavimento se ha obtenido de la sub rasante de cada tramo su ensayo CBR, de acuerdo a las Normas AASHTO T-193, con cuatro días de saturación y a 95% en comparación con el proctor modificado AASHTO T-180 D, con una penetración de 0.01", a fin de agruparlos en forma homogénea, con el objeto de definir su C.B.R. (Razón Soporte California) de diseño.

#### 6.2 METODO NAASRA

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

**e** = espesor de la capa de afirmado en mm.

**CBR** = valor del CBR de la subrasante.

**Nrep** = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

#### CBR DE DISEÑO CAMINO VECINAL ZAÑA – LA OTRA BANDA

Progresiva (Km)	Profundidad (m)	CBR (95%)
0+000 – 0+740	0.00 – 1.50	9.30
0+740 – 1+730	0.00 – 1.50	9.60
<b>PROMEDIO</b>		<b>9.50</b>

MSP, MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
JUAN VAÑELOS CORTÉZ  
JEFE DE LABORATORIO



JAI ME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001377

**SOLICITADO:** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO:** CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN:** DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**FECHA:** 23/01/2017

### CALCULO DE ESPESOR CAPA DE AFIRMADO (MÉTODO NAASRA)

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Datos:

CBR : 9.50

Nrep : 50000

e = 178.5 mm.

e = 179 mm.

e = 17.9 cm. Valor Teórico

e = 20 cm. Valor Práctico

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO



JAIME AUGUSTO VÁRCARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001376

### 7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 1. PERFIL DEL SUELO

El perfil del suelo a nivel de Sub-rasante entre las **progresivas 0+00-0+740**, se encuentra comprendido por arcillas limosas de baja plasticidad, identificados en el Sistema SUCS (Clasificación Unificada del Suelos) como **ML-CL**; En las **progresivas 0+740-1+730**, un estrato bien definido de limos arenosos de baja plasticidad, clasificadas en el Sistema SUCS (Clasificación Unificada del Suelos) como **ML**.

Las características de estos suelos se encuentran en el Item 05 "Interpretación de Resultados", adjuntos al presente informe.

2. De acuerdo al **Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013)" – Cap. III – Sección 301. Afirmados (301.02 – Materiales)**, los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la **Tabla 301-01**.

**Tabla 301-01**

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	---				
37,5 mm (1½")	100	---				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)

• Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.  
Juan Vallesos Cornejo  
JEFE DE LABORATORIO

JAMES AGUSTO VERGARA PEREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001375

• Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)

• CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm)

3. Para el caso de materiales de afirmado de base, se sugiere el uso de materiales de la cantera "San Nicolás", los que en su colocación deberán ser compactados enérgicamente, hasta obtener el 100% de compactación, comparada de su curva densidad – humedad, obtenida en el laboratorio de acuerdo a las Normas AASHTO T – 180 D.
4. El CBR de la subrasante tiene un valor promedio de 9.50% al 95% del Proctor Modificado AASHTO T – 180 D, con el cual se ha diseñado la estructura del pavimento por el método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS). El espesor del pavimento queda fijado en 20 cm. a lo largo de toda la vía.
5. Se recomienda trabajar el terreno de fundación teniendo en cuenta la humedad óptima obtenida del proctor para lograr un buen grado de compactación del terreno.
6. Los materiales a utilizar como agregados pétreos para el tratamiento superficial Bicapa deben cumplir las siguientes especificaciones:


### Materiales

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

#### (a) Agregados Pétreos

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad siguientes:

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

  
JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



001374

## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con Una cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas Chatas y alargadas (MTC E-221)	15% máx
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (MTC E 519)	+95
Terrones de Arcilla y Partículas Friables (MTC E212)	3% máx.
Salas solubles Totales (MTC E 219)	0.5% máx.

Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la **Tabla N° 405-1**.

**Tabla N° 405-1**

### Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tipo de Material			
	A	B	C	D
25,0 mm. (1")	100	-	-	-
19,0 mm. (3/4")	90 – 100	100	-	-
12,5 mm. (1/2")	10 – 45	90 – 100	100	-
9,5 mm. (3/8")	0 – 15	20 – 55	90 – 100	100
6,3 mm. (1/4")	-	0 – 15	10 – 40	90 – 100
4,75 mm. (N° 4)	0 – 5	-	0 – 15	20 – 55
2,36 mm. (N° 8)	-	0 – 5	0 – 5	0 – 15
1,18 mm. (N° 16)	-	-	-	0 – 5

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.  
Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

  
JAIME AUGUSTO VERGARA PEREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L. 001373

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

7. La geodinámica externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles Huaycos, deslizamiento de masas de tierra, etc.
8. Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe técnico son solo aplicables para el área estudiada, de ninguna manera se puede aplicar a otros sectores u otros fines.

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

JAMIE AUGUSTO VERRERA PEREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Levantamientos Topográficos
- Concreto
- Autocad
- Asfalto
- Obras Civiles


REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001372

### 9.0 BIBLIOGRAFIA

- Diseño y Construcción de Pavimentos, German Vivar Romero.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Propiedades Geofísicas de los suelos, Joseph Bowles

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
Juan Vallejos Cordero  
JEFE DE LABORATORIO

  
JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Levantamientos Topográficos
- Concreto
- Autocad
- Asfalto
- Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001371

## ANEXOS



**MECANICA DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.R.L.**

- Estudios de Suelos
- Levantamientos Topográficos
- Concreto
- Autocad
- Asfalto
- Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001370

**ESTRATIGRAFIA DEL EJE DE LA CARRETERA**



## MECANICA DE SUELOS

### Y PAVIMENTOS S.R.L. 01369

- Estudios de Suelos
- Levantamientos Topográficos
- Concreto
- Autocad
- Asfalto
- Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

#### REGISTRO DE EXCAVACION

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA

PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO  
POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE

UBICACION : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE

CALICATA : C - 1

PROGRESIVA : 0+000

FECHA : 23/01/2017

COTA (m)	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS	OBSERVACIONES
	0.00		Arcillas limosas, de baja plasticidad, de color beige. Clasificación AASHTO: A - 4 (8)	M - 1	
	1.50				

M.S.P. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.  
  
 Juan Valpejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

JAIME AUGUSTO VERGARA PEREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### REGISTRO DE EXCAVACION

001368

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA


PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE

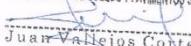
UBICACION : DIST. ZAÑA. PROV. CHICLAYO. DPTO. LAMBAYEQUE


**CALICATA : C - 2**

PROGRESIVA : 0+500

FECHA : 23/01/2017

COTA (m)	ROFUNDIDAD (m)	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS	OBSERVACIONES
	0.00		Arcillas limosas, de baja plasticidad, de color beige. Clasificación AASHTO: A - 4 (7)	<b>M - 1</b>	
	1.50				

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
  
 Juan Valdes Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

REGISTRO DE EXCAVACION						
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA						001367
PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE						
UBICACION : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE						
CALICATA : C - 3						
PROGRESIVA : 1+000						
FECHA : 23/01/2017						
COTA (m)	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS	OBSERVACIONES	
	0.00	  ○ ML	Limos arenosos, de baja plasticidad, de color beige. Clasificación AASHTO: A - 4 (7)	M - 1		
	1.50					

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
  
 Juan Valeros Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO



JAIMES AUSTO VEROSARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### REGISTRO DE EXCAVACION

001366

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA

PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE

UBICACION : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE

CALICATA : C - 4

PROGRESIVA : 1+500

FECHA : 23/01/2017

COTA (m)	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS	OBSERVACIONES
	0.00	  <b>ML</b>	Limos arenosos, de baja plasticidad, de color beige. Clasificación AASHTO: A - 4 (7)	<b>M - 1</b>	
	1.50				

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL

*Juan Valdejos Cortez*  
JUAN VALDEJOS CORTEZ  
JEFE DE LABORATORIO



*Jaime Augusto Vergara Pérez*  
JAIMÉ AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Levantamientos Topográficos
- Concreto
- Autocad
- Asfalto
- Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001365

### RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D422 / N.T.P. 339.128)

001364

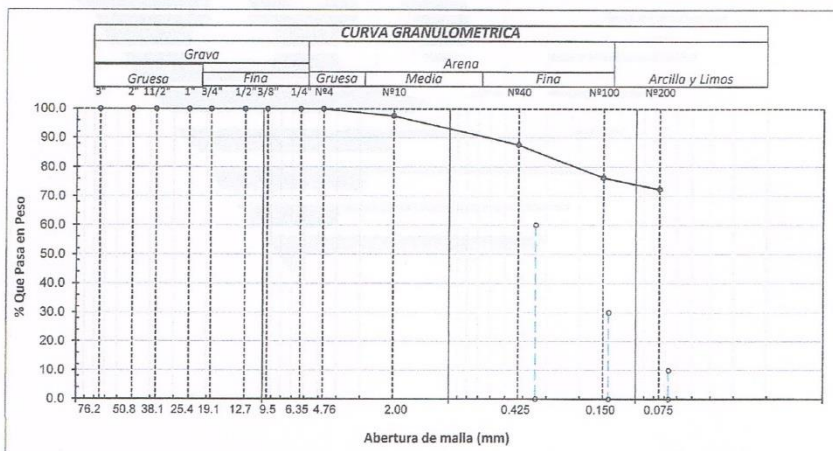
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA  
 BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
 FECHA : 23/01/2017

CALICATA N° : C - 1

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

ABERTURA MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO		
3"	76.200					PESO TOTAL : 330.0 g.
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 238.8 g.
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					LIMITE LIQUIDO : 26.58 %
1"	25.400					LIMITE PLASTICO : 19.70 %
3/4"	19.050					INDICE PLASTICIDAD : 6.88 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO : A-4 (8)
3/8"	9.525					CLASF. SUCS : CL-ML
1/4"	6.350					DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.760				100.0	Arcilla limosa de baja plasticidad con arena
Nº10	2.000	7.80	2.4	2.4	97.6	
Nº20	0.840	14.10	4.3	6.6	93.4	
N40	0.425	18.80	5.7	12.3	87.7	
Nº50	0.300	20.70	6.3	18.6	81.4	
Nº100	0.150	16.60	5.0	23.6	76.4	MODULO DE FINEZA
Nº200	0.075	13.20	4.0	27.6	72.4	Coef. Uniformidad
< Nº 200	FONDO	238.80	72.4	100.0	0.0	Coef. Curvatura



Observaciones:

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO



JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

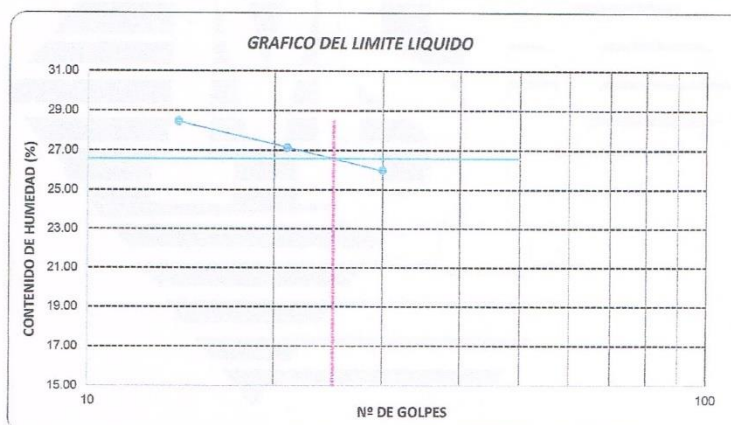
### LIMITE DE ATTERBERG (ASTM - D423 / N.T.P. 339.129)

001363

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
 FECHA : 23/01/2017

CALICATA N° : C - 1                      MUESTRA N°: M - 1                      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	002	024	039	017	---	---
N° de tarro	002	024	039	017	---	---
N° de golpes	14	21	30	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	53.41	53.82	60.21	21.81	---	---
Tarro + suelo seco	46.11	46.25	52.34	21.42	---	---
Agua	7.3	7.57	7.87	0.39	---	---
Peso del tarro	20.48	18.34	22.07	19.44	---	---
Peso del suelo seco	25.63	27.91	30.27	1.98	---	---
Porcentaje de humedad	28.48	27.12	26.00	19.70	---	---




LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	26.58
Límite Plástico	19.70
Índice de Plasticidad	6.88

MUESTRA:	C - 1 - M - 1
Clasificación SUCS	CL-ML
Clasificación AASHTO	

Observaciones: \_\_\_\_\_

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D422 / N.T.P. 339.128)

001362

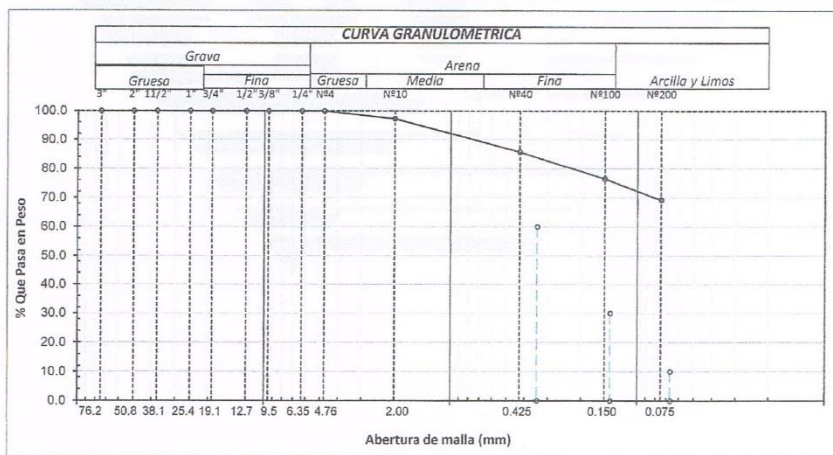
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
FECHA : 23/01/2017

CALICATA N° : C - 2

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

ABERTURA MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO		
3"	76.200					PESO TOTAL : 348.3 g.
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 241.4 g.
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					LIMITE LIQUIDO : 27.93 %
1"	25.400					LIMITE PLASTICO : 21.02 %
3/4"	19.050					INDICE PLASTICIDAD : 6.91 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO : A-4 (7)
3/8"	9.525					CLASF. SUCS : CL-ML
1/4"	6.350					DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.760				100.0	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad
Nº10	2.000	9.30	2.7	2.7	97.3	
Nº20	0.840	16.30	4.7	7.4	92.7	
N40	0.425	23.80	6.8	14.2	85.8	
Nº50	0.300	17.90	5.1	19.3	80.7	
Nº100	0.150	14.40	4.1	23.5	76.6	MODULO DE FINEZA
Nº200	0.075	25.20	7.2	30.7	69.3	Coef. Uniformidad
< Nº 200	FONDO	241.40	69.3	100.0	0.0	Coef. Curvatura



Observaciones:

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.  
Juan Villalobos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO



JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351

Oficina - Laboratorio: Río Chancay N° 170 - Urb. Federico Villarreal - Chiclayo - Telf.: 074-228484  
RPM #994597914 - Sitio Web: www.msp-mecanicadesuelos.com



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

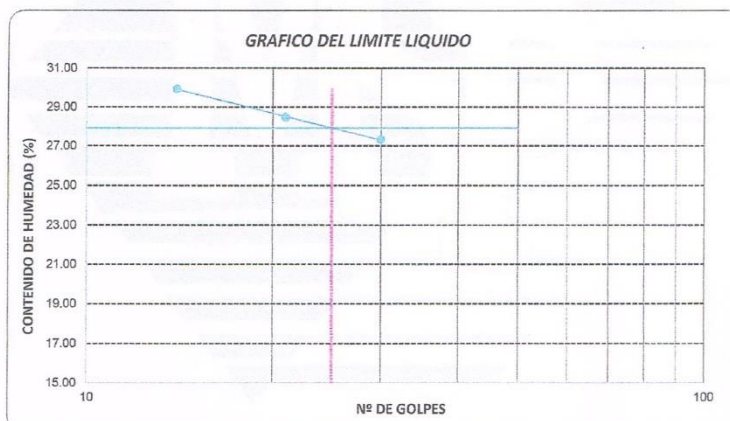
### LIMITES DE ATTERBERG (ASTM - D423 / N.T.P. 339.129)

001361

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
FECHA : 23/01/2017

CALICATA N° : C-2 MUESTRA N°: M-1 PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	015	002	003	005	---	---
N° de tarro	015	002	003	005	---	---
N° de golpes	14	21	30	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	50.27	51.25	52.97	22.03	---	---
Tarro + suelo seco	42.81	43.5	44.89	21.25	---	---
Agua	7.46	7.75	8.08	0.78	---	---
Peso del tarro	17.88	16.29	15.32	17.54	---	---
Peso del suelo seco	24.93	27.21	29.57	3.71	---	---
Porcentaje de humedad	29.92	28.48	27.32	21.02	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	27.93
Límite Plástico	21.02
Índice de Plasticidad	6.91

MUESTRA:	C - 2 - M - 1
Clasificación SUCS	CL-ML
Clasificación AASHTO	

Observaciones: \_\_\_\_\_

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
Juan Valbejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

JAIME AUGUSTO VERGARA PEREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D422 / N.T.P. 339.128)

## 001360

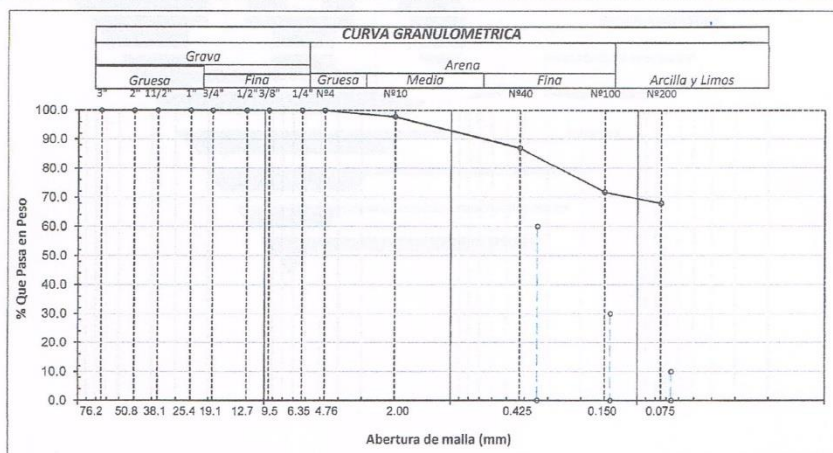
**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 23/01/2017

**CALICATA N°** : C - 3

**MUESTRA N°**: M - 1

**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m

ABERTURA MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO		
3"	76.200					PESO TOTAL : 243.3 g.
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 165.3 g.
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					LIMITE LIQUIDO : 23.91 %
1"	25.400					LIMITE PLASTICO : 20.54 %
3/4"	19.050					INDICE PLASTICIDAD : 3.37 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO : A-4 (7)
3/8"	9.525					CLASF. SUCS : ML
1/4"	6.350					DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.760				100.0	Limo arenoso de baja plasticidad
Nº10	2.000	5.30	2.2	2.2	97.8	
Nº20	0.840	7.90	3.3	5.4	94.6	
N40	0.425	18.40	7.6	13.0	87.0	
Nº50	0.300	26.10	10.7	23.7	76.3	
Nº100	0.150	10.90	4.5	28.2	71.8	MODULO DE FINEZA
Nº200	0.075	9.40	3.9	32.1	67.9	Coef. Uniformidad
< Nº 200	FONDO	165.30	67.9	100.0	0.0	Coef. Curvatura



Observaciones:

MSP, MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO



JAIMES AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351

Oficina - Laboratorio: Río Chancay N° 170 – Urb. Federico Villarreal – Chiclayo - Telf.: 074-228484  
 RPM #994597914 – Sitio Web: www.msp-mecanicadesuelos.com



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

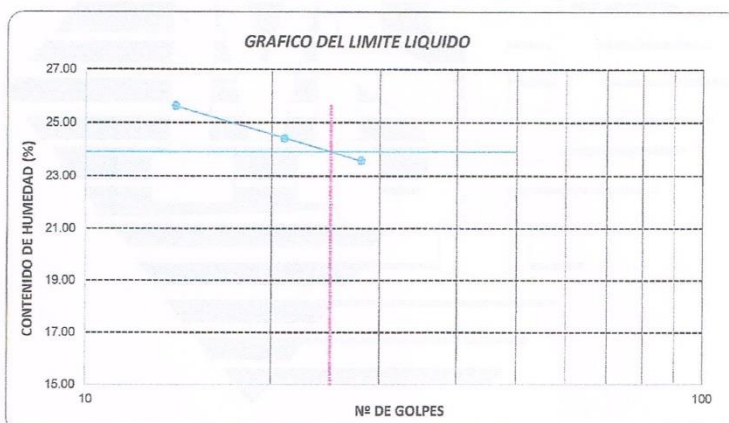
001359

### LIMITE DE ATTERBERG (ASTM - D423 / N.T.P. 339.129)

**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 23/01/2017

**CALICATA N°** : C - 3                      **MUESTRA N°:** M - 1                      **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	008	010	016	018	---	---
N° de tarro	008	010	016	018	---	---
N° de golpes	14	21	28	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	51.16	56.35	57.2	22.18	---	---
Tarro + suelo seco	44.06	49.03	49.57	21.04	---	---
Agua	7.1	7.32	7.63	1.14	---	---
Peso del tarro	16.35	19.04	17.22	15.49	---	---
Peso del suelo seco	27.71	29.99	32.35	5.55	---	---
Porcentaje de humedad	25.62	24.41	23.59	20.54	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Limite Líquido	23.91
Limite Plástico	20.54
Índice de Plasticidad	3.37

<b>MUESTRA:</b>	C - 3 - M - 1
<b>Clasificación SUCS</b>	ML
<b>Clasificación AASHTO</b>	

Observaciones: \_\_\_\_\_

MSP, MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL.  
  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Levantamientos Topográficos
- Autocad
- Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001358

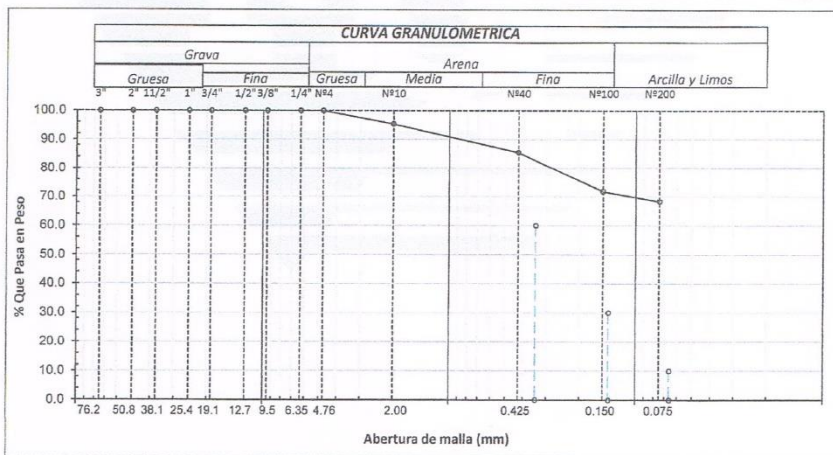
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM - D422 / N.T.P. 339.128)

**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 23/01/2017

**CALICATA N°** : C - 4                      **MUESTRA N°** : M - 1                      **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m

ABERTURA MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	76.200					PESO TOTAL : 207.8 g.
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 142.2 g.
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					LIMITE LIQUIDO : 22.97 %
1"	25.400					LIMITE PLASTICO : 19.05 %
3/4"	19.050					INDICE PLASTICIDAD : 3.92 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO : A-4 (7)
3/8"	9.525					CLASF. SUCS : ML
1/4"	6.350					DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.760				100.0	<i>Limo arenoso de baja plasticidad</i>
Nº10	2.000	9.60	4.6	4.6	95.4	
Nº20	0.840	6.30	3.0	7.7	92.4	
N40	0.425	14.20	6.8	14.5	85.5	
Nº50	0.300	12.10	5.8	20.3	79.7	
Nº100	0.150	16.30	7.8	28.1	71.9	MODULO DE FINEZA
Nº200	0.075	7.10	3.4	31.6	68.4	Coef. Uniformidad
< Nº 200	FONDO	142.20	68.4	100.0	0.0	Coef. Curvatura



Observaciones:

MSP: MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.  
 Juan Vanejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

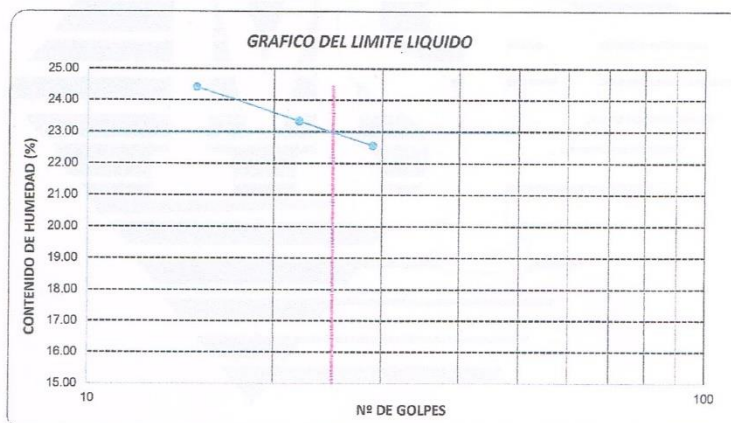
001357

### LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM - D423 / N.T.P. 339.129)

**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 23/01/2017

**CALICATA N°** : C - 4                      **MUESTRA N°:** M - 1                      **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	022	027	031	038	---	---
N° de tarro	022	027	031	038	---	---
N° de golpes	15	22	29	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	54.29	55.25	58.61	21.77	---	---
Tarro + suelo seco	46.63	47.4	50.49	20.89	---	---
Agua	7.66	7.85	8.12	0.88	---	---
Peso del tarro	15.26	13.75	14.48	16.27	---	---
Peso del suelo seco	31.37	33.65	36.01	4.62	---	---
Porcentaje de humedad	24.42	23.33	22.55	19.05	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	22.97
Límite Plástico	19.05
Índice de Plasticidad	3.92

<b>MUESTRA:</b>	C - 4 - M - 1
<b>Clasificación SUCS</b>	ML
<b>Clasificación AASHTO</b>	

Observaciones: \_\_\_\_\_

MSP: MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
  
 Juan Vanejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351

Oficina - Laboratorio: Río Chancay N° 170 - Urb. Federico Villarreal - Chiclayo - Telf.: 074-228484  
 RPM #994597914 - Sitio Web: www.msp-mecanicadesuelos.com



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

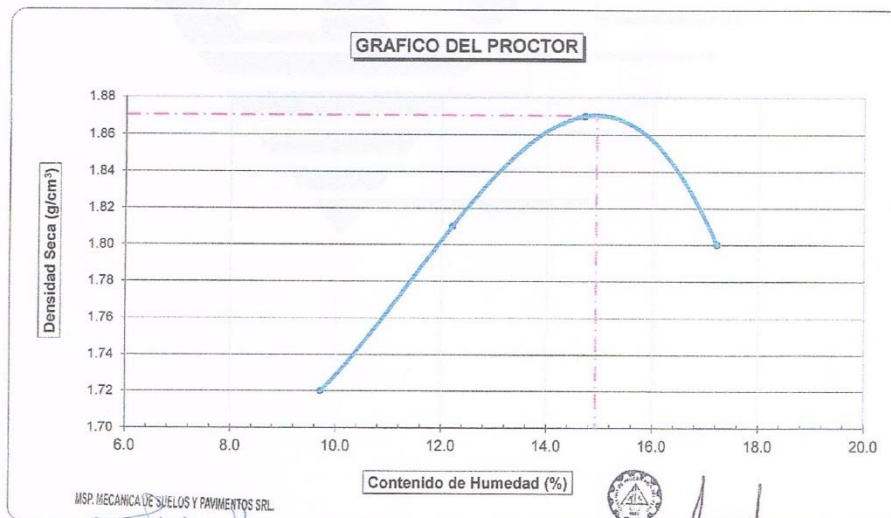
REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001356

### PROCTOR MODIFICADO (ASTM - D1557 / N.T.P. 339.141)

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO  
 LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
 CALICATA : C - 1, C-2  
 PROGRESIVA : 0+000 - 0+740  
 FECHA : 23/01/2017

DENSIDAD HUMEDA				
VOLUMEN DEL MOLDE	2015	cm <sup>3</sup>		
Número de Ensayos	1	2	3	4
Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	6458	6740	6982	6902
Peso de Molde (g)	2650	2650	2650	2650
Peso Suelo Húmedo Compactado (g)	3808	4090	4332	4252
Peso Volumétrico Húmedo (g)	1.890	2.030	2.150	2.110
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente N°	003	011	002	005
Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)	57.56	58.57	60.97	61.22
Peso de Suelo Seco + Tara (g)	54.05	54.39	55.49	54.66
Tara (g)	17.93	20.15	18.24	16.56
Peso de Agua (g)	3.51	4.18	5.48	6.56
Peso de Suelo Seco (g)	36.12	34.24	37.25	38.10
Contenido de agua (%)	9.72	12.21	14.71	17.22
Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.81	1.87	1.80
MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.871 gr/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD OPTIMA:	14.94 %	



MSP, MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL

Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO



JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351

Oficina - Laboratorio: Río Chancay N° 170 - Urb. Federico Villarreal - Chiclayo - Telf.: 074-228484  
 RPM #994597914 - Sitio Web: www.msp-mecanicadesuelos.com



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001355

### CALIFORNIA BEARING RATIO (ASTM - D1883 / N.T.P. 339.145)

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
 PROGRESIVA : KM (0+000 - 0+740)  
 CALICATA : C-1, C-2  
 FECHA : 23/01/2017

COMPACTACION													
Nº Molde		01			02			03					
Nº Capas		5			5			5					
Nº Golpes por capa		56			25			12					
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR			MOJADA			SIN MOJAR			MOJADA		
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	(g)	7,163	7,241	6,908	7,013	6,760	6,963						
PESO DEL MOLDE	(g)	2,556	2,556	2,459	2,459	2,521	2,521						
PESO DEL SUELO HUMEDO	(g)	4607	4685	4449	4554	4239	4442						
VOLUMEN DEL SUELO	(g)	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143						
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.15	2.19	2.08	2.13	1.98	2.07						
CAPSULA Nº		045	046	049	047	048	050						
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	(g)	80.07	85.75	82.56	86.04	72.64	94.66						
PESO CAPSULA + SUELO SECO	(g)	72.66	76.62	74.07	76.41	66.20	82.34						
PESO DE AGUA CONTENIDA	(g)	7.41	9.13	8.49	9.63	6.44	12.32						
PESO DE CAPSULA	(g)	23.09	20.45	18.81	21.12	23.32	20.20						
PESO DE SUELO SECO	(g)	49.57	56.17	55.26	55.29	42.88	62.14						
HUMEDAD	(%)	14.95%	16.25%	15.36%	17.42%	15.02%	19.83%						
DENSIDAD SECA		1.87	1.88	1.8	1.81	1.72	1.73						

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
19-Ene	09.00 a.m.	0 hrs	0.000			0.00			0.00		0.000
20-Ene	09.00 a.m.	24 hrs	0.183	0.183	0.157	0.22	0.224	0.193	0.30	0.302	0.260
21-Ene	09.00 a.m.	48 hrs	0.238	0.238	0.2046	0.36	0.361	0.310	0.42	0.418	0.3594
22-Ene	09.00 a.m.	72 hrs	0.418	0.418	0.3594	0.50	0.503	0.4325	0.59	0.594	0.5107
23-Ene	09.00 a.m.	96 hrs	0.572	0.572	0.4918	0.69	0.689	0.5924	0.71	0.705	0.6062

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 01				MOLDE Nº 02				MOLDE Nº 03			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		7.40	87	29.00		5.40	63	21.00		3.10	36	12.00	
0.040		15.40	180	60.00		11.00	129	43.00		6.70	78	26.00	
0.060		22.30	261	87.00		16.20	189	63.00		9.70	114	38.00	
0.080		29.20	342	114.00		21.30	249	83.00		12.80	150	50.00	
0.100	1000	36.70	429	143.00	14.30	26.70	312	104.00	10.40	15.90	186	62.00	6.20
0.200	1500	59.70	699	233.00		43.60	510	170.00		25.90	303	101.00	
0.300		75.90	888	296.00		55.10	645	215.00		32.80	384	128.00	
0.400		87.90	1029	343.00		64.10	750	250.00		38.20	447	149.00	
0.500		91.80	1074	358.00		66.70	780	260.00		39.70	465	155.00	

Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

JAIMES ALBERTO VARGAS PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS Nº 17351

Oficina - Laboratorio: Río Chancay N° 170 – Urb. Federico Villarreal – Chiclayo - Telf.: 074-228484  
 RPM #994597914 – Sitio Web: www.msp-mecanicadesuelos.com



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Levantamientos Topográficos
- Autocad
- Obras Civiles

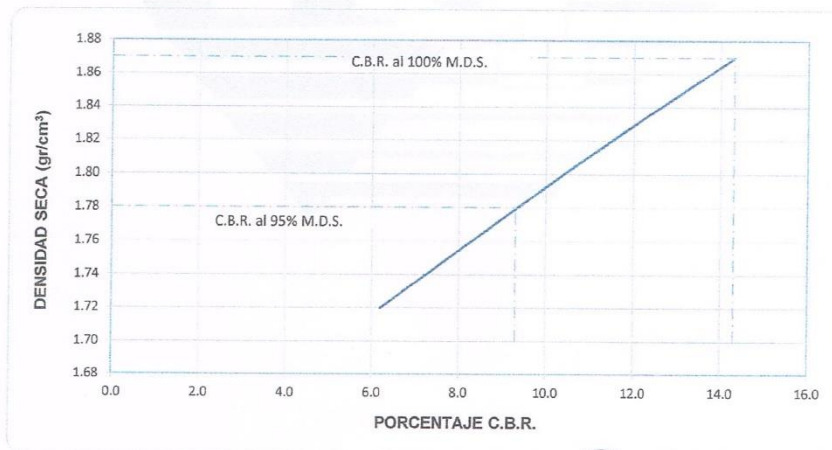
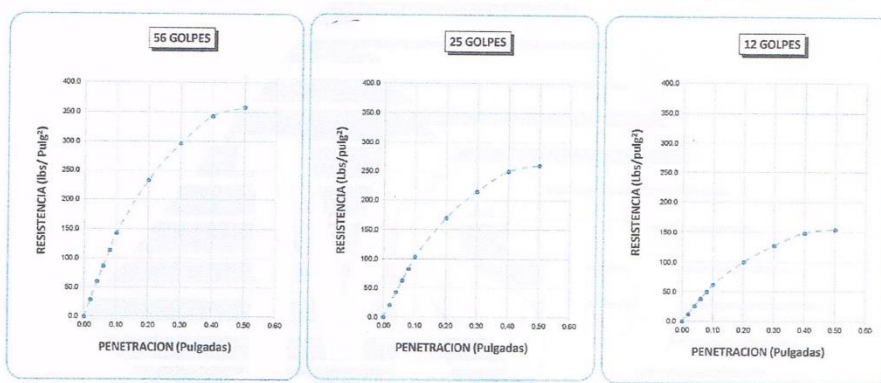
REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001354

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**PROGRESIVA** : KM (0+000 - 0+740)  
**CALICATA** : C - 1, C - 2      **FECHA** : 23/01/2017

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.87
Humedad Optima (%)	14.94

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	14.30
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.30



MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

JAIME AUGUSTO VERGARA PEREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

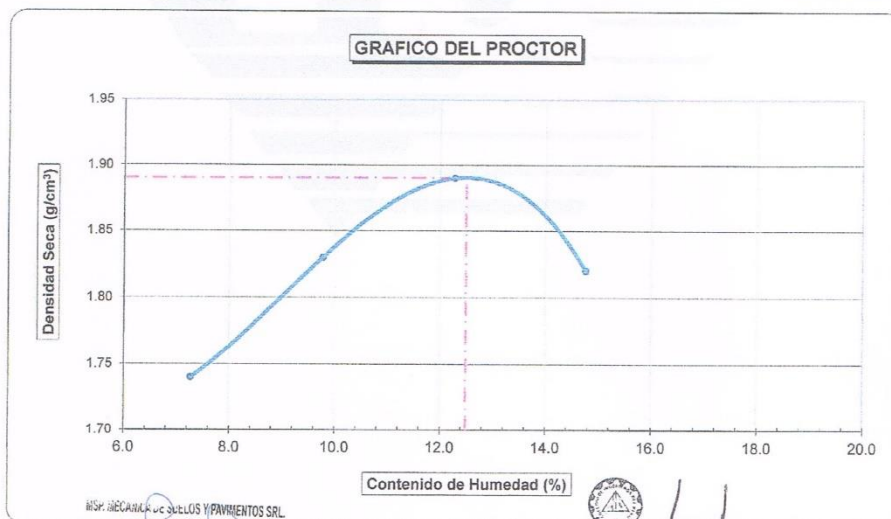
REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001353

### PROCTOR MODIFICADO (ASTM - D1557 / N.T.P. 339.141)

**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : C - 3, C-4  
**PROGRESIVA** : 0+740 - 1+730  
**FECHA** : 23/01/2017

DENSIDAD HUMEDA				
VOLUMEN DEL MOLDE	2015 cm <sup>3</sup>			
Número de Ensayos	1	2	3	4
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	6418	6700	6922	6861
Peso de Molde (g)	2650	2650	2650	2650
Peso Suelo Húmedo Compactado (g)	3768	4050	4272	4211
Peso Volumétrico Húmedo (g)	1.870	2.010	2.120	2.090
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente N°	012	015	023	028
Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)	61.56	58.62	65.67	66.10
Peso de Suelo Seco + Tara (g)	58.62	54.85	60.57	59.84
Tara (g)	18.21	16.32	19.03	17.45
Peso de Agua (g)	2.94	3.77	5.10	6.26
Peso de Suelo Seco (g)	40.41	38.53	41.54	42.39
Contenido de agua (%)	7.28	9.78	12.28	14.77
Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.74	1.83	1.89	1.82
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA :</b>	<b>1.890 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>HUMEDAD OPTIMA:</b>	<b>12.50 %</b>	



MSP: MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL

Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO



JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

### CALIFORNIA BEARING RATIO (ASTM - D1883 / N.T.P. 339.145)

001352

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
 PROGRESIVA : KM (0+740 - 1+730)  
 CALICATA : C - 3, C - 4  
 FECHA : 23/01/2017

COMPACTACION												
N° Molde		04				05				06		
N° Capas		5				5				5		
N° Golpes por capa		56				25				12		
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	(g)	7,094	7,171	6,916	7,021	6,754	6,960					
PESO DEL MOLDE	(g)	2,538	2,538	2,512	2,512	2,556	2,556					
PESO DEL SUELO HUMEDO	(g)	4556	4633	4404	4509	4198	4404					
VOLUMEN DEL SUELO	(g)	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143					
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.16	2.06	2.1	1.96	2.06					
CAPSULA N°		005	002	012	016	020	026					
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	(g)	67.43	76.38	70.70	76.41	56.80	81.90					
PESO CAPSULA + SUELO SECO	(g)	62.23	69.73	64.59	69.33	52.41	72.48					
PESO DE AGUA CONTENIDA	(g)	5.2	6.65	6.11	7.08	4.39	9.42					
PESO DE CAPSULA	(g)	20.65	21.55	17.32	22.03	17.52	18.33					
PESO DE SUELO SECO	(g)	41.58	48.18	47.27	47.3	34.89	54.15					
HUMEDAD	(%)	12.51%	13.80%	12.93%	14.97%	12.58%	17.40%					
DENSIDAD SECA		1.89	1.9	1.82	1.83	1.74	1.75					

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm.	%		mm.	%		mm.	%	
19-Ene	09.00 a.m.	0 hrs	0.000			0.00			0.00		0.000	
20-Ene	09.00 a.m.	24 hrs	0.168	0.168	0.144	0.21	0.209	0.180	0.24	0.244	0.210	
21-Ene	09.00 a.m.	48 hrs	0.202	0.202	0.1737	0.23	0.227	0.195	0.32	0.323	0.2777	
22-Ene	09.00 a.m.	72 hrs	0.325	0.325	0.2794	0.37	0.367	0.3156	0.41	0.412	0.3543	
23-Ene	09.00 a.m.	96 hrs	0.412	0.412	0.3543	0.56	0.563	0.4841	0.63	0.633	0.5443	

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 04				MOLDE N° 05				MOLDE N° 06			
		CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		7.70	90	30.00		5.40	63	21.00		3.30	39	13.00	
0.040		15.90	186	62.00		11.50	135	45.00		6.90	81	27.00	
0.060		23.10	270	90.00		16.70	195	65.00		10.00	117	39.00	
0.080		30.30	354	118.00		22.10	258	86.00		13.10	153	51.00	
0.100	1000	37.90	444	148.00	14.80	27.40	321	107.00	10.70	16.40	192	64.00	6.40
0.200	1500	61.80	723	241.00		44.60	522	174.00		26.70	312	104.00	
0.300		78.50	918	306.00		56.70	663	221.00		33.80	396	132.00	
0.400		91.00	1065	355.00		65.90	771	257.00		39.50	462	154.00	
0.500		94.90	1110	370.00		68.70	804	269.00		41.00	480	160.00	

Juan Valdejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

JAME AUGUSTO VERGARA PEREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351

Oficina - Laboratorio: Rio Chancay N° 170 - Urb. Federico Villarreal - Chiclayo - Telf.: 074-228484  
RPM #994597914 - Sitio Web: www.msp-mecanicadesuelos.com



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Levantamientos Topográficos
- Autocad
- Obras Civiles

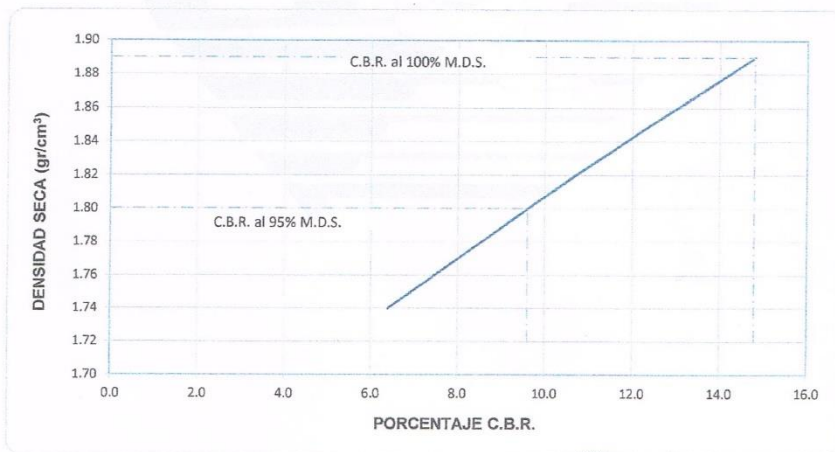
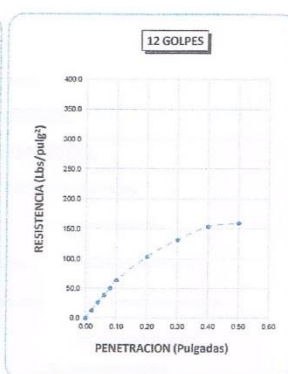
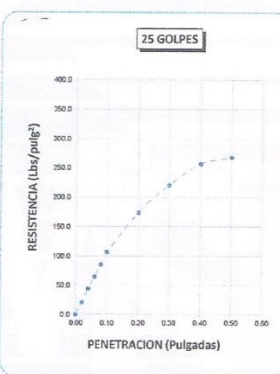
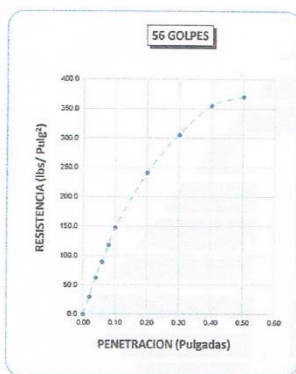
REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001351

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**PROGRESIVA** : KM (0+740 - 1+730)  
**CALICATA** : C - 3, C - 4      **FECHA** : 23/01/2017

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.89
Humedad Óptima (%)	12.50

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	14.80
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.60



MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.  
 Juan Vallejos Cortez  
 JEFE DE LABORATORIO

JAIME AUGUSTO VERGARA PEREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos                      - Concreto                      - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos      - Autocad                      - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001350

### DETERMINACION DE LA SAL (MTC - E219)

**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 23/01/2017


CALICATA	C1 - M1	C2 - M1	C3 - M1	C4 - M1
PROGRESIVA (KM.)	(0+000)	(0+500)	(1+000)	(1+500)
PROFUNDIDAD (m)	0,00 - 1,50	0,00 - 1,50	0,00 - 1,50	0,00 - 1,50
(1) PESO DEL TARRO	18.15	21.15	18.11	20.39
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	112.25	95.54	91.54	89.43
(3) PESO TARRO SECO + SAL	18.16	21.16	18.11	20.39
(4) PESO SAL ( 3 - 1)	0.01	0.01	0.00	0.00
(5) PESO AGUA ( 2 - 3 )	94.09	74.38	73.43	69.04
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.011%	0.013%	0.000%	0.000%

### DETERMINACION DE LA SAL (MTC - E219)

CALICATA - MUESTRA				
SONDAJE				
PROFUNDIDAD (m)				
(1) PESO DEL TARRO				
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL				
(3) PESO TARRO SECO + SAL				
(4) PESO SAL ( 3 - 1)				
(5) PESO AGUA ( 2 - 3 )				
(6) PORCENTAJE DE SAL				

**Observaciones** : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MSP. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL.  
*Juan Vallejos Cortez*  
JEFE DE LABORATORIO

  
*Jaime Augusto Vergara Perez*  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos - Concreto - Asfalto  
- Levantamientos Topográficos - Autocad - Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001349

### HUMEDAD NATURAL (ASTM 2216 / N.T.P. 339.127)

**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA  
**PROYECTO** : CONSTRUCCION DEL PUENTE ALCANTARILLA Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL QUE UNE ZAÑA Y EL CENTRO POBLADO LA OTRA BANDA, DISTRITO DE ZAÑA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**UBICACIÓN** : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 23/01/2017


CALICATA	C1 - M1 (0+000)	C2 - M1 (0+500)	C3 - M1 (1+000)	C4 - M1 (1+500)
PROGRESIVA (KM.)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
Nº RECIPIENTE	035	038	089	178
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	51.42	55.02	47.31	51.24
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	48.01	52.18	44.59	47.96
3.- PESO DEL AGUA	3.41	2.84	2.72	3.28
4.- PESO RECIPIENTE	19.28	21.36	20.49	21.39
5.- PESO SUELO SECO	28.73	30.82	24.10	26.57
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	11.87%	9.21%	11.29%	12.34%

### HUMEDAD NATURAL (ASTM 2216 / N.T.P. 339.127)

POZO-MUESTRA				
SONDAJE				
PROFUNDIDAD (m)				
Nº RECIPIENTE				
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE				
3.- PESO DEL AGUA				
4.- PESO RECIPIENTE				
5.- PESO SUELO SECO				
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD				

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

  
JAIME AUGUSTO VERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS N° 17351



## MECANICA DE SUELOS

### Y PAVIMENTOS S.R.L.

- Estudios de Suelos
- Levantamientos Topográficos
- Concreto
- Autocad
- Asfalto
- Obras Civiles

REGISTRO INDECOPI N° 00069612 - REGISTRO OSCE N° SO 579278

001348

## VISTAS FOTOGRAFICAS

001347



Foto N° 01. Perfil estratigráfico calicata C-1



Foto N° 02. Perfil estratigráfico calicata C-2

MSP. MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS SRL  
Juan Vallejos Cortés

JAI ME AUGUSTO MEDRANO

001346



Foto N° 03. Perfil estratigráfico calicata C-3

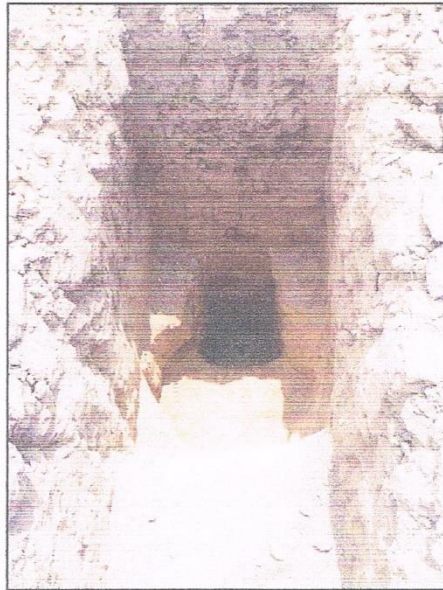



Foto N° 04. Perfil estratigráfico calicata C-4

MSP. MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS SRL.  
Juan Vallejos Cortez  
JEFE DE LABORATORIO

   
JAME AUGUSTO BERGARA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIO DE INGENIEROS Nº 17351

001345



## Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00069612

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPi, certifica que por mandato de la Resolución N° 020297-2011/DSD - INDECOPi de fecha 27 de Diciembre de 2011, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L. y logotipo, conforme al modelo adjunto.

Distingue : Estudio de mecánica de suelos; estudio de cimentación en obras civiles; análisis de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0454725-2011

Titular : MSP MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 27 de Diciembre de 2021

Tomo : 349

Folio : 012

PATRICIA GAMBOA VILELA  
Directora  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPi



**ANEXO 2**

## Estudio Geo-eléctrico

El ensayo de prospección geo-eléctrica mediante el método de sondeos eléctricos verticales (SEV) consiste en evaluar la resistividad eléctrica de los materiales térreos. Las diferentes resistividades entre los materiales geológicos permiten su identificación en un perfil geo-eléctrico vertical. La variación de la resistividad se asocia con la estratigrafía del terreno, es decir, el tipo de material, la disposición de las diferentes capas y la presencia de agua dulce o salada. [17]

El método empleado en la exploración es el “MÉTODO DE RESISTIVIDADES”, a través de sondeos eléctricos verticales (SEV's). Configuración Schlumberger.

Los materiales de la tierra presentan la característica de conductividad eléctrica (facilidad del paso de la corriente eléctrica) que, entre otros factores, depende de la humedad y salinidad del agua contenida en dichos materiales. Se concluye, por tanto, que, midiendo esta conductividad, o su inversa, que es la resistividad (propiedad específica de los materiales que se refiere a la dificultad ofrecida al paso de la corriente eléctrica), se puede determinar el corte geológico aproximado del subsuelo e identificar así la profundidad y espesor probables de capas subterráneas susceptibles de contener agua.

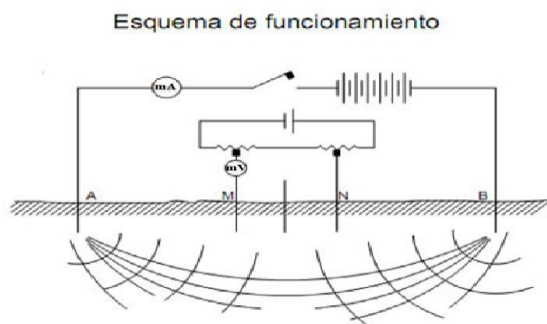
Esto se puede explicar partiendo del extremo correspondiente a materiales completamente secos, que son buenos aislantes eléctricos por su elevada resistividad o baja conductividad, los cuales van incrementando su capacidad de conducir la corriente eléctrica conforme su contenido de agua y/o salinidad es mayor. Se llega así al otro extremo de la escala donde, si el contenido de agua es elevado y su salinidad alta, la resistividad eléctrica del conjunto material – agua es prácticamente la misma del agua individual; con ello se consigue, en ciertos casos, aproximar el grado de salinidad del agua del suelo a partir de los datos de superficie.

La prospección geo-eléctrica consiste en la medida de los valores de resistividad del subsuelo mediante la técnica del sondeo eléctrico vertical (SEV's) cuyo principio básico radica en medir una caída de tensión o voltaje causado por el pase de la corriente eléctrica a través del terreno investigado, para lo cual se utilizan distintas configuraciones de electrodos emisores de corriente y receptores de voltaje.

Para el presente estudio se utilizó la configuración Schlumberger (Figura N°01) que requiere de 4 puntos de contacto en el terreno: dos para crear un campo eléctrico a partir de una fuente de energía que puede ser un conjunto de baterías o un grupo electrógeno, denominados electrodos emisores de corriente AB, y dos para medir la caída de tensión que se produce alrededor del punto central ubicado entre los puntos emisores, llamados electrodos receptores

MN. Los 4 electrodos son dispuestos simétricamente sobre una línea recta y a medida que se aumenta la distancia entre electrodos emisores, la profundidad de penetración de corriente eléctrica en el subsuelo también aumenta, con lo cual se van registrando los valores de resistividad de las capas más profundas. De esta manera se obtiene una curva de resistividades del subsuelo que es función de la profundidad. El SEV finaliza para una separación máxima de electrodos AB, y se procede a cambiar de locación para realizar otro SEV.

**FIGURA N° 09: DISPOSITIVO SCHLUMBERGER**



MA : miliamperímetro

V : voltímetro

AB : electrodos emisores

MN : electrodos receptores

Aplicando diversas técnicas de procesamiento e interpretación, se pueden construir cortes geoelectrónicos del subsuelo, a semejanza de los cortes geológicos, que va a servir para señalar las locaciones más favorables para la perforación de pozos tubulares. La interpretación cuantitativa o numérica de las curvas de resistividades aparentes obtenidas en el campo se realizó mediante el método de analogía y comparación con curvas teóricas y por la resolución computarizada de los problemas directo e inverso con la ayuda del paquete de programas IPI2 WIN, que se utiliza bajo licencia de la firma rusa GeoScan-M.

**TABLA N° 01: RANGO DE RESISTIVIDADES**

<b>RANGO DE RESISTIVIDADES</b>	<b>MATERIALES RELACIONADOS</b>
0.1 a 5 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcillas compactas y semicompactas, o</li> <li>• Arena y grava saturadas de agua con un alto contenido de sales</li> </ul>
5 a 10 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcillas con intercalaciones de arena; o</li> <li>• Arenas y gravas con arcilla saturadas de agua con un contenido de sales entre medio y alto.</li> </ul>
10 a 15 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena y grava contaminadas con arcillas y/o saturadas de agua con un contenido de sales entre mediano y alto</li> </ul>
15 a 25 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenas, gravas y piedras de pequeña dimensión saturadas de agua con un mediano contenido de sales</li> </ul>
25 a 50 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenas, gravas y piedras de regular dimensión saturadas de agua con un bajo contenido de sales</li> </ul>
Mayor a 50 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piedras grandes con arena y grava saturada de agua con bajo contenido de sales</li> </ul>
Mayor a 200 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales compactos fisurados (basamento rocoso fisurado); o</li> <li>• Materiales sedimentarios secos</li> </ul>
Mayor a 1000 Ohm-metro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales compactos (basamento rocoso)</li> </ul>

## **INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS**

En la ejecución e interpretación de los sondeos eléctricos verticales se utilizaron los siguientes instrumentos y equipos:

- Mili voltímetros digital con compensador de polarización y resolución de medida de hasta 0.01 mV.
- Mili amperímetro digital, con resolución de medida de hasta 0.1 mA.
- Fuente de poder conformado por un bloque conmutable de baterías secas de 420V.
- Carretes de cable emisor AB, cables receptores MN.
- Electrodo de acero inoxidable y de cobre.
- Instrumento GPS Garmin ETREX 30x
- Computadora Corei7 y software especializado.
- Vehículo todoterreno de apoyo.

## **TRABAJO DE GABINETE**

La información que se ha obtenido en el campo ha sido procesada acorde a las técnicas establecidas para la exploración geo eléctrica en aguas subterráneas. La interpretación de la información obtenida de los SEV's nos ha permitido determinar las resistividades y los espesores de las capas del subsuelo, cuyo análisis nos permite conocer indirectamente las características físicas del subsuelo.

## **INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

La interpretación de las curvas de resistividad consiste en encontrar un modelo del subsuelo compuesto de un cierto número de niveles materiales con diferentes resistividades tal que la curva calculada para el modelo se ajuste a la curva de resistividades aparentes obtenida de las medidas de campo. Esta interpretación se realiza en forma automática, utilizándose el programa IPI2 WIN con licencia.

## **VALORES CUANTITATIVOS**

El procesamiento e interpretación numérica de los datos de campo (Curva de resistividades aparentes) (Ver Figuras N° 05, 06, 07, 08), permite matemáticamente establecer los siguientes parámetros para cada uno de los SEV ejecutados:

- Numero de capas geo eléctricas.
- Resistividad real por capa geo eléctrica en Ohm-m. ( $\xi$ )
- Espesor de cada capa en metros. ( $e$ )

**ANEXO 3**

## Consideraciones para el diseño de la estructura

Las condiciones generales con las que se realizará el diseño son:

- **Materiales**

- **Acero estructural**

Plancha metálica	ASTM A 709 G 50 $f_y = 345$ MPa
Conectores STUDS	ASTM A 108 G 1015 $f_y = 345$ MPa
Pernos	ASTM A 490

- **Soldadura**

Electrodos	AWS E 7018
------------	------------

- **Elastómero**

Neopreno	Dureza 60 SHORE A
----------	-------------------

- **Acero de refuerzo**

Los elementos estructurales serán reforzados con armaduras de acero, cuyas características son las siguientes:

Armadura en losa, estribos (ASTM A 615 grado 60)	$f_y = 420$ MPa
Módulo de elasticidad	200 000 MPa
Coefficiente de dilatación térmica	$11.7 \times 10^{-6}$ mm/mm/°C

- **Concreto**

Concreto en solados	$f'_c = 10$ MPa
Concreto en cimentación	$f'_c = 28$ MPa
Concreto en estribos	$f'_c = 28$ MPa
Concreto en losa de tablero	$f'_c = 28$ MPa
Concreto en losa de transición	$f'_c = 28$ MPa

Coefficiente de dilatación térmica: Para el coeficiente de dilatación térmica del concreto se toma un valor de  $10.8 \times 10^{-6}/°C$ .

- **Recubrimiento**

Los recubrimientos mínimos a disponer serán:

Tablero refuerzo superior	4.0 cm
Tablero refuerzo inferior	3.0 cm
Cimentaciones sobre solados	5.0 cm
Muros de estribos y aletas (trasdós)	7.50cm
Muros de estribos y aletas (intradós)	4.00cm

○ **Cargas**

El manual de puentes [6], especifica los requisitos mínimos para cargas y fuerza, sus límites de aplicación, factores de carga y combinaciones de cargas usadas para diseñar puentes nuevos. El manual clasifica las cargas en: permanentes, variables y excepcionales.

▪ **Cargas permanentes**

El manual de puentes [6] define a las cargas permanentes como, aquellas que actúan durante toda la vida útil de la estructura sin variar significativamente, o que varían en un solo sentido hasta alcanzar un valor límite. Corresponden a este grupo el peso propio de los elementos estructurales y las cargas muertas adicionales tales como las debidas al peso de la superficie de rodadura. También se consideran cargas permanentes el empuje de tierra, sobrecarga de tierra, la fricción superficial negativa, y otros. que figuran en Artículo 2.4.5.2 (3.3.2 AASHTO).

Las cargas permanentes que se han tomado para el “DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA”.

Peso propio (DC)

De acuerdo con el manual de puentes [6] el peso propio se determinará considerando todos los elementos que sean indispensables para que la estructura funcione como tal. Para ello es necesario conocer los siguientes pesos específicos:

Concreto:	25.00 kN/m <sup>3</sup>
Acero:	78.50 kN/m <sup>3</sup>
Asfalto:	23.00 kN/m <sup>3</sup>

**Superficie de rodadura (DW)**

La superficie de rodadura es de asfalto, la cual tiene un espesor de 5cm, cuyo peso específico es de 23.00 kN/m<sup>3</sup>.

**Empuje en reposo (EH) y peso de tierra (ES)**

Las cargas que inciden en los estribos y otras partes de la estructura que retienen tierra deberán diseñarse para resistir las correspondientes presiones del empuje del suelo (EH), sobrecarga del suelo (ES).

Se consideró las siguientes especificaciones para el suelo:

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi = 34^\circ$ .
Peso específico del suelo	$\gamma_{\text{soil}} = 20 \text{ kN/m}^3$ .

▪ **Cargas variables (DW)**

Según el manual de puentes [6] las cargas variables son aquellas para las que se observan variaciones frecuentes y significativas en términos relativos a su valor medio. Las cargas variables incluyen los pesos de los vehículos y personas, así como los correspondientes efectos dinámicos, las fuerzas de frenado y aceleración, las fuerzas centrífugas. También corresponden a este grupo las fuerzas aplicadas durante la construcción, las fuerzas debidas a empuje de agua y supresiones, los efectos de variaciones de temperatura, las acciones de sismo y las acciones de viento.

**Sobrecarga vehicular HL-93**

Como afirma el manual de puentes [6] la carga viva designada en la HL-93, que consiste en una combinación de:

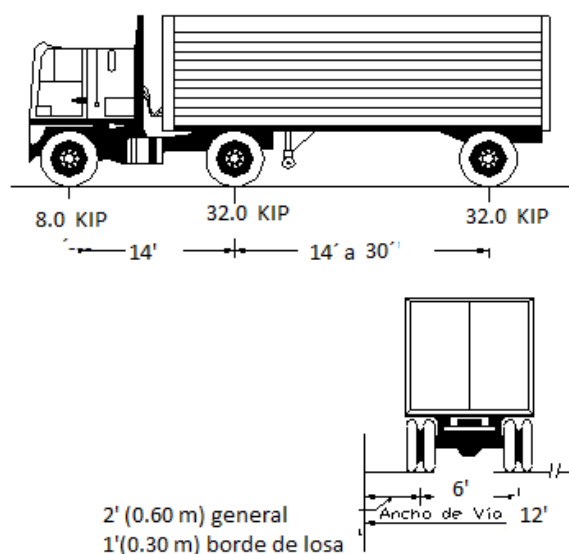
- Camión de diseño o tándem de diseño y,
- Carga distribuida de diseño

Para el estado límite de fatiga solo se considerará la carga correspondiente al camión de diseño.

**Camión de diseño**

El camión de designado por el manual de puentes [6] es el HL-93 K, el cual es un camión teórico dado que la longitud de su remolque varía de 4.3m a 9m dependiendo de un análisis para obtener la situación más crítica para la estructura, las características de este camión se presentan a continuación.

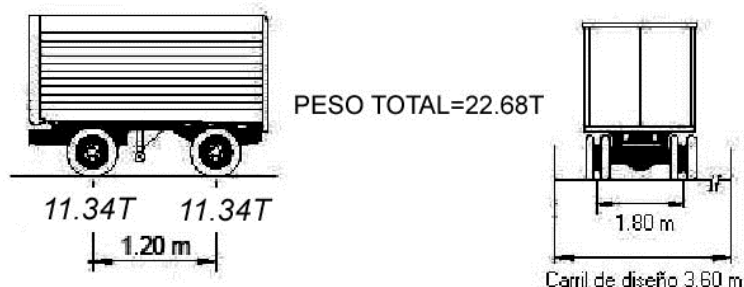
**FIGURA N° 08: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CAMIÓN DE DISEÑO HL-93 [7]**



### Tándem de diseño

El tándem que designa el manual de puentes [6] es el siguiente:

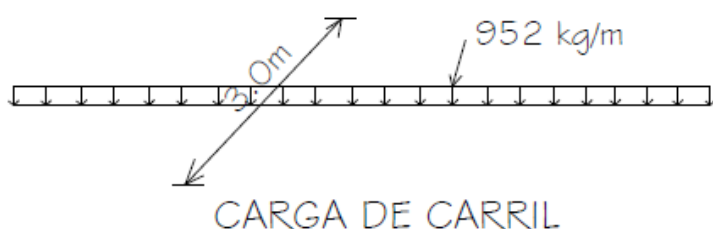
**FIGURA N° 09: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TÁNDEM [7]**



### Carril de diseño

Se considerará una sobrecarga de 0.64 klf (954 kgf/m), uniformemente distribuida en dirección longitudinal sobre aquellas porciones del puente en las que produzca un efecto desfavorable. Se supondrá que esta sobrecarga se distribuye uniformemente sobre un ancho de 10.0 ft en dirección transversal. Esta sobrecarga se aplicará también sobre aquellas zonas donde se ubique el camión o el tándem de diseño. No se considerarán efectos dinámicos para esta sobrecarga.

**FIGURA N° 10: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CARGA DEL CARRIL [7]**



### Carga dinámica

Los efectos estáticos del camión o tándem de diseño, a excepción de las fuerzas centrífugas y de frenado, se deberán aumentar aplicando los porcentajes indicados en la siguiente tabla, incremento por carga dinámica.

El factor a aplicar a la carga estática se deberá tomar como:  $(1 + IM/100)$ .

El incremento por carga dinámica no se aplicará a las cargas peatonales ni a la carga del carril de diseño (carga uniformemente repartida).

**TABLA N° 01: INCREMENTO DE LA CARGA VIVA POR EFECTOS DINÁMICOS**

[6]

Componente	Porcentaje (IM)
Elementos de unión en el tablero (para todos los estados límite)	75%
Para otros elementos	
• Estados límite de fatiga y fractura	15%
• Otros estados límite	33%

**Presencia múltiple de sobrecarga**

Como lo dice el Ing. Rodríguez [7], La solicitud extrema correspondiente a sobrecargas se determinará considerando las posibles combinaciones de carriles cargados, multiplicando por un factor de presencia múltiple. No es aplicable al estado límite de fatiga

**TABLA N° 01: PRESENCIA DE FACTORES MÚLTIPLES, (M) [6]**

Número de Vías Cargadas	Presencia de Factores Múltiples, m
1	1.20
2	1.00
3	0.85
> 3	0.65

**Carga de fatiga**

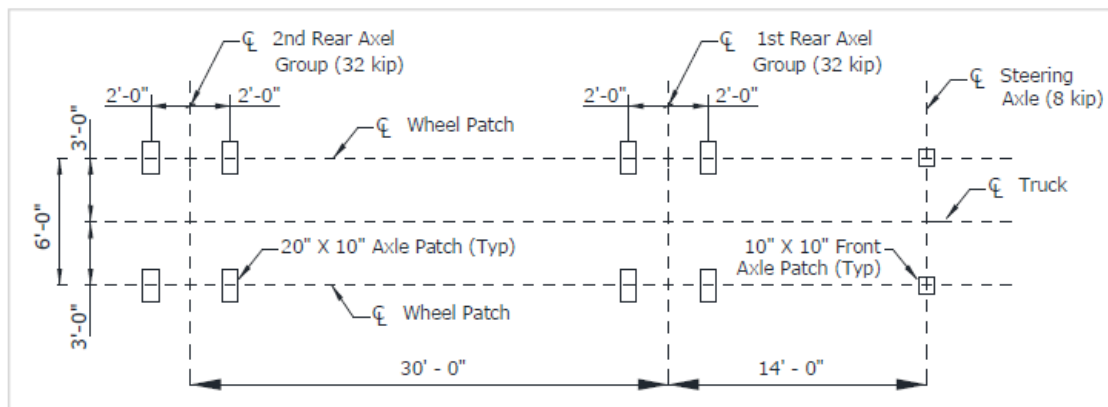
El manual de puentes [6] determina que, independientemente del número de vías, para el estado límite de fatiga se considerará como carga vertical la de un solo camión de diseño, como se especifica en la carga de diseño HL – 93 K.

El camión se ubicará, tanto en dirección longitudinal como en la dirección transversal, en las posiciones que produzcan los efectos máximo y mínimo para el elemento en estudio, de modo tal que se obtenga el máximo rango de esfuerzos.

La frecuencia de la carga de fatiga se calculará sobre la base del tráfico de vehículos de tres o más ejes en cada dirección. Para estos cálculos deberá considerarse el volumen de tráfico promedio a lo largo de la vida útil del puente.

Para el diseño de tableros ortotrópicos y superficie de rodadura sobre los tableros ortotrópicos, se usará el patrón de cargas como se muestra en la figura

**FIGURA N° 11: DIBUJO DETALLADO DE LA POSICIÓN DEL CAMIÓN PARA EL DISEÑO DE FATIGA**



### **Fuerza de frenado**

El manual de puentes [6] determina que, la fuerza de frenado se deberá tomar como el mayor de los siguientes valores:

- 25 por ciento de los pesos por eje del camión de diseño o tándem de diseño, o
- 5 por ciento del camión de diseño más la carga del carril o 5 por ciento del tándem de diseño más la carga del carril.

### **Cargas peatonales**

El presente proyecto contará con veredas en ambos lados del puente, el manual de puentes sustenta que, se deberá aplicar una carga peatonal de 0.075 ksf en todas las veredas de más de 2.0 ft de ancho, y esta carga se deberá considerar simultáneamente con la sobrecarga vehicular de diseño. Donde los vehículos puedan subir a la vereda, la carga peatonal no se considerará simultáneamente con la vehicular. Si en el futuro la vereda puede ser removida, la sobrecarga vehicular se aplicará a 1.0 ft del borde del tablero para el diseño del volado del mismo, a 2.0 ft del borde del tablero para diseñar los otros componentes. Los incrementos de carga dinámica no serán considerados para los vehículos.

### **Variación de temperatura**

Para el proyecto se asumirá una temperatura media de la estructura de 25°C y una temperatura mínimas y máximas de 5°C y 50°C.

**TABLA N° 02: RANGOS DE TEMPERATURA (°C) [6]**

Material	Costa	Sierra	Selva
Concreto armado o preesforzado	10° a 40°C	-10° a +35°C	10° a 50°C
Acero	5° a 50°C	-20° a +50°C	10° a 60°C
Madera	10° a 40°C	-10° a +35°C	10° a 50°C

**Efecto de sismo (EQ)**

El manual de puentes [6] determina lo siguiente; las cargas sísmicas se deberán tomar como solicitaciones horizontales determinadas de acuerdo con los requisitos del Artículo 2.6.5.4 del manual de puentes [6] en base al coeficiente de respuesta elástica,  $C_{sm}$ , especificado en el Artículo 2.4.3.11.3 del manual de puentes [6], al peso equivalente de la superestructura, y se deberán ajustar aplicando el factor de modificación de la respuesta,  $R$ , especificado en el Artículo 2.4.3.11.6.1 del manual de puentes [6].

**Procedimiento general**

En el Procedimiento General se usará los periodos espectrales de PGA (0.0s), SS (0.2s) y S1 (1.0s) para 5% de amortiguamiento crítico, con los cuales se puede elaborar espectros de diseño como se especifica en el Artículo 2.4.3.11.3 del manual de puente [6]. Dichos periodos se determinarán con los mapas de isoaceleración obtenidos para un suelo tipo roca B Tabla definición clase de sitio que consideran 7% de probabilidad de excedencia en 75 años de exposición sísmica (equivalente a un periodo de retorno de 1000 años). Los mapas de isoaceleraciones y aplicaciones se presentan en el Apéndice A3.

**Definiciones de clases de sitio**

Un sitio será clasificado como A u F de acuerdo con la definición de clases de sitio en la siguiente Tabla. Los sitios serán clasificados por su rigidez determinada por la velocidad de la onda de corte superior a los 100 ft. La prueba de penetración estándar (SPT), el número de golpes y la resistencia al corte de las muestras de suelo de perforaciones, no drenadas, también puede usarse para la clasificación.

**TABLA N° 03: DEFINICIÓN CLASE DE SITIO**

Clases de Sitio	Tipo de Suelo y Perfil
A	Roca dura con medida de velocidad de onda de corte, $\bar{v}_s > 5,000$ ft/s
B	Roca con $2,500$ ft/s $< \bar{v}_s < 5,000$ ft/s
C	Suelo muy denso y roca suelo $1,200$ ft/s $< \bar{v}_s < 2,500$ ft/s, o con cualquiera $\bar{N} > 50$ golpes/ ft, o $\bar{S}_u > 2.0$ ksf
D	Suelo rígido con $600$ ft/s $< \bar{v}_s < 1,200$ ft/s, o con cualquiera $15 < \bar{N} < 50$ golpes/ ft, o $1.0 < \bar{S}_u < 2.0$ ksf
E	Perfil de suelo con $\bar{v}_s < 600$ ft/s o con cualquiera $\bar{N} < 15$ golpes/ ft o $\bar{S}_u < 1.0$ ksf, o cualquier perfil con más de $10$ ft de arcilla blanda definida como suelo con $PI > 20$ , $w > 40$ por ciento y $\bar{S}_u < 0.5$ ksf
F	Suelos que requieren evaluaciones específicas de sitio, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbas o arcillas altamente orgánicas (<math>H &gt; 10</math> ft de turba o arcilla altamente orgánica donde <math>H</math> = espesor del suelo)</li> <li>• Arcillas de alta plasticidad (<math>H &gt; 25</math> ft con <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>• Estratos de Arcillas de buen espesor, blandas o semirrígidas (<math>H &gt; 120</math> ft)</li> </ul>
Excepciones:	Cuando las propiedades del suelo no son conocidas con suficiente detalle para determinar la clase de sitio, se emprenderá una investigación de sitio suficiente para definir su clase. Las clases de Sitio E o F no serán supuestas a no ser que la Entidad determine la clase de sitio E o F o estas sean establecidas por datos geotécnicos.

Donde:

$\bar{v}_s$  = promedio de la velocidad de onda de corte para perfiles de suelo superiores a los 100 ft.

$\bar{N}$  = promedio de la cantidad de golpes (golpes/ ft) de la prueba SPT (ASTM D1586) para perfiles de suelo superiores a 100 ft.

$\bar{S}_u$  = promedio de resistencia al corte no drenado en ksf (ASTM D2166 o ASTM D2850) para perfiles de suelos superiores a 100 ft.

PI = índice plástico (ASTM D4318).

W = contenido de humedad (ASTM D2216).

### Factores de sitio

**TABLA N° 04: VALORES DE FACTOR DE SITIO, FPGA EN PERIODO – CERO EN EL ESPECTRO DE ACELERACIÓN.**

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Pico del Terreno (PGA) <sup>1</sup>				
	PGA < 0.10	PGA = 0.20	PGA = 0.30	PGA = 0.40	PGA > 0.50
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
$F^2$	*	*	*	*	*

Notas:

1. Usar línea recta de interpolación para valores intermedios de PGA.
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

**TABLA N° 05: VALORES DE FACTOR DE SITIO, FA, PARA RANGO DE PERIODO CORTO EN EL ESPECTRO DE ACELERACIÓN**

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Espectral en Periodo 0.2 sec ( $S_s$ ) <sup>1</sup>				
	$S_s < 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s > 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
$F^2$	*	*	*	*	*

Notas:

1. Usar la interpolación lineal para valores intermedios de  $S_s$ .
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

**TABLA N° 06: VALORES DE FACTOR DE SITIO, FV, PARA RANGO DE PERIODO LARGO EN EL ESPECTRO DE ACELERACIÓN**

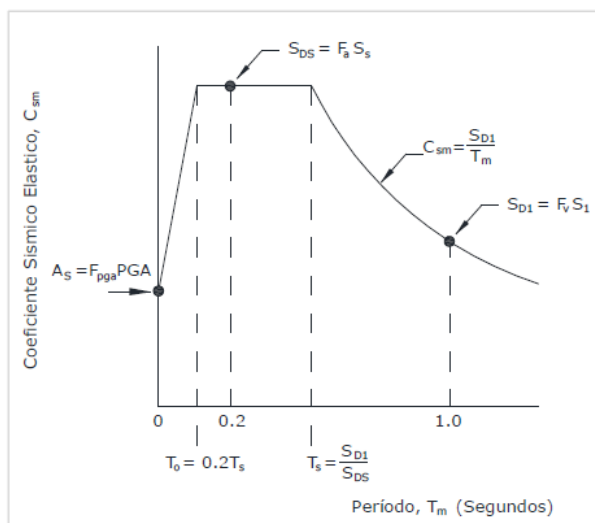
Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Espectral en Periodo 1.0 sec ( $S_1$ ) <sup>1</sup>				
	$S_1 < 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 > 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
$F^2$	*	*	*	*	*

Notas:

1. Usar la interpolación lineal para valores intermedios de  $S_1$ .
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F.

### Espectro de respuesta

El espectro de respuesta del 5% de diseño amortiguado será efectuado como se especifica en la figura. Este espectro será calculado usando los picos mapeados de los coeficientes de la aceleración del terreno y los coeficientes de aceleración espectral, escalados en el cero, corto, y largo periodo de los factores del sitio  $F_{pga}$ ,  $F_a$ , y  $F_v$ , respectivamente.

**FIGURA N° 07: DISEÑO DE ESPECTRO DE RESPUESTA**

### Coefficiente de Respuesta Sísmico Elástico

Para periodos menores o iguales a GR, el coeficiente sísmico elástico para el movimiento mth de vibración,  $C_{sm}$ , será tomado como:

$$C_{sm} = A_s + (S_{DS} - A_s) \left( \frac{T_m}{T_0} \right)$$

En la cual:

$$A_s = F_{pga}PGA$$

$$S_{DS} = F_a S_s$$

Donde:

PGA = coeficientes de la aceleración pico del terreno sobre roca (Sitio Clase B).

Ss = coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal en 0.2 segundos de periodo sobre roca (Sitio clase B).

Tm = periodo de vibración del modo mth (s).

T0 = periodo de referencia usado para definir la figura espectral = 0.2 Ts (s).

Ts = esquina del periodo en el cual los cambios de espectro de ser independiente del periodo pasan a ser inversamente proporcional al periodo =  $S_{D1}/S_{DS}$  (s).

Para periodos mayores o iguales a T0 y menores o iguales a Ts, el coeficiente de respuesta sísmico elástico será tomado como:

$$C_{ms} = S_{DS}$$

Para periodos mayores que  $T_s$ , el coeficiente de respuesta sísmico elástico se tomara como:

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T_m}$$

En el cual:

$$S_{D1} = F_v S_1$$

Donde:

$S_1$  = coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal en 1.0 segundo de periodo sobre roca (Sitio clase B).

### Zonas sísmicas

Cada puente debe ser asignado a una de las cuatro zonas sísmicas de acuerdo con la siguiente tabla usando el valor de  $S_{D1}$  dado por la ecuación

$$S_{D1} = F_v S_1$$

**TABLA N° 08: ZONAS SÍSMICAS [6]**

Coeficiente de Aceleración, $S_{D1}$	Zona Sísmica
$S_{D1} \leq 0.15$	1
$0.15 < S_{D1} \leq 0.30$	2
$0.30 < S_{D1} \leq 0.50$	3
$0.50 < S_{D1}$	4

## Factores de Modificación de Respuesta

**TABLA N° 09: FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA–UNIONES [6]**

Unión	Todas las Categorías
Superestructura - Estribo	0.8
Juntas de expansión dentro de un tramo de la superestructura	0.8
Columnas, pilares de pilotes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigas cabecera o superestructura</li> </ul>	1.0
Columnas o Pilares - Fundaciones	1.0

### Colocar el cálculo de fuerzas de diseño

#### Empuje del suelo

- **Cargas excepcionales**

Como afirma el manual de puentes [6] las cargas excepcionales son aquellas acciones cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja, pero que en determinadas condiciones deben ser consideradas por el proyectista, como por ejemplo las debidas a colisiones, explosiones o incendio.

- **Factores de cargas y combinaciones de carga**

Para este se tomó en cuenta lo que dice el manual de puentes [6]

La sollicitación total factorizada será calculada como:

$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i$$

$\eta_i$  = modificar de carga,

$Q_i$  = sollicitaciones de las cargas aquí especificadas.

$\gamma_i$  = factores de carga

Las combinaciones de carga están determinadas por según los siguientes estados límites que especifica el manual de puentes [6].

- RESISTENCIA I - Combinación básica de cargas relacionada con el uso vehicular normal, sin considerar el viento.
- RESISTENCIA II - Combinación de cargas relacionada al uso del puente mediante vehículos de diseño especiales especificados por el propietario y/o vehículos que permiten la evaluación, sin considerar el viento.

- RESISTENCIA III - Combinación de cargas relacionada al puente expuesto al viento con una velocidad mayor que 90 km/h.
- RESISTENCIA IV - Combinación de cargas relacionada a relaciones muy altas de las solicitaciones de las cargas muertas a las cargas vivas.
- RESISTENCIA V - Combinación de cargas relacionada al uso vehicular normal del puente considerando el viento a una velocidad de 90 km/h.
- EVENTO EXTREMO I - Combinación de cargas incluyendo sismo. El factor de carga para carga viva  $\gamma_{EQ}$  será determinado sobre la base de un proyecto específico.
- EVENTO EXTREMO II - Combinación de cargas que incluye la carga de hielo, colisión de vehículos y barcos, flujos comprobados, y ciertos eventos hidráulicos con carga viva reducida diferente a la que forma parte de la carga de colisión de vehículos, CT Los casos de flujos comprobados no serán combinados con BL, CV, CT, o IC.
- SERVICIO I - Combinación de cargas relacionada al uso operativo normal del puente con viento a 90 km/hr y con todas las cargas en su valor nominal (sin factorizar). También está relacionada al control de la deflexión en estructuras metálicas enterradas, revestimiento de túneles y tubos termoplásticos, así como controlar el ancho de las grietas en estructuras de concreto armado, y para análisis transversal relacionado a la tensión en vigas de concreto fabricadas por segmentos. Esta combinación de cargas también se debería utilizar para investigar la estabilidad de los taludes
- SERVICIO II - Combinación de cargas considerado para controlar la fluencia de las estructuras de acero y el deslizamiento de las conexiones críticas, debidos a la carga viva vehicular.
- SERVICIO III - Combinación de cargas relacionada solamente a la fuerza de tensión en estructuras de concreto pretensado, con el objetivo de controlar las grietas y la tensión principal en el alma de las vigas de concreto fabricadas por segmentos.
- SERVICIO IV - Combinación de cargas relacionada exclusivamente a la tensión en las columnas de concreto pretensado con el propósito de controlar las grietas.
- FATIGA I - Combinación de carga de fatiga y fractura relacionada a la vida de fatiga infinita por la carga inducida.
- FATIGA II - Combinación de carga de fatiga y fractura relacionada a la vida de fatiga finita por la carga inducida

**TABLA N° 10 : COMBINACIONES DE CARGA Y FACTORES DE CARGA**

Combinación de Cargas Estado Límite	DC																					
	DD	DW	EH	EV	ES	EL	PS	CR	SH	LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV
RESISTENCIA I A menos que se especifique lo contrario	$\gamma_P$	1.75	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA II	$\gamma_P$	1.35	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA III	$\gamma_P$	--	1.00	1.40	--	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA IV	$\gamma_P$	--	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA V	$\gamma_P$	1.35	1.00	0.40	1.00	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
EVENTO EXTREMO I	<b>1.0</b>	$\gamma_{EQ}$	1.00	--	--	1.00	--	--	--	1.00	--	--	--	--	--	--	1.00	--	--	--	--	--
EVENTO EXTREMO II	$\gamma_P$	0.50	1.00	--	--	1.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO IV	1.00	--	1.00	0.70	--	1.00	1.00/1.20	--	1.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FATIGA I Solamente LL,IM & CE	--	1.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FATIGA II- Solamente LL,IM & CE	--	0.75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Nota:** Usar solamente uno de los indicados en estas columnas en cada combinación

**TABLA N° 11: FACTORES DE CARGA**

Tipo de Carga, Tipo de Fundaciones, y Métodos Usados para Fuerza de Arrastre Hacia Abajo (Downdrag)	Factor de Carga	
	Máximo	Mínimo
<b>DC:</b> Componentes y Auxiliares.	1.25	0.90
<b>DC:</b> Resistencia IV Solamente.	1.50	0.90
<b>DD: Downdrag</b> Pilotes, α Método de Tomlinson.	1.40	0.25
Pilotes, λ Método.	1.05	0.30
Pilotes Perforados, (Drilled Shaft) Método de O'Neill and Reese (1999).	1.25	0.35
<b>DW: Superficie</b> de rodadura y accesorios.	1.50	0.65
<b>EH:</b> Presión Horizontal de la tierra.		
• Activa.	1.50	0.90
• En reposo.	1.35	0.90
• AEP Para paredes ancladas.	1.35	N/A
<b>EL:</b> Esfuerzos residuales acumulados resultantes del proceso constructivo, (Locked- in construction Stresses.)	1.00	1.00
<b>EV:</b> Presión vertical de la tierra		
• Estabilidad global.	1.00	N/A
• Muros y estribos de retención.	1.35	1.00
• Estructura rígida enterrada.	1.30	0.90
• Pórticos rígidos.	1.35	0.90
• Estructuras flexible enterradas		
○ Alcantarillas cajón metálicas, placas estructurales con corrugaciones y alcantarillas de fibra de vidrio.	1.50	0.90
○ Alcantarillas termoplásticas.	1.30	0.90
○ Entre otros.	1.95	0.90
<b>ES:</b> Carga superficial(Sobrecarga) en el terreno	1.50	0.75

### Estados límites

#### Ductilidad

Valores de  $\eta_D$  para el Estado Limite de Resistencia:

- $\eta_D \geq 1.05$  para elementos y conexiones no dúctiles
- $= 1.00$  para diseños y detalles convencionales que cumplen con estas especificaciones
- $\geq 0.95$  para elementos y conexiones para los cuales se han especificado medidas adicionales para mejorar la ductilidad mas allá de lo requerido por estas Especificaciones.

Para todos los demás estados limites:

$$\eta_D = 1$$

#### Redundancia

Para el estado límite de resistencia  $\eta_R$

- $\eta_R \geq 1.05$  para miembros no redundantes
- $= 1.00$  para niveles convencionales de redundancia.

$\geq$  0.95 para niveles excepcionales de redundancia más allá de la continuidad de la viga y sección transversal cerrada a la torsión.

Para los demás estados límite:

$$\eta_R = 1$$

### **Importancia Operativa**

Este artículo será aplicado solamente a los Estados Límite de Resistencia y Evento Extremo.

El propietario puede declarar si un puente, o algún componente estructural y conexión tienen importancia operativa.

Para el estado límite de resistencia  $\eta_I$ :

$\eta_I \geq$  1.05 para puentes críticos o esenciales.  
 $=$  1.00 para puentes típicos.  
 $\geq$  0.95 para puentes de relativa menor importancia.

Para los demás estados límites:

$$\eta_I = 1$$

**ANEXO 4**

1. DATOS

$\#\_vigas := 2$	$\#\_tramos := 1$	$L_{total} := 13.1 \text{ m}$
$L := 14.2 \text{ m}$	Long de tramos iguales	
$B := 5.0 \text{ m}$	Separación transversal entre vigas	
$B_{ext} := 0.05 \text{ m}$	Long de voladizos	
$t_s := 250 \text{ mm}$	Espesor de la losa del puente	
$t_{srec} := 50 \text{ mm}$	espesor del pie de conexión entre la losa y el ala de la viga	

Acero M270 grado HPS 50W

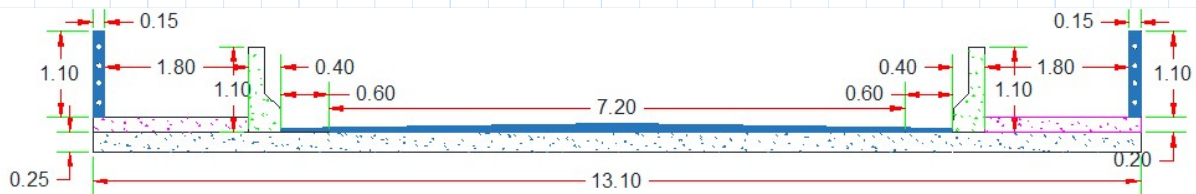
$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$  Esfuerzo cedente del acero estructural

Acero grado 60

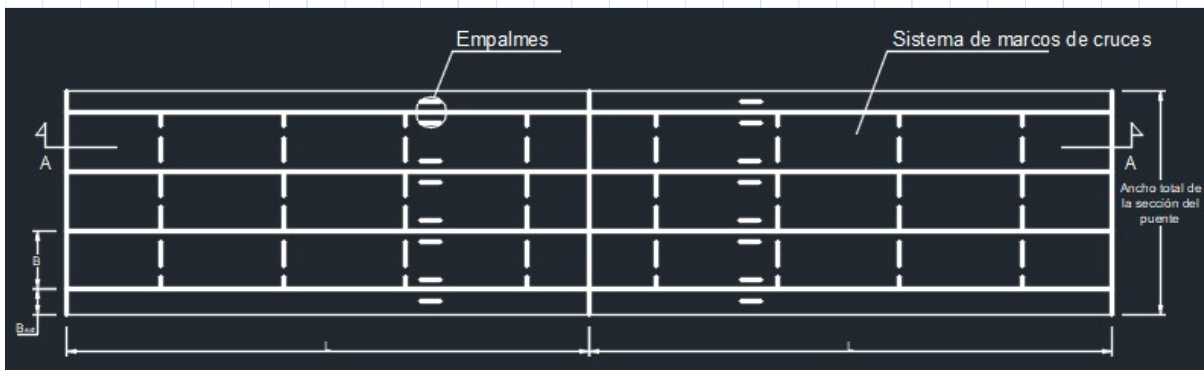
$F_{y\_rs} := 60 \text{ ksi} = 413.685 \text{ MPa}$  Esfuerzo cedente del acero de refuerzo  
 $E := 29000 \text{ ksi} = (1.999 \cdot 10^5) \text{ MPa}$  Módulo de elasticidad del acero

En el caso del concreto utilizado tendrá la siguiente resistencia a compresión a los 28 días

$f'_c := 4 \text{ ksi} = 27.579 \text{ MPa}$  Resistencia a compresión del concreto



Sección transversal del puente



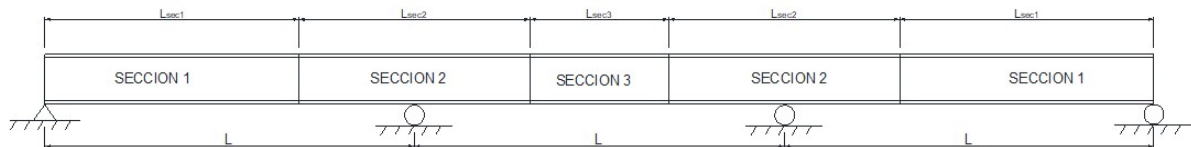
Planta del puente

## 2. GEOMETRÍA DE LA VIGA

Con el objetivo de reducir costos, se proponen dos secciones transversales distintas:

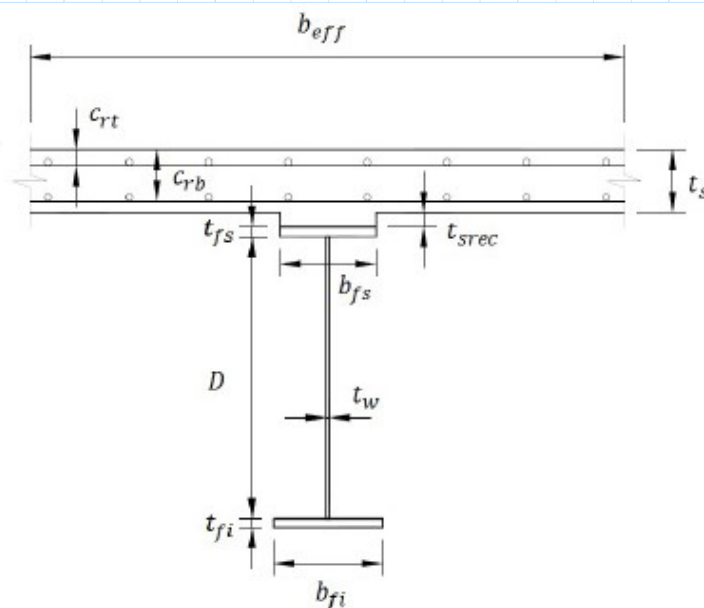
- \* Sección 1: En la zona de momentos positivos
- \* Sección 2: En la zona de momentos negativos

La sección 2 tendrá un ala superior de mayores dimensiones, ya que en esta zona de momentos negativos la sección de acero sola será la encargada de proporcionar la resistencia de la viga



### Sección A - A elevación de viga exterior

Las dos secciones constan de una viga armada de acero y una losa de hormigón que colabora de manera mixta. se supone que se garantiza la colaboración mixta



### Sección típica de la viga

## 2.1 DIMENSIONADO DE LAS SECCIONES

### Sección 1 (momento POSITIVO)

$D_1 := 700 \text{ mm}$	altura del alma	$t_{fs1} := 25 \text{ mm}$	Espesor del ala sup
$t_{w1} := 22 \text{ mm}$	Esp del alma	$b_{fi1} := 600 \text{ mm}$	Ancho del ala inf
$b_{fs1} := 600 \text{ mm}$	Ancho del ala sup	$t_{fi1} := 25 \text{ mm}$	Espesor del ala inf
$d_1 := D_1 + t_{fs1} + t_{fi1} = 750 \text{ mm}$		Altura total de la sección	

### Sección 2 (momento NEGATIVO)

$D_2 := 700 \text{ mm}$	altura del alma	$t_{fs2} := 25 \text{ mm}$	Espesor del ala sup
$t_{w2} := 22 \text{ mm}$	Esp del alma	$b_{fi2} := 600 \text{ mm}$	Ancho del ala inf
$b_{fs2} := 600 \text{ mm}$	Ancho del ala sup	$t_{fi2} := 25 \text{ mm}$	Espesor del ala inf
$d_2 := D_2 + t_{fs2} + t_{fi2} = 750 \text{ mm}$		Altura total de la sección	

La resistencia para todos los elementos (alas y almas) de la sección vendrá dada por el mismo acero AASHTO M 270 grado 50W, para la sección, por lo que se tomarán los esfuerzos como sigue:

$F_{yc} := F_y = 344.738 \text{ MPa}$	Esfuerzo cedente en ala a compresión
$F_{yt} := F_y = 344.738 \text{ MPa}$	Esfuerzo cedente en ala a tracción
$F_{yw} := F_y = 344.738 \text{ MPa}$	Esfuerzo cedente del alma

## 2.2 CHEQUEO DE LAS SECCIONES I

Elementos	Limitaciones
Almas sin rigidizadores longitudinales	$\frac{D}{t_w} \leq 150$
Almas con rigidizadores longitudinales	$\frac{D}{t_w} \leq 300$
Alas	$\frac{b_f}{2 t_f} \leq 12.0$ $b_f \leq D/6$ $t_f \geq 1.1 t_w$ $0.1 \leq \frac{I_{yc}}{I_{yt}} \leq 10$

*Fuente: Adaptación de lo descrito en el Art 6.10.2 de la norma AASHTO LRFD BRIDGE.*

### Chequeo del alma

Para garantizar que no se requieren rigidizadores en el alma, se puede limitar la esbeltez de estos elementos según lo especificado en la normativa

$$\frac{D}{t_w} \leq 150$$

$$\frac{D_1}{t_{w1}} = 31.818$$

Relación de esbeltez del alma de la sección 1

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{D_1}{t_{w1}} \leq 150 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } \frac{D_1}{t_{w1}} > 150 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

$$\frac{D_2}{t_{w2}} = 31.818$$

Relación de esbeltez del alma de la sección 2

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{D_2}{t_{w2}} \leq 150 \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{if } \frac{D_2}{t_{w2}} > 150 \\ \quad \text{"no cumple"} \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

### Chequeo de alas

Ancho de alas. Evitar distorsiones en el ala producidos por el proceso de soldadura

$$\frac{b_f}{2 t_f} \leq 12$$

$$\frac{b_{fs1}}{2 t_{fs1}} = 12$$

Relación de esbeltez del ala superior en sección 1

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fs1}}{2 t_{fs1}} \leq 12 \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{if } \frac{b_{fs1}}{2 t_{fs1}} > 12 \\ \quad \text{"no cumple"} \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

$$\frac{b_{fs2}}{2 t_{fs2}} = 12$$

Relación de esbeltez del ala superior en sección 2

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fs2}}{2 t_{fs2}} \leq 12 \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{if } \frac{b_{fs2}}{2 t_{fs2}} > 12 \\ \quad \text{"no cumple"} \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

$$\frac{b_{fi1}}{2 t_{fi1}} = 12 \quad \text{Relación de esbeltez del ala inferior en sección 1}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fi1}}{2 t_{fi1}} \leq 12 \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{if } \frac{b_{fi1}}{2 t_{fi1}} > 12 \\ \quad \text{"no cumple"} \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

$$\frac{b_{fi2}}{2 t_{fi2}} = 12 \quad \text{Relación de esbeltez del ala inferior en sección 2}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fi2}}{2 t_{fi2}} \leq 12 \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{if } \frac{b_{fi2}}{2 t_{fi2}} > 12 \\ \quad \text{"no cumple"} \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

Se establece una relación entre ancho del ala y altura del alma para una sección I armada de manera que se cumplan las ecuaciones que determinan la capacidad a flexión

$$b_f \geq \frac{D}{6}$$

$$b_{f1} := \min(b_{fs1}, b_{fi1}) = 600 \text{ mm}$$

$$\frac{D_1}{6} = 116.667 \text{ mm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b_{f1} \geq \frac{D_1}{6} \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{if } b_{f1} < \frac{D_1}{6} \\ \quad \text{"no cumple"} \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

$$b_{f2} := \min(b_{fs2}, b_{fi2}) = 600 \text{ mm}$$

$$\frac{D_2}{6} = 116.667 \text{ mm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b_{f2} \geq \frac{D_2}{6} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } b_{f2} < \frac{D_2}{6} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

Las alas contribuyen a minimizar el pandeo por cortante de las almas.  
Por este motivo, se debe garantizar un mínimo espesor de las alas.

$$t_f \geq 1.1 t_w$$

$$1.1 \cdot t_{w1} = 24.2 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de las alas de sección 1

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \min(t_{fs1}, t_{fi1}) \geq 1.1 t_{w1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } \min(t_{fs1}, t_{fi1}) < 1.1 t_{w1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

$$1.1 \cdot t_{w2} = 24.2 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de las alas de sección 2

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \min(t_{fs2}, t_{fi2}) \geq 1.1 t_{w2} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } \min(t_{fs2}, t_{fi2}) < 1.1 t_{w2} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

La siguiente limitación evita el diseño de perfiles con las alas muy diferentes entre sí. Con ello, evitamos sección que sea muy mono-simétricas y fortalecemos el comportamiento de la sección durante el izado:

$$0.1 \leq \frac{I_{yfs}}{I_{yfi}} \leq 10$$

$$I_{yfs1} := \frac{t_{fs1} \cdot b_{fs1}^3}{12} = 45000 \text{ cm}^4$$

Inercia de ala superior en sección 1

$$I_{yfi1} := \frac{t_{fi1} \cdot b_{fi1}^3}{12} = 45000 \text{ cm}^4$$

Inercia del ala inferior en sección 1

$$\frac{I_{yfs1}}{I_{yfi1}} = 1$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.1 \leq \frac{I_{yfs1}}{I_{yfi1}} \leq 10 \\ \quad \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{if } 0.1 > \frac{I_{yfs1}}{I_{yfs1}} \\ \quad \left\| \text{"no cumple"} \right\| \\ \text{if } 10 < \frac{I_{yfs1}}{I_{yfs1}} \\ \quad \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

$$I_{yfs2} := \frac{t_{fs2} \cdot b_{fs2}^3}{12} = 45000 \text{ cm}^4$$

inercia de ala superior en sección 2

$$I_{yfi2} := \frac{t_{fi2} \cdot b_{fi2}^3}{12} = 45000 \text{ cm}^4$$

inercia del ala inferior en sección 2

$$\frac{I_{yfs2}}{I_{yfi2}} = 1$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.1 \leq \frac{I_{yfs2}}{I_{yfi2}} \leq 10 \\ \quad \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{if } 0.1 > \frac{I_{yfs2}}{I_{yfs2}} \\ \quad \left\| \text{"no cumple"} \right\| \\ \text{if } 10 < \frac{I_{yfs2}}{I_{yfs2}} \\ \quad \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\| = \text{"cumple"}$$

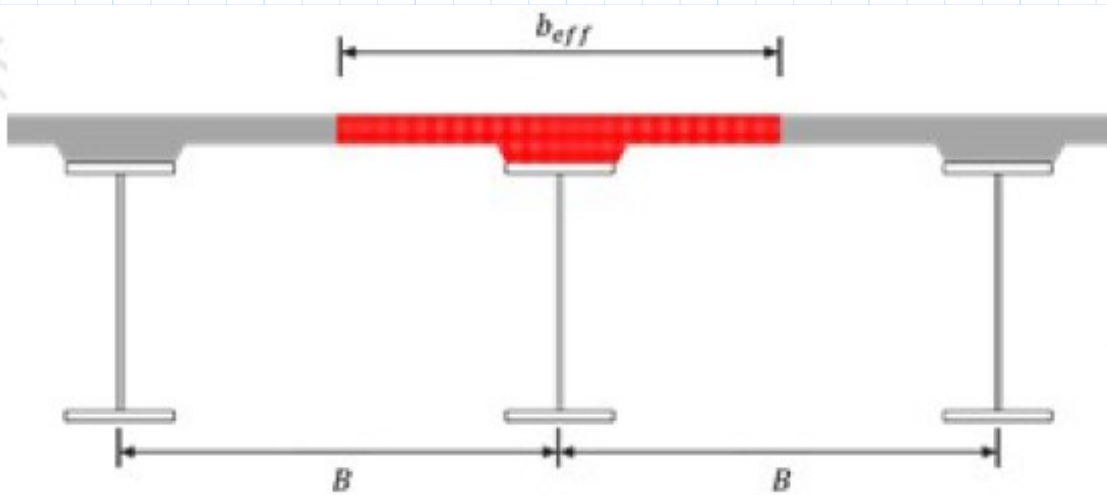
### 3. Cálculo de propiedades de sección 1

#### 3.1. Ancho efectivo

$$\frac{L}{B} = 2.84 \quad \text{Relación longitud del tramo}$$

Para las vigas interiores

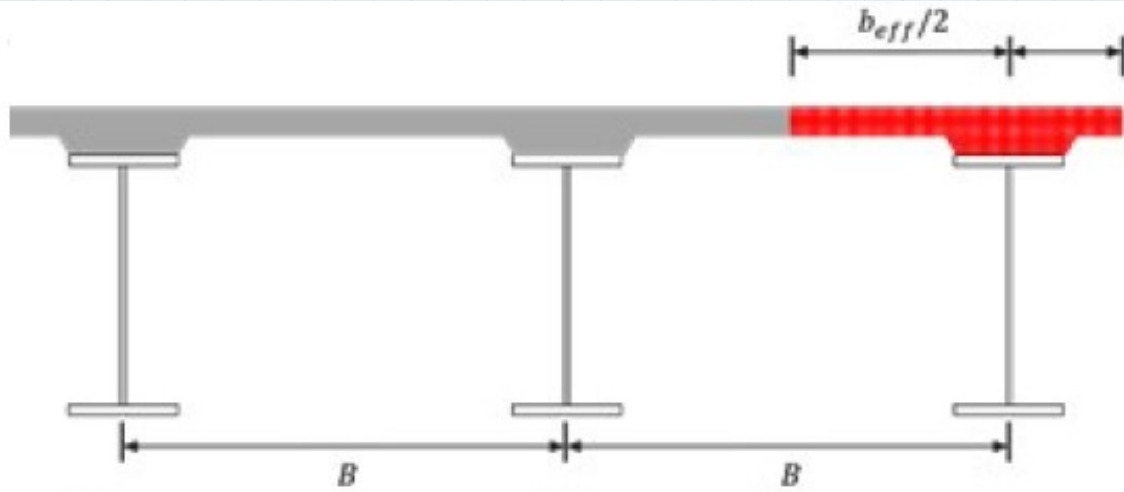
$$b_{eff\_int} := \begin{cases} \text{if } \frac{L}{B} \geq 5 \\ \quad \parallel B \\ \text{if } \frac{L}{B} < 5 \\ \quad \parallel \frac{1}{5} \cdot L \end{cases} = 2840 \text{ mm} \quad \text{Ancho efectivo.}$$



Ancho efectivo viga interior

Para vigas exteriores

$$b_{eff\_ext} := \frac{b_{eff\_int}}{2} + \min\left(\frac{b_{eff\_int}}{2}, B_{ext}\right) = 1470 \text{ mm} \quad \text{Ancho efectivo}$$



Ancho efectivo en viga exterior

Este ancho efectivo aplicará para ambas secciones. Por tratarse del diseño de la viga exterior a partir de ahora tomaremos el valores de ancho efectivo para el diseño como:

$$b_{eff} := b_{eff\_ext} = 1470 \text{ mm}$$

3.2 Propiedades de la sección no compuesta (NC)

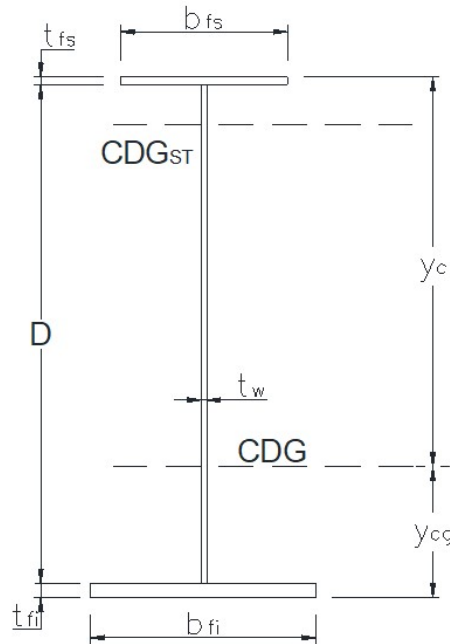
Área de los elementos:

$A_{fs1} := b_{fs1} \cdot t_{fs1} = 150 \text{ cm}^2$	Ala superior
$A_{fi1} := b_{fi1} \cdot t_{fi1} = 150 \text{ cm}^2$	Ala inferior
$A_{w1} := D_1 \cdot t_{w1} = 154 \text{ cm}^2$	Alma
$A_{g1\_NC} := A_{fs1} + A_{fi1} + A_{w1} = 454 \text{ cm}^2$	Área gruesa de la sección no compuesta

Distancia desde fibra inferior a centroide de:

$y_{fs1} := t_{fi1} + D_1 + \frac{t_{fs1}}{2} = 737.5 \text{ mm}$	Ala superior
$y_{fi1} := \frac{t_{fi1}}{2} = 12.5 \text{ mm}$	Ala inferior
$y_{w1} := t_{fi1} + \frac{D_1}{2} = 375 \text{ mm}$	Alma ( d - y )

$$y_{cg1} := \frac{A_{fs1} \cdot y_{fs1} + A_{fi1} \cdot y_{fi1} + A_{w1} \cdot y_{w1}}{A_{g1\_NC}} = 375 \text{ mm} \quad \text{Sección no compuesta ( y )}$$



Sección 1 no compuesta

Momento de inercia de alrededor de eje X para:

$$I_{xfs1} := \frac{b_{fs1} \cdot t_{fs1}^3}{12} = 78.125 \text{ cm}^4 \quad \text{Ala superior}$$

$$I_{xfi1} := \frac{b_{fi1} \cdot t_{fi1}^3}{12} = 78.125 \text{ cm}^4 \quad \text{Ala inferior}$$

$$I_{xw1} := \frac{t_{w1} \cdot D_1^3}{12} = (6.288 \cdot 10^4) \text{ cm}^4 \quad \text{Alma}$$

$$I_{x1\_NC} := \left( I_{xfs1} + A_{fs1} \cdot (y_{fs1} - y_{cg1})^2 \right) + \left( I_{xfi1} + A_{fi1} \cdot (y_{fi1} - y_{cg1})^2 \right) + \left( I_{xw1} + A_{w1} \cdot (y_{w1} - y_{cg1})^2 \right)$$

$$I_{x1\_NC} = (4.573 \cdot 10^5) \text{ cm}^4 \quad \text{Sección no compuesta}$$

Módulo elástico para la sección:

Para el caso de una sección con momento positivo el ala superior se encuentra a compresión y ala inferior a tracción, por lo tanto:

$$y_{c1} := d_1 - y_{cg1} = 375 \text{ mm}$$

Distancia desde el centroide a la fibra más comprimida.

$$y_{t1} := y_{cg1} = 375 \text{ mm}$$

Distancia desde el centroide a la fibra más traccionada.

$$S_{NCc1} := \frac{I_{x1\_NC}}{y_{c1}} = (1.219 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

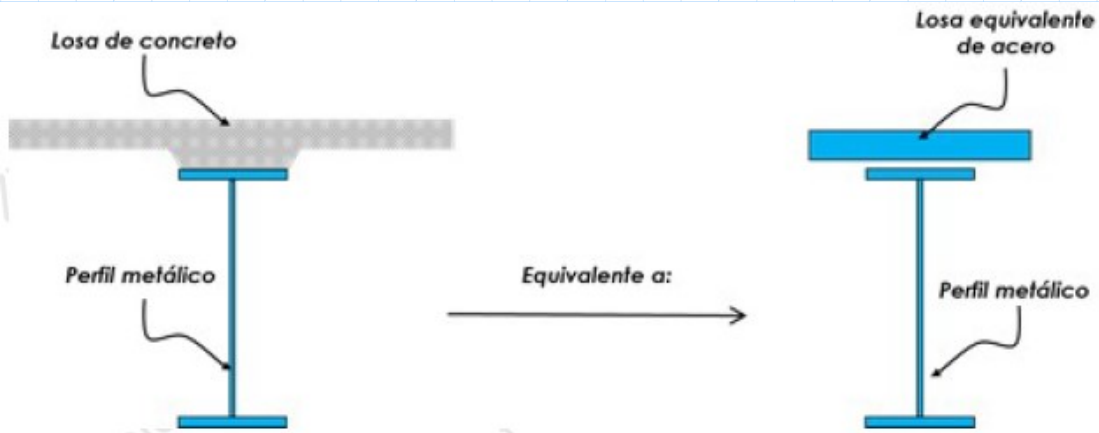
Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a compresión.

$$S_{NCt1} := \frac{I_{x1\_NC}}{y_{t1}} = (1.219 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a tracción

### 3.3 PROPIEDADES DE LA SECCIÓN COMPUESTA A CORTO PLAZO (ST)

#### Área equivalente de losa de concreto



$$f'_c = 27.579 \text{ MPa}$$

Resistencia a compresión del concreto

$16.5 \text{ MPa} \leq f'_c < 20 \text{ MPa}$	$n = 10$
$20 \text{ MPa} \leq f'_c < 24.8 \text{ MPa}$	$n = 9$
$24.8 \text{ MPa} \leq f'_c < 31.7 \text{ MPa}$	$n = 8$
$31.7 \text{ MPa} \leq f'_c < 41.4 \text{ MPa}$	$n = 7$
$41.4 \text{ MPa} \leq f'_c$	$n = 6$

Fuente: Adaptación de la tabla en Comentario C.6.10.1.1b de la norma AASHTO LRFD BRIDGE.

$$n := 8$$

Relación modular acero - concreto

$$b_{s\_ST} := \frac{b_{eff}}{n} = 183.75 \text{ mm}$$

Ancho de la sección equivalente de losa de concreto a corto plazo

$$t_s = 250 \text{ mm}$$

Espesor de la losa de hormigón

#### Área de los elementos:

$$A_{s1\_ST} := b_{s\_ST} \cdot t_s = 459.375 \text{ cm}^2$$

Área de losa equivalente a corto plazo

$$A_{g1\_ST} := A_{fs1} + A_{fi1} + A_{w1} + A_{s1\_ST} = 913.375 \text{ cm}^2$$

Área gruesa de la sección compuesta a corto plazo

Distancia desde fibra inferior a centroide de:

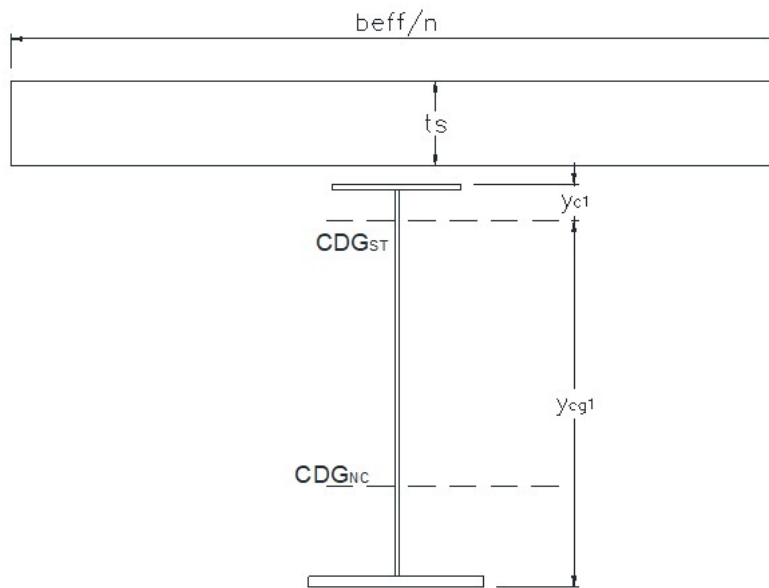
$$y_{s1} := d_1 + t_{srec} + \frac{t_s}{2} = 925 \text{ mm}$$

Losa equivalente a corto plazo

$$y_{cg1} := \frac{A_{fs1} \cdot y_{fs1} + A_{fi1} \cdot y_{fi1} + A_{w1} \cdot y_{w1} + A_{s1\_ST} \cdot y_{s1}}{A_{g1\_ST}}$$

Sección compuesta a corto plazo

$$y_{cg1} = 651.618 \text{ mm}$$



Sección 1 compuesta a corto plazo

Momento de inercia de alrededor de eje X para:

$$I_{xs1} := \frac{b_{s\_ST} \cdot t_s^3}{12} = 23925.781 \text{ cm}^4$$

Losa equivalente

$$I_{x1\_ST} := (I_{xfs1} + A_{fs1} \cdot (y_{fs1} - y_{cg1})^2) + (I_{xfi1} + A_{fi1} \cdot (y_{fi1} - y_{cg1})^2) + (I_{xw1} + A_{w1} \cdot (y_{w1} - y_{cg1})^2) + (I_{xs1} + A_{s1\_ST} \cdot (y_{s1} - y_{cg1})^2)$$

$$I_{x1\_ST} = (1.172 \cdot 10^6) \text{ cm}^4$$

Sección a corto plazo

Módulo elástico para la sección:

$$y_{c1} := d_1 - y_{cg1} = 98.382 \text{ mm}$$

Distancia desde el centroide a la fibra más comprimida.

$$y_{t1} := y_{cg1} = 651.618 \text{ mm}$$

Distancia desde el centroide a la fibra más traccionada.

$$S_{STc1} := \frac{I_{x1\_ST}}{y_{c1}} = (1.191 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a compresión

$$S_{STt1} := \frac{I_{x1\_ST}}{y_{t1}} = (1.798 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a tracción

### 3.4 PROPIEDADES DE LA SECCIÓN COMPUESTA A LARGO PLAZO (LT)

#### Área equivalente de losa de concreto

$$n := 8$$

Relación modular acero- concreto

$$b_{s\_LT} := \frac{b_{eff}}{3 n} = 61.25 \text{ mm}$$

Ancho de la sección equivalente de losa de concreto a largo plazo

$$t_s = 250 \text{ mm}$$

Espesor de la losa de hormigón

#### Área de los elementos

$$A_{s1\_LT} := b_{s\_LT} \cdot t_s = 153.125 \text{ cm}^2$$

Área de losa equivalente a largo plazo

$$A_{g1\_LT} := A_{fs1} + A_{fi1} + A_{w1} + A_{s1\_LT} = 607.125 \text{ cm}^2$$

Área gruesa de la sección compuesta a largo plazo

#### Distancia desde fibra interior a centroide de:

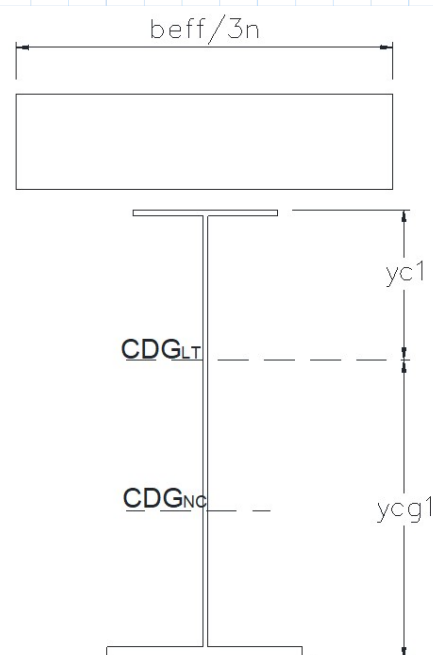
$$y_{s1} := d_1 + t_{srec} + \frac{t_s}{2} = 925 \text{ mm}$$

Losa equivalente

$$y_{cg1} := \frac{A_{fs1} \cdot y_{fs1} + A_{fi1} \cdot y_{fi1} + A_{w1} \cdot y_{w1} + A_{s1\_LT} \cdot y_{s1}}{A_{g1\_LT}}$$

$$y_{cg1} = 513.717 \text{ mm}$$

Sección compuesta a largo plazo



Sección 1 compuesta a largo plazo

Momento de inercia de alrededor de eje X para:

$$I_{xs1} := \frac{b_{s\_LT} \cdot t_s^3}{12} = 7975.26 \text{ cm}^4 \quad \text{Ala superior}$$

$$I_{x1\_LT} := (I_{xf s1} + A_{fs1} \cdot (y_{fs1} - y_{cg1})^2) + (I_{xf i1} + A_{fi1} \cdot (y_{fi1} - y_{cg1})^2) + (I_{xw1} + A_{w1} \cdot (y_{w1} - y_{cg1})^2) + (I_{xs1} + A_{s1\_LT} \cdot (y_{s1} - y_{cg1})^2)$$

$$I_{x1\_LT} = (8.116 \cdot 10^5) \text{ cm}^4 \quad \text{Sección}$$

Módulo elástico para la sección:

$$y_{c1} := d_1 - y_{cg1} = 236.283 \text{ mm} \quad \text{Distancia desde el centroide a la fibra más comprimida.}$$

$$y_{t1} := y_{cg1} = 513.717 \text{ mm} \quad \text{Distancia desde el centroide a la fibra más traccionada.}$$

$$S_{LTc1} := \frac{I_{x1\_LT}}{y_{c1}} = (3.435 \cdot 10^4) \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a compresión}$$

$$S_{LTt1} := \frac{I_{x1\_LT}}{y_{t1}} = (1.58 \cdot 10^4) \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a tracción}$$

**3.5 CÁLCULO DE MOMENTO PLÁSTICO DE LA SECCIÓN 1**

En el cálculo del momento plástico de la sección 1 sometida a flexión positiva se utilizarán las formulaciones presentadas en la teoría, despreciando para el cálculo las fuerzas por el acero de refuerzo para tener resultado más conservadores

Considerando el ala superior a compresión se tomará  $b_c := b_{fs1}$  y  $t_c := t_{fs1}$ , mientras que el ala inferior que se encuentra a tracción  $b_t := b_{fi1}$  y  $t_t := t_{fi1}$

$$P_s := 0.85 \cdot f'_c \cdot b_{eff} \cdot t_s = 8614.999 \text{ kN} \quad \text{Fuerza plástica de la losa de concreto}$$

$$P_c := F_y \cdot b_c \cdot t_c = 5171.068 \text{ kN} \quad \text{Fuerza plástica de la losa a compresión}$$

$$P_w := F_y \cdot D_1 \cdot t_{w1} = 5308.963 \text{ kN} \quad \text{Fuerza plástica del alma}$$

$$P_t := F_y \cdot b_t \cdot t_t = 5171.068 \text{ kN} \quad \text{Fuerza plástica de ala a tracción}$$

Se procede a verificar la ubicación del eje neutro plástico (PNA) en la sección, en función de los siguiente casos presentados:

**CASO I:** Eje neutro plástico en el alma. (condición  $P_t + P_w \geq P_c + P_s$ ):

$$P_t + P_w = 10480.031 \text{ kN}$$

$$P_c + P_s = 13786.067 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_t + P_w \geq P_c + P_s \\ \quad \text{"aplica"} \\ \text{if } P_t + P_w < P_c + P_s \\ \quad \text{"no aplica"} \end{array} \right\| = \text{"no aplica"}$$

**CASO II:** Eje neutro plástico en ala superior. (condición  $P_t + P_w + P_c \geq P_s$ ):

$$P_t + P_w + P_c = 15651.099 \text{ kN}$$

$$P_s = 8614.999 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_t + P_w + P_c \geq P_s \\ \quad \text{"aplica"} \\ \text{if } P_t + P_w + P_c < P_s \\ \quad \text{"no aplica"} \end{array} \right\| = \text{"aplica"}$$

**CASO III:** Eje neutro plástico en la losa de concreto. (condición  $P_t + P_w + P_c < P_s$ ):

$$P_t + P_w + P_c = 15651.099 \text{ kN}$$

$$P_s = 8614.999 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_t + P_w + P_c < P_s \\ \quad \text{"aplica"} \\ \text{if } P_t + P_w + P_c \geq P_s \\ \quad \text{"no aplica"} \end{array} \right\| = \text{"no aplica"}$$

Se aplicarán entonces las siguientes ecuaciones:

$$Y_1 := t_s \cdot \left( \frac{P_c + P_w + P_t}{P_s} \right) = 454.182 \text{ mm}$$

Distancia desde el eje neutro plástico (PNA) de la sección al tope de la losa de concreto

Distancia desde el eje neutro hasta la:

$$d_c := t_s + t_{srec} + \frac{t_c}{2} - Y_1 = -141.682 \text{ mm}$$

Fuerza plástica en ala a compresión

$$d_w := t_s + t_{srec} + t_c + \frac{D_1}{2} - Y_1 = 220.818 \text{ mm}$$

Fuerza plástica en el alma

$$d_t := t_s + t_{srec} + t_c + D_1 + \frac{t_t}{2} - Y_1 = 583.318 \text{ mm}$$

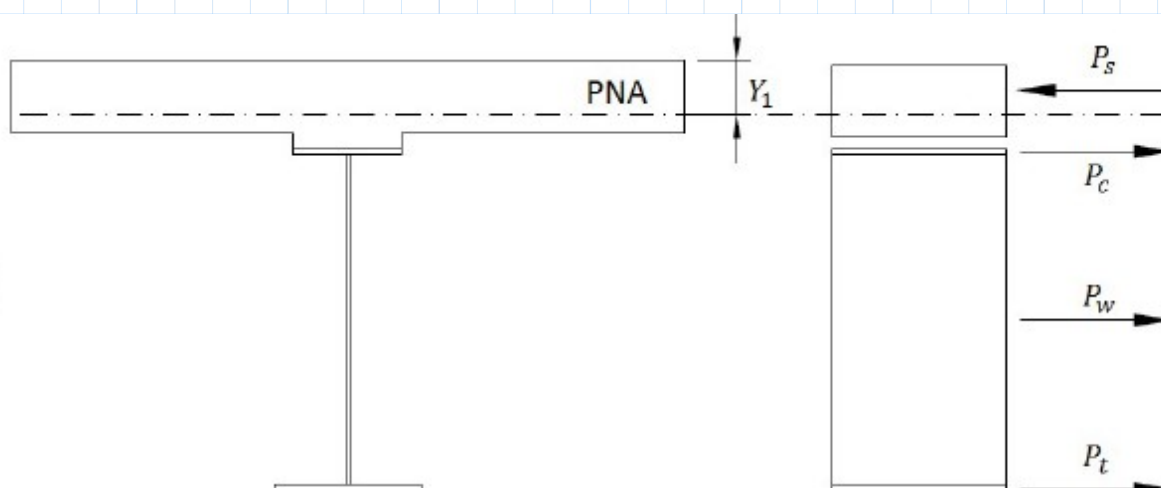
Fuerza plástica en ala a tracción

Finalmente, el momento plástico de la Sección vendrá dado por:

$$M_{p1} := \frac{P_s}{2 \cdot t_s} \cdot Y_1^2 + (P_c \cdot d_c + P_w \cdot d_w + P_t \cdot d_t)$$

$$M_{p1} = 7010.271 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento plástico de la sección 1



Momento plástico de la sección 1

### 3.6 CÁLCULO DE MOMENTO ELÁSTICO DE LA SECCIÓN 1

Para el cálculo del momento elástico de la sección se deberá tomar en cuenta los siguientes valores de momentos actuantes en la viga

$$22360 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 219.27669 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

° Momento factorizado para las acciones permanentes antes de que la losa de concreto endurezca  $M_{D1} := 1583.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$

° Momento factorizado para las acciones permanentes a largo plazo de la sección compuesta  $M_{D2} := 793 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Basados en la siguiente relación se obtiene el momento adicional  $M_{AD}$  necesario para que se presente la cedencia en la sección

$$F_y = \frac{M_{D1}}{S_{NC}} + \frac{M_{D2}}{S_{LT}} + \frac{M_{AD}}{S_{ST}}$$

#### Para el ala a compresión

$$M_{AD} := \left( F_y - \left( \frac{M_{D1}}{S_{NCc1}} + \frac{M_{D2}}{S_{LTc1}} \right) \right) \cdot S_{STc1} = 22847.755 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento adicional para que se presente la cedencia en la sección 1

$$M_{yc1} := M_{D1} + M_{D2} + M_{AD} = 25224.005 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento cedente al ala a compresión de la sección 1

#### Para el ala a tracción

$$M_{AD} := \left( F_y - \left( \frac{M_{D1}}{S_{NCt1}} + \frac{M_{D2}}{S_{LTt1}} \right) \right) \cdot S_{STt1} = 2962.057 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento adicional para que se presente la cedencia en la sección 1

$$M_{yt1} := M_{D1} + M_{D2} + M_{AD} = 5338.307 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento cedente al ala a tracción de la sección 1

#### Para la sección

$$M_{y1} := \min(M_{yc1}, M_{yt1}) = 5338.307 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento cedente de la sección 1

### 4. DISEÑO A FLEXIÓN DE LA SECCIÓN 1 (MOMENTO +)

#### 4.1 CHEQUEO DE SECCIÓN COMPUESTA COMPACTA

La normativa AASHTO determina que una viga de sección compuesta podrá ser calificada como sección compuesta compacta cuando se cumplen los siguientes requisitos:

1. El esfuerzo cedente del acero en alas y almas deberá ser menor o igual a 70

$$70 \text{ ksi} = 482.633 \text{ MPa}$$

2. El alma cumple con los requerimientos señalados previamente en las consideraciones geométricas de la sección 1
3. la porción del alma de la sección a compresión deberá cumplir con el siguiente límite presentado.

#### Tensión cedente del acero

$$F_y = 344.738 \text{ MPa}$$

Mínima tensión cedente del acero

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } F_y > 70 \text{ ksi} \\ \text{“No Cumple”} \\ \text{if } F_y \leq 70 \text{ ksi} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

||| "Cumple"

### Chequeo del alma

$$\frac{D_1}{t_{w1}} = 31.818$$

Relación de esbeltez del alma

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } \frac{D_1}{t_{w1}} \leq 150 \\ \quad ||| \text{"Cumple"} \\ \text{if } \frac{D_1}{t_{w1}} > 150 \\ \quad ||| \text{"No cumple"} \end{array} \right. = \text{"Cumple"}$$

### Chequeo de porción del alma a compresión

Para secciones a momento positivo con el eje neutro plástico (PNA) fuera del alma de sección:

$$D_{cp1} := 0 \text{ mm}$$

Ancho del alma a compresión en el rango inelástico

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } \frac{2 D_{cp1}}{t_{w1}} < 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \quad ||| \text{"Cumple"} \\ \text{if } \frac{2 D_{cp1}}{t_{w1}} \geq 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \quad ||| \text{"No cumple"} \end{array} \right. = \text{"Cumple"}$$

## 4.2 RESISTENCIA NOMINAL DE LA SECCIÓN 1

$$D_{p1} := Y_1 = 454.182 \text{ mm}$$

Distancia desde el tope de la losa de concreto al eje neutral plástico de la sección compuesta

$$D_{t1} := d_1 + t_{srec} + t_s = 1050 \text{ mm}$$

Altura total de la sección compuesta

La resistencia a flexión para una sección compuesta compactada vendrá determinada por la relación entre la profundidad del eje neutral plástico y la altura total de la sección, según las siguientes ecuaciones:

$$M_{n1} := \text{if } D_{p1} \leq 0.1 \cdot D_{t1} \quad = 5378.365 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$||| M_{p1}$$

else

$$||| M_{p1} \cdot \left( 1.07 - 0.7 \cdot \frac{D_{p1}}{D_{t1}} \right)$$

Resistencia nominal a flexión para sección compuesta compacta

Para vigas en donde el puente sea de tramos continuos, adicionalmente la resistencia nominal a flexión deberá cumplir con:

$$M_n \leq 1.3 R_h \cdot M_y$$

$R_h := 1.0$  Factor para secciones híbridas, en este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material.

$1.3 R_h \cdot M_{y1} = (6.94 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$  Límite para resistencia en secciones compuestas compactas

$M_{n1} := \min(M_{n1}, 1.3 R_h \cdot M_{y1}) = 548.441 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$  Resistencia nominal a flexión.

#### 4.3 CHEQUEO DE RESISTENCIA DE LA SECCIÓN 1 A FLEXIÓN

La sección I compuesta que cumpla con los requerimientos para considerarse como sección compuesta compacta según se determinó previamente, deberá ser capaz de cumplir con el siguiente requerimiento para el estado límite de siresistencia por flexión

$$M_u + \frac{1}{3} f_l \cdot S_{xt} \leq \phi_f \cdot M_n$$

Para vigas de puentes rectos se considera el esfuerzo de pandeo lateral del ala  $f_l := 0 \text{ MPa}$

$\phi_f := 1.0$  Factor de resistencia a flexión

$\phi_f \cdot M_{n1} = (5.378 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$  Resistencia a flexión minorada

Comparando con la fuerza a flexión determinada del análisis

$M_u := 125.43418 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$  se tendrá:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } M_u \leq \phi_f \cdot M_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } M_u > \phi_f \cdot M_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$$

#### 4.4 CHEQUEO DE DUCTILIDAD DE LA SECCIÓN 1

Las secciones I compuestas, ya sean compactas o no, deberán cumplir con un requerimiento de ductilidad en función de proteger la losa de concreto a un aplastamiento prematuro. Dicho requerimiento viene dado por la siguiente relación:

$$D_r < 0.42 D_c$$

$$0.42 D_{t1} = 441 \text{ mm}$$

Límite de ductilidad de la sección

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } D_{p1} \leq 0.42 D_{t1} \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{if } D_{p1} > 0.42 D_{t1} \\ \quad \text{"No cumple"} \end{array} \right. = \text{"No cumple"}$$

## 5 CÁLCULO DE PROPIEDADES DE LA SECCIÓN 2

### 5.1 ÁREA DE ACERO EN LOSA

Se determinará el área total del tablero en base a sus dimensiones

$$b_{deck} := (\#\_vigas - 1) \cdot B + 2 \cdot B_{ext} = 5.1 \text{ m} \quad \text{Ancho total del tablero}$$

$$A_{deck} := b_{deck} \cdot t_s = 1.275 \text{ m}^2 \quad \text{Área total de tablero}$$

El área de acero de refuerzo a colocar en la losa está basada en el mínimo, calculado como 1% del área total del tablero de concreto, en base a esta área de refuerzo mínimo se establecerá un área de acero en el ancho efectivo de la losa para la viga exterior que se está analizando.

$$A_{r\_min} := 0.01 \cdot A_{deck} \cdot \frac{b_{eff}}{b_{deck}} = 36.75 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de refuerzo mínimo en ancho efectivo}$$

Se colocará el acero de refuerzo en el ancho efectivo distribuido de la siguiente manera:

$$A_{rt} := 40 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de acero de refuerzo superior}$$

$$A_{rb} := 20 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de acero de refuerzo inferior}$$

$$c_{rt} := 60 \text{ mm} \quad \text{Recubrimiento área de acero de refuerzo superior medido desde el tope de la losa de concreto}$$

$$c_{rb} := 140 \text{ mm} \quad \text{Recubrimiento área de acero de refuerzo inferior medido desde el tope de la losa de concreto}$$

### 5.2 Propiedades de la sección no compuesta (NC)

Área de los elementos:

$$A_{fs2} := b_{fs2} \cdot t_{fs2} = 150 \text{ cm}^2 \quad \text{Ala superior}$$

$$A_{fi2} := b_{fi2} \cdot t_{fi2} = 150 \text{ cm}^2 \quad \text{Ala inferior}$$

Alumno: Ayala Caruajulca, Abraham Junior

$$A_{w2} := D_2 \cdot t_{w2} = 154 \text{ cm}^2$$

Alma

$$A_{g2\_NC} := A_{fs2} + A_{fi2} + A_{w2} = 454 \text{ cm}^2$$

Área gruesa de la sección no compuesta

Distancia desde fibra inferior a centroide de:

$$y_{fs2} := t_{fi2} + D_2 + \frac{t_{fs2}}{2} = 737.5 \text{ mm}$$

Ala superior

$$y_{fi2} := \frac{t_{fi2}}{2} = 12.5 \text{ mm}$$

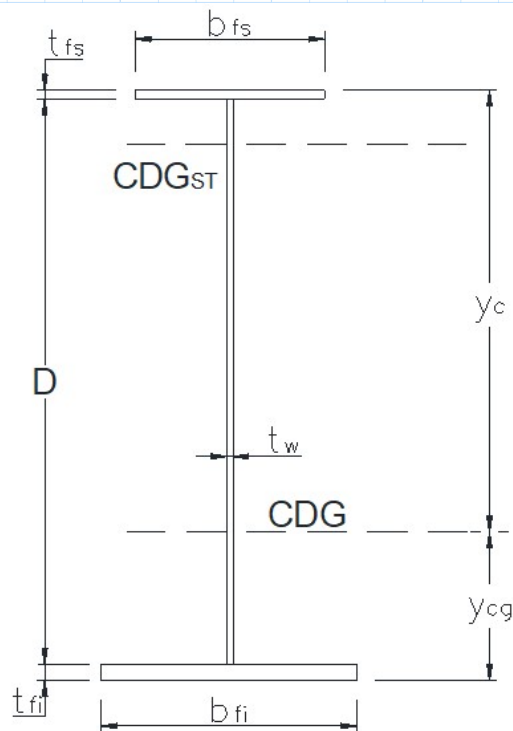
Ala inferior

$$y_{w2} := t_{fi2} + \frac{D_2}{2} = 375 \text{ mm}$$

Alma

$$y_{cg2} := \frac{A_{fs2} \cdot y_{fs2} + A_{fi2} \cdot y_{fi2} + A_{w2} \cdot y_{w2}}{A_{g2\_NC}} = 375 \text{ mm}$$

Sección no compuesta (y)

Momento de inercia de alrededor de eje X para:

$$I_{xfs2} := \frac{b_{fs2} \cdot t_{fs2}^3}{12} = 78.125 \text{ cm}^4$$

Ala superior

$$I_{xfi2} := \frac{b_{fi2} \cdot t_{fi2}^3}{12} = 78.125 \text{ cm}^4$$

Ala inferior

$$I_{xw2} = \frac{t_{w2} \cdot D_2^3}{12} = (6.288 \cdot 10^4) \text{ cm}^4$$

Alma

$$I_{x2\_NC} := \left( I_{xfs2} + A_{fs2} \cdot (y_{fs2} - y_{cg2})^2 \right) + \left( I_{xfi2} + A_{fi2} \cdot (y_{fi2} - y_{cg2})^2 \right) + \left( I_{xw2} + A_{w2} \cdot (y_{w2} - y_{cg2})^2 \right)$$

$$I_{x2\_NC} = (4.573 \cdot 10^5) \text{ cm}^4 \quad \text{Sección no compuesta}$$

### Módulo elástico para la sección:

Para el caso de una sección con momento positivo el ala superior se encuentra a tracción y ala inferior a compresión, por lo tanto:

$$y_{c2} := y_{cg2} = 375 \text{ mm} \quad \text{Distancia desde el centroide a la fibra más comprimida.}$$

$$y_{t2} := d_2 - y_{cg2} = 375 \text{ mm} \quad \text{Distancia desde el centroide a la fibra más traccionada.}$$

$$S_{NCc2} := \frac{I_{x2\_NC}}{y_{c2}} = (1.219 \cdot 10^4) \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a compresión.}$$

$$S_{NCt2} := \frac{I_{x2\_NC}}{y_{t2}} = (1.219 \cdot 10^4) \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a tracción}$$

### 5.3 PROPIEDADES DE LA SECCIÓN NO COMPUESTA + ACERO DE REFUERZO (NS)

Para la sección a momento negativo no se toma en cuenta la losa de concreto para el cálculo del módulo de sección, en cambio se tomará la contribución del acero de refuerzo en este, siendo igual para la sección a corto plazo como pa largo plazo.

#### Área de los elementos:

$$A_{rt} = 40 \text{ cm}^2$$

Refuerzo superior

$$A_{rb} = 20 \text{ cm}^2$$

Refuerzo inferior

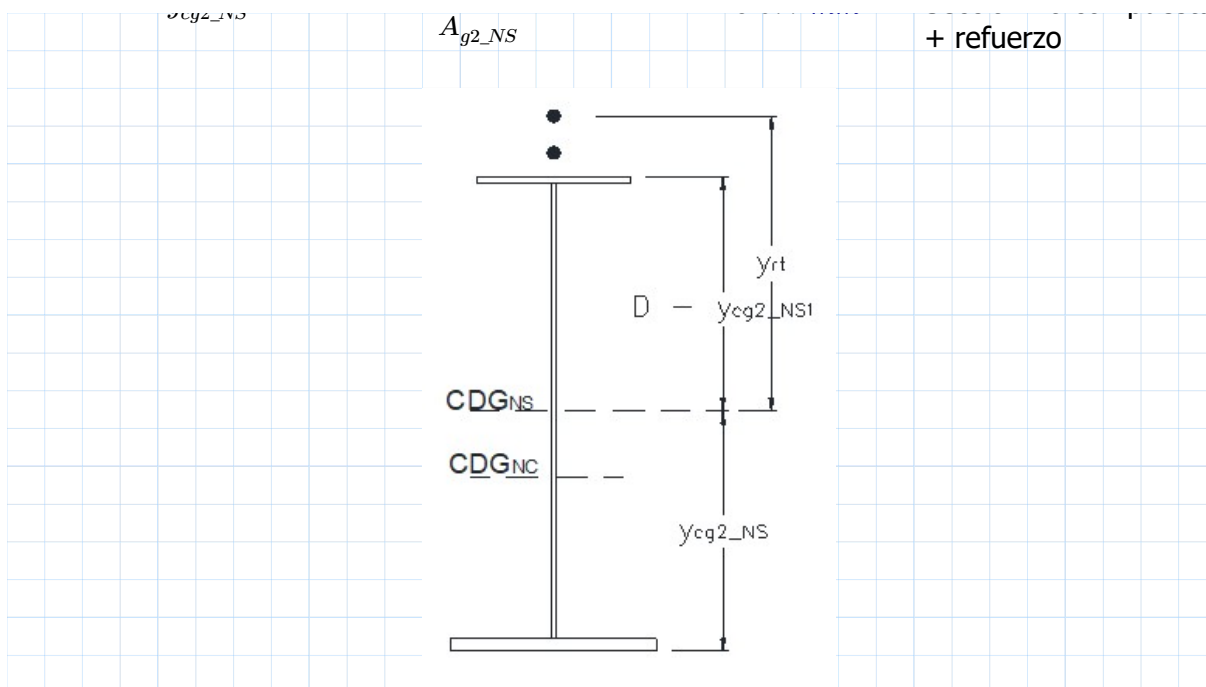
$$A_{g2\_NS} := A_{g2\_NC} + A_{rt} + A_{rb} = 514 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa de la sección no compuesta + refuerzo}$$

#### Distancia desde fibra inferior a centroide de:

$$y_{rt} := d_2 + t_{srec} + t_s - c_{rt} = 990 \text{ mm} \quad \text{Refuerzo superior}$$

$$y_{rb} := d_2 + t_{srec} + t_s - c_{rb} = 910 \text{ mm} \quad \text{Refuerzo inferior}$$

$$y_{cg2\_NS} := \frac{(A_{g2\_NC} \cdot y_{cg2} + A_{rt} \cdot y_{rt} + A_{rb} \cdot y_{rb})}{A_{g2\_NS}} = 443.677 \text{ mm} \quad \text{Sección no compuesta}$$



Sección 2 no compuesta + refuerzo

Momento de inercia de alrededor de eje X para:

$$I_{x2\_NC} = (4.573 \cdot 10^5) \text{ cm}^4 \quad \text{Sección no compuesta}$$

$$I_{x2\_NS} := \left( I_{x2\_NC} + A_{g2\_NC} \cdot (y_{cg2} - y_{cg2\_NS})^2 \right) + A_{rt} \cdot (y_{rt} - y_{cg2\_NS})^2 + A_{rb} \cdot (y_{rb} - y_{cg2\_NS})^2$$

$$I_{x2\_NS} = (6.416 \cdot 10^5) \text{ cm}^4 \quad \text{Sección no compuesta + refuerzo}$$

Módulo elástico para la sección:

El módulo de sección relativo al tope de la sección compuesta (tracción) se deberá determinar relativo al elemento donde se presente primero la cedencia, ya sea en el ala del perfil metálico o en el refuerzo en la losa. Podemos determinar si el acero de refuerzo cede primero en base a una relación lineal de esfuerzos:

$$y_{c2} := y_{cg2\_NS} = 443.677 \text{ mm} \quad \text{Distancia desde el centroide a la fibra más comprimida}$$

$$\frac{F_y}{d_2 - y_{cg2\_NS}} = \frac{x}{d_2 + t_{srec} + t_s - c_{rt} - y_{cg2\_NS}}$$

$$x := \frac{F_y \cdot (d_2 + t_{srec} + t_s - c_{rt} - y_{cg2\_NS})}{d_2 - y_{cg2\_NS}} = 614.835 \text{ MPa}$$

El elemento que cede primero es el:

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } x \geq F_{y_{rs}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“acero de refuerzo”} \end{array} \right\| \\ \text{if } x < F_{y_{rs}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“ala superior”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“acero de refuerzo”}$$

$$y_{t2} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } x \geq F_{y_{rs}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} d_2 + t_{srec} + t_s - c_{rt} - y_{cg2\_NS} \end{array} \right\| \\ \text{if } x < F_{y_{rs}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} d_2 - y_{cg2\_NS} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = 546.323 \text{ mm}$$

Distancia desde el centro a la fibra más traccionada

$$S_{NSc2} := \frac{I_{x2\_NS}}{y_{c2}} = (1.446 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico alrededor del eje mayor a compresión

$$S_{NSt2} := \frac{I_{x2\_NS}}{y_{t2}} = (1.174 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección alástico alrededor del eje mayor a tracción

#### 5.4 CÁLCULO DE MOMENTO PLÁSTICO DE LA SECCIÓN 2

En el cálculo del momento plástico de la sección 2 sometida a flexión negativa se utilizarán las formulaciones presetadas en la teoría.

Considerando el ala superior a compresión se tomará  $b_c := b_{fi2}$  y  $t_c := t_{fi2}$ , mientras que el ala inferior que se encuentra a tracción  $b_t := b_{fs2}$  y  $t_t := t_{fs2}$

$$P_{rt} := F_{y_{rs}} \cdot A_{rt} = 1654.742 \text{ kN}$$

Fuerza plástica de refuerzo superior

$$P_{rb} := F_{y_{rs}} \cdot A_{rb} = 827.371 \text{ kN}$$

Fuerza plástica de refuerzo inferior

$$P_c := F_y \cdot b_c \cdot t_c = 5171.068 \text{ kN}$$

Fuerza plástica de ala a compresión

$$P_w := F_y \cdot D_2 \cdot t_{w2} = 5308.963 \text{ kN}$$

Fuerza plástica del alma

$$P_t := F_y \cdot b_t \cdot t_t = 5171.068 \text{ kN}$$

Fuerza plástica de ala a tracción

Se procede a verificar la ubicación del eje neutro plástico (PNA) en la sección, en función de los siguiente casos presentados:

**CASO I:** Eje neutro plástico en el alma. (condición  $P_c + P_w \geq P_t + P_{rb} + P_{rt}$ ):

$$P_c + P_w = 10480.031 \text{ kN}$$

$$P_t + P_{rb} + P_{rt} = 7653.181 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_c + P_w \geq P_t + P_{rb} + P_{rt} \\ \quad \text{“aplica”} \\ \text{if } P_c + P_w < P_t + P_{rb} + P_{rt} \\ \quad \text{“no aplica”} \end{array} \right\| = \text{“aplica”}$$

Se aplicarán entonces las siguientes ecuaciones:

$$Y_2 := \frac{D_2}{2} \cdot \left( \frac{P_c - P_t - P_{rt} - P_{rb}}{P_w} + 1 \right) = 186.364 \text{ mm}$$

Distancia desde el eje neutro plástico (PNA) de la sección al tope del alma

Distancia desde el eje neutro hasta la:

$$d_c := D_2 + \frac{t_c}{2} - Y_2 = 526.136 \text{ mm}$$

Fuerza plástica en ala a compresión

$$d_t := Y_2 + \frac{t_t}{2} = 198.864 \text{ mm}$$

Fuerza plástica en ala a tracción

$$d_{rb} := Y_2 + t_t + t_{srec} + t_s - c_{rb} = 371.364 \text{ mm}$$

Fuerza plástica de refuerzo inferior

$$d_{rt} := Y_2 + t_t + t_{srec} + t_s - c_{rt} = 451.364 \text{ mm}$$

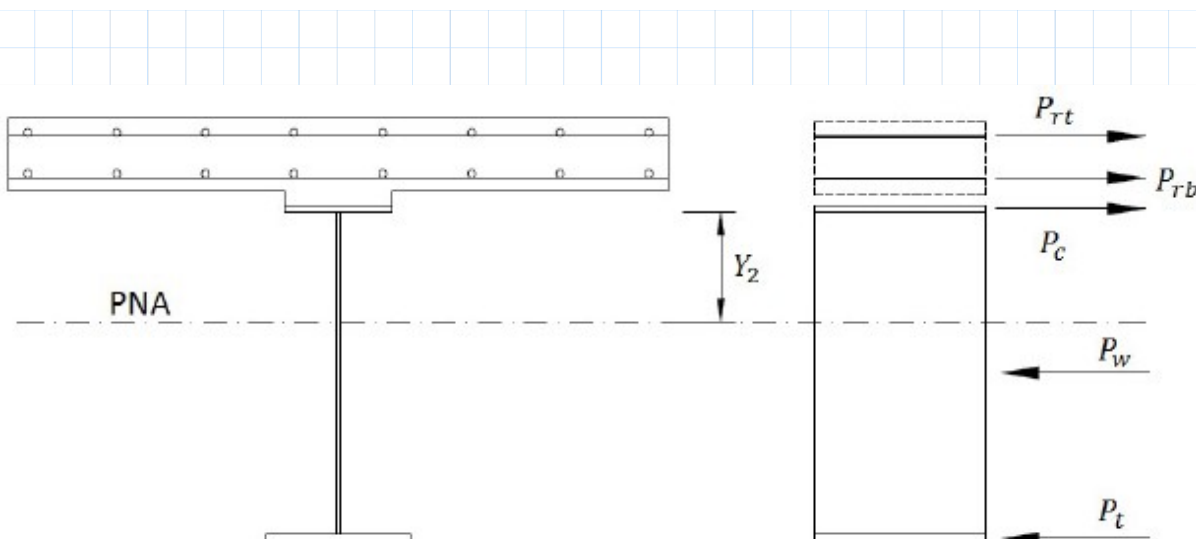
Fuerza plástica de refuerzo superior

Finalmente, el momento plástico de la Sección vendrá dado por:

$$M_{p2} := \frac{P_w}{2 \cdot D_2} \cdot \left( Y_2^2 + (D_2 - Y_2)^2 \right) + (P_{rt} \cdot d_{rt} + P_{rb} \cdot d_{rb} + P_c \cdot d_c + P_t \cdot d_t)$$

$$M_{p2} = 5935.32 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento plástico de la sección 2



Momento plástico de sección 2

### 5.5 CÁLCULO DE MOMENTO ELÁSTICO DE LA SECCIÓN 2

Para el cálculo del momento elástico de la sección se deberá tomar en cuenta los siguientes valores de momentos actuantes en la viga

- Momento factorizado para las acciones permanentes antes de que la losa de concreto endurezca  $M_{D1} := 2461 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- Momento factorizado para las acciones permanentes a largo plazo de la sección compuesta  $M_{D2} := 754 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Basados en la siguiente relación se obtiene el momento adicional  $M_{AD}$  necesario para que se presente la cedencia en la sección

$$F_y = \frac{M_{D1}}{S_{NC}} + \frac{M_{D2}}{S_{LT}} + \frac{M_{AD}}{S_{ST}}$$

Considerando los siguientes módulos elásticos para la sección 2

$$S_{NCc2} = (1.219 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección para sección no compuesta a compresión y tracción.

$$S_{NCt2} = (1.219 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

$$S_{STc2} := S_{NSc2} = (1.446 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección para sección a corto plazo (no compuesta + refuerzo) a compresión y tracción

$$S_{STt2} := S_{NST2} = (1.174 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

$$S_{LTc2} := S_{NSc2} = (1.446 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo de sección para sección a largo plazo (no compuesta +

$$S_{LTt2} := S_{NSt2} = (1.174 \cdot 10^4) \text{ cm}^3 \quad \text{refuerzo) a compresión y tracción}$$

### Para el ala a compresión

$$M_{AD} := \left( F_y - \left( \frac{M_{D1}}{S_{NCc2}} + \frac{M_{D2}}{S_{LTc2}} \right) \right) \cdot S_{STc2} = 1312.456 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento adicional para que se presente la cedencia en la sección 2}$$

$$M_{yc2} := M_{D1} + M_{D2} + M_{AD} = 4527.456 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento cedente al ala a compresión de la sección 2}$$

### Para el ala a tracción

$$M_{AD} := \left( F_y - \left( \frac{M_{D1}}{S_{NCt2}} + \frac{M_{D2}}{S_{LTt2}} \right) \right) \cdot S_{STt2} = 924.2 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento adicional para que se presente la cedencia en la sección 2}$$

$$M_{yt2} := M_{D1} + M_{D2} + M_{AD} = 4139.2 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento cedente al ala a tracción de la sección 2}$$

### Para la sección

$$M_{y2} := \min(M_{yc2}, M_{yt2}) = 4139.2 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento cedente de la sección 2}$$

## **6. DISEÑO A FLEXIÓN DE LA SECCIÓN 2 (MOMENTO -)**

### 6.1 CHEQUEO DE LA SECCIÓN NO COMPUESTA

Para la aplicación del método de diseño AASTO para secciones I no compuestas, dichas secciones deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos señalados en la norma:

1. El esfuerzo cedente del acero en alas y almas deberá ser menor o igual a  $70 \text{ ksi} = 482.633 \text{ MPa}$
2. La porción del alma de la sección a compresión deberá cumplir con el siguiente límite:

$$\frac{2 D_c}{t_w} \leq 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

3. La relación de inercias en el eje menor de las alas deberá cumplir con la siguiente relación:

$$\frac{I_{yc}}{I_{yt}} \geq 0.30$$

### Tensión cedente del acero:

Alumno: Ayala Caruajulca, Abraham Junior

$$F_y = 344.738 \text{ MPa} \quad \text{Mínima tensión cedente del acero}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } F_y > 70 \text{ ksi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } F_y \leq 70 \text{ ksi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Esbeltez del alma a compresión:

$$y_{c2} = 443.677 \text{ mm} \quad \text{Distancia desde el centroide a la fibra más comprimida}$$

$$D_{c2} := y_{c2} - t_c = 418.677 \text{ mm} \quad \text{Ancho del alma a compresión en rango elástico}$$

$$\frac{2 D_{c2}}{t_{w2}} = 38.062 \quad \text{Esbeltez de alma a compresión}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{2 D_{c2}}{t_{w2}} < 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } \frac{2 D_{c2}}{t_{w2}} \geq 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Relación de inercias:

$$I_{yc} := I_{yfi2} = 45000 \text{ cm}^4 \quad \text{Inercia en Y de ala a compresión}$$

$$I_{yt} := I_{yfs2} = (4.5 \cdot 10^4) \text{ cm}^4 \quad \text{Inercia en Y de ala a tracción}$$

$$\frac{I_{yc}}{I_{yt}} = 1 \quad \text{Relación de inercias en Y de alas}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{I_{yc}}{I_{yt}} \geq 0.30 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } \frac{I_{yc}}{I_{yt}} < 0.30 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

se observa como en este caso la viga cumple con los requerimientos exigidos por AASTHO para secciones I no compuestas

## 6.2. CÁLCULO DE LONGITUDES CARACTERISTICAS

La longitud no arriostrada, como se especifica en la introducción del ejemplo, para la viga a flexión negativa será dada por la separación del primer marco de cruces.

$$L_b := 3.0 \text{ m} \quad \text{Longitud no arrieostrada}$$

### Longitud límite de comportamiento plástico:

$$b_c = 600 \text{ mm}$$

Ancho y espesor del ala a compresión

$$D_{c2} = 418.677 \text{ mm}$$

Ancho del alma a

$$h_2 := d_2 - \frac{t_{fs2}}{2} - \frac{t_{fi2}}{2} = 725 \text{ mm}$$

compresion en rango elástico

Distancia entre centroides de alas

$$r_t := \frac{b_c}{\sqrt{12 \left( \frac{h_2}{d_2} + \frac{1}{3} \cdot \frac{D_{c2} \cdot t_{w2}}{b_c \cdot t_c} \cdot \frac{D_2^2}{h_2 \cdot d_2} \right)}} = 161.436 \text{ mm}$$

Radio de giro efectivo para pandeo lateral torsional

$$L_p := 1.0 \cdot r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3.888 \text{ m}$$

Longitud límite de comportamiento plástico

### Longitud límite de comportamiento lateral torsional inelástico:

$$F_{yr} := 0.70 \cdot F_y = 241.317 \text{ MPa}$$

Esfuerzo del ala a compresión en el momento que empieza la cedencia en la sección transversal.

$$L_r := \pi \cdot r_t \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yr}}} = 14.599 \text{ m}$$

Longitud límite de comportamiendo lateral torsional inelástico. (Conservadoramente)

Siendo entonces la longitud no arriostrada del miembro  $L_b = 3 \text{ m}$  se determina que el miembro a flexión tendrá una resistencia controlada por:

$$\begin{aligned} &\text{if } L_b \leq L_p &&= \text{“Momento Plástico”} \\ &\quad \parallel \text{“Momento Plástico”} \\ &\text{else if } L_b \leq L_r \\ &\quad \parallel \text{“Pandeo Lateral torsional inelástico”} \\ &\text{else} \end{aligned}$$

### “Pandeo Lateral torsional elástico”

#### 6.3. CHEQUEO DE ELEMENTOS COMPACTOS

Se deberá chequear la esbeltez de los elementos para determinar que no se presente una falla por pandeo local del ala, además de para determinar el factor de plastificación del alma

##### Chequeo del ala a compresión:

$$\lambda_{pf} := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 9.152$$

Límite de esbeltez para alas compactadas.

En el caso de las alas de un perfil armado el coeficiente de pandeo  $k_c$  se determina con la siguiente ecuación:

$$k_c := \frac{4}{\sqrt{\frac{D_2}{t_w^2}}} = 0.709$$

Siempre acotado entre  $0.35 \leq k_c \leq 0.76$   $k_c := \min(0.76, \max(0.35, k_c)) = 0.709$

$$\lambda_{rf} := 0.95 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_c}{F_y}} = 19.266$$

Límite de esbeltez para alas no compactas

$$\lambda_{fc} := \frac{b_c}{2 \cdot t_c} = 12$$

Relación de esbeltez del ala a compresión

```

if  $\lambda_{fc} \leq \lambda_{pf}$            = “No compacta”
  || “Compacta”
else if  $\lambda_{fc} \leq \lambda_{rf}$ 
  || “No compacta”
else if  $\lambda_{fc} > \lambda_{rf}$ 
  || “Esbelta”

```

Para este caso el ala a compresión es compacta por lo cual el estado límite por pandeo local del ala  $M_{ncFLB}$  no aplicará como se observa más adelante en la determinación de la resistencia a flexión

##### Chequeo del alma a compresión

$D_{c2} = 418.677 \text{ mm}$  Ancho del alma a compresión en rango elástico

Para secciones a momento negativo con el eje neutro de plástico (PNA) dentro del

alma de la sección:

$$A_{ft2} := A_{fs2} = 150 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de ala a tracción (superior)}$$

$$A_{fc2} := A_{fi2} = 150 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de ala a compresión (inferior)}$$

$$D_{cp2} := \frac{D_2}{2 \cdot F_{yw} \cdot A_{w2}} (F_{yt} \cdot A_{ft2} + F_{yw} \cdot A_{w2} + F_{y_{rs}} \cdot A_{rb} + F_{y_{rs}} \cdot A_{rt} - F_{yc} \cdot A_{fc2})$$

$$D_{cp2} = 513.636 \text{ mm} \quad \text{Ancho del alma a compresión en el rango inelástico}$$

$$M_{p2} = (5.935 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento plástico de la sección}$$

$$M_{y2} = (4.139 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento elástico de la sección}$$

$$R_h := 1.0 \quad \text{Factor para secciones híbridas, en caso este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material}$$

$$\lambda_{rw} := 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 137.274 \quad \text{Límite de esbeltez para alma no compacta}$$

$$\lambda_{pwDcp} := \min \left( \frac{\sqrt{\frac{E}{F_y}}}{\left(0.54 \cdot \frac{M_{p2}}{R_h \cdot M_{y2}} - 0.09\right)^2}, \lambda_{rw} \cdot \left(\frac{D_{cp2}}{D_{c2}}\right) \right)$$

$$\lambda_{pwDcp} = 51.427 \quad \text{Límite de esbeltez para alma compacta en rango inelástico}$$

$$\lambda_{wDcp} := \frac{2 \cdot D_{cp2}}{t_{w2}} = 46.694 \quad \text{Relación de esbeltez del alma a compresión en rango inelástico}$$

$$\lambda_w := \frac{2 \cdot D_{c2}}{t_{w2}} = 38.062 \quad \text{Relación de esbeltez del alma a compresión en rango elástico}$$

$$\begin{cases} \text{if } \lambda_{wDcp} \leq \lambda_{pwDcp} & = \text{"Compacta"} \\ \text{"Compacta"} \\ \text{else if } \lambda_w < \lambda_{rw} & \\ \text{"No compacta"} \\ \text{else if } \lambda_w \geq \lambda_{rw} & \\ \text{"Esbelta"} \end{cases}$$

Se establece entonces que la sección posee un alma no compacta y se deberán determinar los factores de plastificación del alma que apliquen para este caso

#### 6.4. FACTORES PLÁSTICOS DEL ALMA

Al tratarse de un alma no compacta los factores de plastificación se determinarán como sigue:

$$\lambda_{pwDc} := \min \left( \lambda_{pwDcp} \cdot \left( \frac{D_{c2}}{D_{cp2}} \right), \lambda_{rw} \right) = 41.92 \quad \text{Límite de esbeltez para alma compacta en rango elástico}$$

$$R_{pc} := \min \left( \left( 1 - \left( 1 - \frac{R_h \cdot M_{yc2}}{M_{p2}} \right) \cdot \left( \frac{\lambda_w - \lambda_{pwDc}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pwDc}} \right) \right) \cdot \frac{M_{p2}}{M_{yc2}}, \frac{M_{p2}}{M_{yc2}} \right) = 1.311 \quad \text{Factor de plastificación del alma no compacta para compresión}$$

$$R_{pt} := \min \left( \left( 1 - \left( 1 - \frac{R_h \cdot M_{yt2}}{M_{p2}} \right) \cdot \left( \frac{\lambda_w - \lambda_{pwDc}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pwDc}} \right) \right) \cdot \frac{M_{p2}}{M_{yt2}}, \frac{M_{p2}}{M_{yt2}} \right) = 1.434 \quad \text{Factor de plastificación del alma no compacta para tracción}$$

#### 6.5. RESISTENCIA NOMINAL DE LA SECCIÓN 2

##### Gradiente de momento:

Siempre que el momento aplicado sea uniforme sobre la longitud no arriostrada se puede aplicar sin problemas en la definición general para el cálculo de la resistencia nominal a momento. Por el contrario, cuando existe una variación en el diagrama de momento, las ecuaciones deben modificarse por un factor de gradiente de momento el cual se tiene los siguientes valores:

Para vigas no arriostradas en cantiléver y miembros donde  $\frac{M_{mid}}{M_2} > 1.0$  o

$$M_2 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$C_b = 1.0$$

Para los demás casos:

$$C_b = 1.75 - 1.05 \cdot \left( \frac{M_1}{M_2} \right) + 0.3 \cdot \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2 < 2.3$$

$$\left( \frac{M_1}{M_2} \right) - \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2$$

Tomando los siguientes valores de momento:

$$M_2 := 477.48 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_0 := 466 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_1 := M_0 = 4569.899 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Por lo tanto, el gradiente de momento será:

$$C_b := 1.75 - 1.05 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) + 0.3 \cdot \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1.011 \quad \text{Gradiente de momento}$$

### Momento por pandeo lateral torsional:

Como se determinó anteriormente, ya se cumple que  $L_p < l_b \leq L_r$  el Pandeo lateral Torsional será inelástico aplicando la siguiente ecuación:

Para  $L_p < l_b \leq L_r$

$$M_{ncLTB} := C_b \cdot \left( 1 - \left( 1 - \frac{F_{yr} \cdot S_{STc2}}{R_{pc} \cdot M_{yc2}} \right) \cdot \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \cdot R_{pc} \cdot M_{yc2} = (6.206 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Por lo tanto la resistencia nominal de la Sección 2 para el ala a compresión será:

$$M_{nc2} := \min(R_{pc} \cdot M_{yc2}, M_{ncLTB}) = (5.935 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Y la resistencia nominal de la Sección 2 para el ala a tracción será:

$$R_{pt} \cdot M_{yt2} = (5.935 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## 6.6. CHEQUEO DE LA RESISTENCIA DE LA SECCIÓN 2 A FLEXIÓN

La sección I compuesta a momento negativo deberá ser capaz de cumplir con las siguientes ecuaciones de diseño:

$$M_u + \frac{1}{3} f_l \cdot S_{xc} \leq \phi_f \cdot M_{nc} \quad (\text{ala a compresión discretamente arriostrada})$$

$$M_u \leq \phi_f \cdot R_{pt} \cdot M_{nc} \quad (\text{ala a tracción discretamente arriostrada})$$

Para vigas de puentes rectos se considera el esfuerzo de pandeo lateral del ala

$$f_l := 0 \text{ MPa}$$

$$\phi_f := 1.0$$

Factor de resistencia a flexión

$$\phi_f \cdot M_{nc} = 5935.32 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Resistencia a flexión minorada para ala a compresión

$$\phi_f \cdot R_{pt} \cdot M_{yt2} = 5935.32 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Resistencia a flexión minorada para ala a tracción}$$

Comparando con la fuerza a flexión determinada del análisis  $M_u := M_2 = 4682.479 \text{ kN} \cdot \text{m}$  se tendrá:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } M_u \leq \phi_f \cdot M_{nc2} \\ \quad \text{“Cumple”} \\ \text{if } M_u > \phi_f \cdot M_{nc2} \\ \quad \text{“No cumple”} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } M_u \leq \phi_f \cdot R_{pt} \cdot M_{yt2} \\ \quad \text{“Cumple”} \\ \text{if } M_u > \phi_f \cdot R_{pt} \cdot M_{yt2} \\ \quad \text{“No cumple”} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

La resistencia a flexión minorada en la sección viene determinada por la falla del ala a tracción que gobierna el diseño a flexión en la sección 2 a momento negativo.

### 7. Diseño a corte de la sección 1

La resistencia a corte de las vigas vendrá dada por el área del alma de la sección recordando que se estableció el predimensionado de esta viga para que no se necesitaran rigidizadores en el alma.

Fuerza plástica de corte:

$$V_{p1} := 0.58 \cdot F_{yw} \cdot D_1 \cdot t_{w1} = 3079.199 \text{ kN}$$

Fuerza plástica de corte

Resistencia a corte

El coeficiente de pandeo por corte ser igual a 5.0 en almas no rigidizadas

$$k := 5.0$$

Coeficiente de pandeo por corte

Luego se establece un Coeficiente de relación de resistencia de pandeo por corte y cedencia por corte en función de la esbeltez del alma.

$$C := \begin{cases} \text{if } \frac{D_1}{t_{w1}} \leq 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \quad \parallel 1.0 \\ \text{else if } \frac{D_1}{t_{w1}} \leq 1.40 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \quad \parallel \frac{1.12}{\frac{D_1}{t_{w1}}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \frac{1.57}{\left(\frac{D_1}{t_{w1}}\right)^2} \cdot \left(\frac{E \cdot k}{F_y}\right) \end{cases} = 1$$

Coeficiente de relación de resistencia de pandeo por corte y cedencia por corte

Por lo cual la resistencia para almas no rigidizadas en la sección 1 será

$$V_{n1} := C \cdot V_{p1} = (3.079 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Resistencia nominal a corte del alma en panel extremo o interno

$$\phi_v := 1.0$$

Factor de resistencia a corte

$$\phi_v \cdot V_{n1} = (3.079 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Resistencia minorada a corte del alma en panel extremo

Comparando con la fuerza cortante máxima en para la Sección 1

$$V_u := 89.94 \text{ tonnef} \quad \text{se obtiene que:}$$

$$\begin{cases} \text{if } V_u \leq \phi_v \cdot V_{n1} \\ \quad \parallel \text{"Cumple"} \\ \text{if } V_u > \phi_v \cdot V_{n1} \\ \quad \parallel \text{"No cumple"} \end{cases} = \text{"Cumple"}$$

## 8. DISEÑO A CORTE DE LA SECCIÓN 2

Aplicando el mismo criterio que en la viga de sección 1, se determina la resistencia a corte de la sección 2

Fuerza plástica de corte:

$$V_{p2} := 0.58 \cdot F_{yw} \cdot D_2 \cdot t_{w2} = 3079.199 \text{ kN}$$

Fuerza plástica de corte

Resistencia a corte:

El coeficiente de pandeo por corte será igual a 5.0 en almas no rigidizadas.

$$k := 5.0 \quad \text{Coeficiente de pandeo por corte}$$

Luego se establece un coeficiente de relación de resistencia de pandeo por corte y cedencia por corte en función de la esbeltez del alma

$$C := \begin{cases} \frac{D_2}{t_{w2}} \leq 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} & = 1 \\ 1.0 \\ \text{else if } \frac{D_2}{t_{w2}} \leq 1.40 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} & \\ \frac{1.12}{\frac{D_2}{t_{w2}}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} & \\ \text{else} & \\ \frac{1.57}{\left(\frac{D_2}{t_{w2}}\right)^2} \cdot \left(\frac{E \cdot k}{F_y}\right) & \end{cases}$$

Coeficiente de relación de resistencia de pandeo por corte y cedencia por corte

Por lo cual la resistencia para almas no rigidizadas en la sección 2 será:

$$V_{n2} := C \cdot V_{p2} = 3079.199 \text{ kN}$$

Resistencia nominal a corte del alma en panel externo o interno

$$\phi_v := 1.0$$

Factor de resistencia a corte

$$\phi_v \cdot V_{n2} = 3079.199 \text{ kN}$$

Resistencia minorada a corte del alma en panel extremo.

Comparando con la fuerza cortante máximo determinado

$$V_u := 137.97 \text{ tonnef} \quad \text{se obtiene que:}$$

$$\begin{cases} \text{if } V_u \leq \phi_v \cdot V_{n2} & = \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} & \\ \text{if } V_u > \phi_v \cdot V_{n2} & \\ \text{“No cumple”} & \end{cases}$$

## 9. DISEÑO DE CONECTORES A CORTE

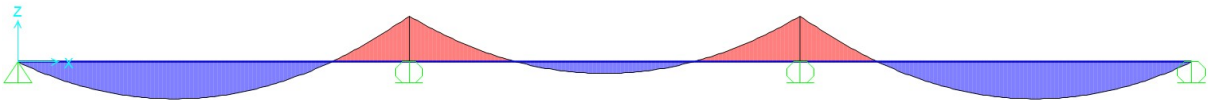
Las vigas compuestas rectas deben ser provistas con conectores de corte a través de la longitud de la viga. En la zona de flexión negativa, los conectores de corte deben ser colocados en las zonas donde el acero longitudinal de la losa es considerado como parte del sistema resistente a cargas, si no es así, no se requieren conectores de corte en la zona de flexión negativa.

Las fuerzas de diseño para los conectores de corte se establecen para los tramos siguientes:

Tramo A: desde el punto con momento cero al punto con mayor momento positivo

Tramo B: desde el punto con mayor momento positivo hasta el punto de apoyo

Para la viga analizada podemos considerar los siguientes tramos:



### Diagrama de momentos por cargas permanentes y tramos para conectores

$$L_A := 12 \text{ m} \quad \text{Longitud de tramo A}$$

$$L_B := 12 \text{ m} \quad \text{Longitud de tramo B}$$

#### 9.1 Fuerza de diseño para conectores en el tramo A

Los conectores de corte deben ser diseñados para resistir la capacidad de los elementos que conforman la sección (Fuerza plástica), en este tramo se toman los valores de Sección 1

##### Resistencia de la sección y losa:

$$P_{1p} := 0.85 \cdot f'_c \cdot b_{eff} \cdot t_s = 8614.999 \text{ kN} \quad \text{Fuerza plástica para losa de concreto}$$

$$P_{2p} := F_y \cdot (D_1 \cdot t_{w1} + b_{fi1} \cdot t_{fi1} + b_{fs1} \cdot t_{fs1})$$

$$P_{2p} = (1.565 \cdot 10^4) \text{ kN} \quad \text{Fuerza plástica para sección de acero}$$

$$P_p := \min(P_{1p}, P_{2p}) = 8614.999 \text{ kN}$$

Menor resistencia plástica entre losa de concreto y sección de acero

#### Fuerza radial en losa de concreto

Esta fuerza se debe incluir en el estudio de los conectores de corte en el caso de que la viga sea curva, Si no lo es, el valor será:  $F_p := 0 \text{ kN}$

#### Fuerza de diseño para conectores de corte:

$$P_A := \sqrt{P_p^2 + F_p^2} = 8614.999 \text{ kN}$$

Fuerza de diseño para conectores de corte en el tramo A

### 9.2 FUERZA DE DISEÑO PARA CONECTORES EN TRAMO B

Para el caso de una viga que se mantiene compuesta cuando tiene flexión negativa, la fuerza total para el diseño de los conectores de corte entre el momento máximo positivo y el punto central de un soporte interno vendrá determinada por la resistencia plástica de la sección para el punto de mayor momento positivo (sección 1) y el punto de soporte interno (sección 2), así como la fuerza radial de la losa de concreto

#### Resistencia de la sección y losa en la zona de máximo momento positivo

$$P_p = 8614.999 \text{ kN}$$

Menor resistencia plástica entre losa de concreto y sección de acero

#### Resistencia de la sección y losa en el punto de apoyo:

$$P_{1n} := 0.45 \cdot f'_c \cdot b_{eff} \cdot t_s = 4560.882 \text{ kN}$$

Fuerza plástica para losa de concreto

$$P_{2n} := F_y \cdot (D_2 \cdot t_{w2} + b_{fi2} \cdot t_{fi2} + b_{fs2} \cdot t_{fs2})$$

$$P_{2n} = 15651.099 \text{ kN}$$

Fuerza plástica para sección de acero

$$P_n := \min(P_{1n}, P_{2n}) = 4560.882 \text{ kN}$$

Menor resistencia plástica entre losa de concreto y sección de acero

#### Fuerza radial en losa de concreto

Esta fuerza se debe incluir en el estudio de los conectores de corte en el caso de que la viga sea curva. Si no lo es, el valor será  $F_p := 0 \text{ kN}$

#### Fuerza de diseño para conectores de corte

$$P_T := P_p + P_n = 13175.881 \text{ kN}$$

Fuerza longitudinal total entre punto de mayor momento positivo y el apoyo

$$P_B := \sqrt{P_T^2 + F_p^2} = 13175.881 \text{ kN}$$

Fuerza de diseño para conectores de corte en el tramo B

### 9.3 Resistencia de conectores de corte

Se utilizarán conectores de corte tipo perno embebido en la losa de concreto con una designación de material AASHTO M 169, con las siguientes dimensiones:

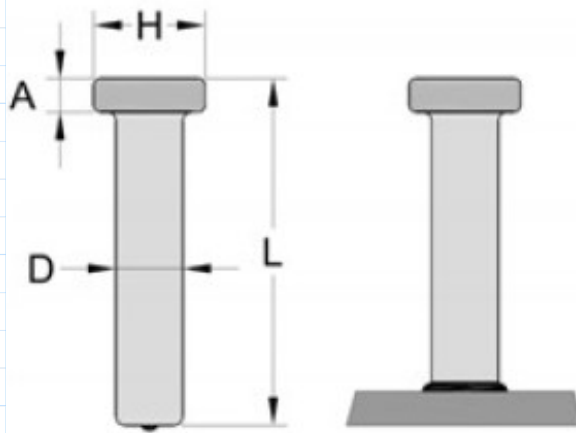
#### Dimensiones del conector de corte:

$$D_{sc} := \frac{3}{4} \text{ in} = 19.05 \text{ mm}$$

Diámetro de conector de corte

$$L_{sc} := 150 \text{ mm}$$

Altura de conector de corte



Dimensiones de conector de corte

$$\frac{L_{sc}}{D_{sc}} = 7.874$$

Relación altura-diámetro de conector de corte

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } \frac{L_{sc}}{D_{sc}} > 4 \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{if } \frac{L_{sc}}{D_{sc}} \leq 4 \\ \quad \text{"No cumple"} \end{array} \right. = \text{"Cumple"}$$

#### Acero AASHTO M 169

$$F_{y_{sc}} := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cedente de conectores

$$F_{u_{sc}} := 60 \text{ ksi} = 413.685 \text{ MPa}$$

Esfuerzo último de conectores

Resistencia del conector de corte:

$$A_{sc} := \frac{\pi \cdot D_{sc}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$$

Área transversal de conectores

$$f'_c = 4 \text{ ksi}$$

Resistencia a compresión del concreto

Se considera un concreto de peso normal, es decir:

$$w_c := 145 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = 2322.677 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$E_c := 1820 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{\text{ksi}}} = 3640 \text{ ksi}$$

Módulo de elasticidad del concreto

La resistencia a corte de cada conector vendrá dada por el menor de los siguientes valores:

$$Q_{n1} := 0.5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} = 118.563 \text{ kN}$$

$$Q_{n2} := A_{sc} \cdot F_{u_{sc}} = 117.91 \text{ kN}$$

$$Q_n := \min(Q_{n1}, Q_{n2}) = 117.91 \text{ kN} \quad \text{Resistencia del conector de corte}$$

**9.4 CONFIGURACIÓN DE CONECTORES DE CORTE**

En base a dicha resistencia el número mínimo de conectores de corte en la viga, para cada tramo será:

$$\phi_{sc} := 0.85 \quad \text{Factor de resistencia para conectores de corte}$$

**Tramo A**

$$n_{A\_min} := \frac{P_A}{\phi_{sc} \cdot Q_n} = 85.958 \quad \text{Número mínimo de conectores en tramo A}$$

$$n_A := 120 \quad \text{Número de conectores de corte a colocar en tramo A}$$

if  $n_A \geq n_{A\_min}$  | = "cumple"  
 || "cumple"  
 if  $n_A < n_{A\_min}$  |  
 || "no cumple"

$$S_A := \frac{L_A}{n_A} = 200 \text{ mm} \quad \text{Separación de conectores colocados en fila de dos}$$

$\frac{2}{2}$

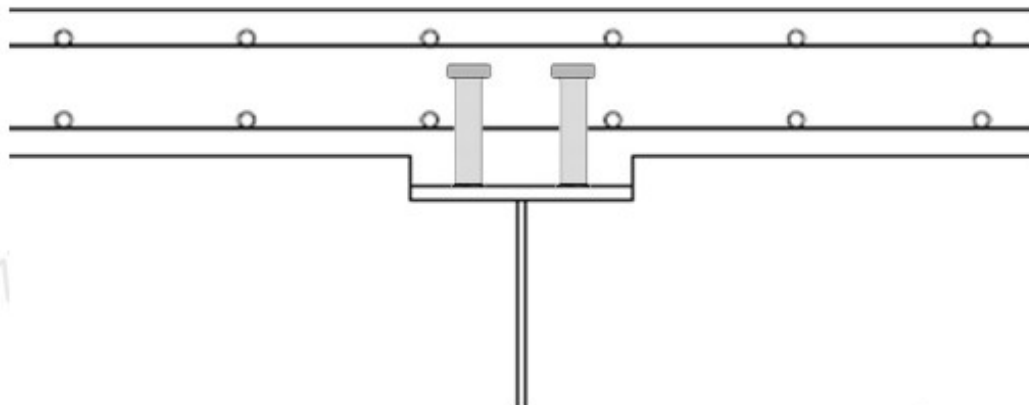
Tramo B

$$n_{B\_min} := \frac{P_B}{\phi_{sc} \cdot Q_n} = 131.465 \quad \text{Número mínimo de conectores en tramo A}$$

$$n_B := 184 \quad \text{Número de conectores de corte a colocar en tramo A}$$

if  $n_B \geq n_{B\_min}$  = "cumple"  
 || "cumple"  
 if  $n_B < n_{B\_min}$   
 || "no cumple"

$$S_B := \frac{L_B}{\frac{n_B}{2}} = 130.435 \text{ mm} \quad \text{Separación de conectores colocados en fila de dos}$$



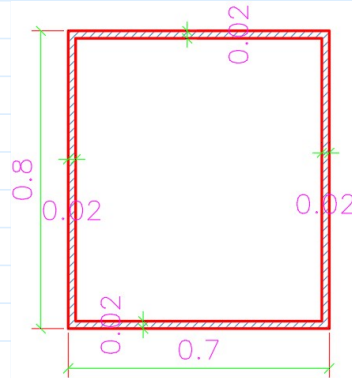
Detalle de colocación de conectores de corte

Se deberá chequear que el detalle cumpla con los requerimientos geométricos establecidos en la AASHTO, además de los requerimientos de conectores adicionales en puntos de inflexión por cargas permanentes.

## **ANEXO 5**

## DISEÑO DE EMPALME EMPERNADO PARA VIGAS

### 1.1. DIMENSIONES DE LAS SECCIONES



#### SECCIÓN 1 (MOMENTO POSITIVO)

$D_1 := 800 \text{ mm}$	Altura alma
$t_{w1} := 20 \text{ mm}$	Espesor del alma
$b_{fs1} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala superior
$t_{fs1} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala superior
$b_{fi1} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala inferior
$t_{fi1} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala inferior

#### Sección 2 (Momento negativo)

$D_2 := 800 \text{ mm}$	Altura del alma
$t_{w2} := 20 \text{ mm}$	Espesor del alma
$b_{fs2} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala superior
$t_{fs2} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala superior
$b_{fi2} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala inferior
$t_{fi2} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala inferior

### 1.2. MATERIALES

La resistencia para todos los elementos (alas y alma) de las secciones y de las planchas de empalme vendrá dada por el mismo acero AASHTO M 270 Grado 50W:

Acero M270 Grado HPS 50W:

$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.74 \text{ MPa}$	Esfuerzo cedente del acero estructural
$F_u := 70 \text{ ksi} = 482.63 \text{ MPa}$	Esfuerzo último del acero estructural
$E := 29000 \text{ ksi} = (2.0 \cdot 10^5) \text{ MPa}$	Módulo de Elasticidad del acero

Perno ASTM A 325:

$F_{ub} := 120 \text{ ksi} = 827.37 \text{ MPa}$	Resistencia última de pernos
--	------------------------------

## 2. DISEÑO DE EMPALME EN ALA INFERIOR

Considerando las dimensiones de la sección de anchos  $b_{fi1} = 700 \text{ mm}$  y  $b_{fi2} = 700 \text{ mm}$ , y con espesores de  $t_{fi1} = 20 \text{ mm}$  y  $t_{fi2} = 20 \text{ mm}$ . Se podrán tomar las siguientes dimensiones de planchas de empalme:

Plancha externa: (Outer Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor o igual al ancho mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fi1}, b_{fi2}) = 700 \text{ mm}$$

$$b_{oi} := 700 \text{ mm}$$

Ancho de la plancha externa

$$t_{oi} := 20 \text{ mm}$$

Espesor de la plancha externa.

Plancha interna: (Inner Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor al ancho libre mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fi1} - 2 \cdot t_{w1}, b_{fi2} - 2 \cdot t_{w2}) = 660 \text{ mm}$$

$$b_{ii} := 660 \text{ mm}$$

Ancho de las planchas internas.

$$t_{ii} := 20 \text{ mm}$$

Espesor de las planchas internas.

En el caso de la unión de las alas inferiores no se requiere plancha de relleno por ser del mismo espesor en ambas secciones.

### 2.1. NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS POR ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

Se probará para la conexión el uso de pernos de 3/4" con las siguientes dimensiones y separaciones:

$$d_{bi} := \frac{3}{4} \text{ in} = 19.05 \text{ mm}$$

Diámetro de pernos en ala inferior.

$$s_b := 70 \text{ mm}$$

Separación entre pernos en ala inferior.

$$\text{mínimo } 3 \cdot d_{bi} = 57 \text{ mm}$$

$$l_b := 50 \text{ mm}$$

Separación al borde de pernos en ala inferior.

$$\text{mínimo } \left(1 + \frac{1}{8}\right) \text{ in} = 29 \text{ mm}$$

$$F_{cf} = \alpha \cdot \phi_f \cdot F_{yf}$$

$$\alpha := 1.0$$

Constante, conservadoramente igual a 1.0, excepto que se use un valor menor igual a  $(F_n / F_{yf})$ .

$$\phi_f := 1.0$$

Factor de resistencia a flexión

$$F_{cf} := \alpha \cdot \phi_f \cdot F_{yf} = 345 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cedente del acero estructural.

$$A_g := (b_{fi1}) \cdot t_{fi1} = 140 \text{ cm}^2$$

Área gruesa de la menor ala inferior.

Considerando una fila de  $n_{pi} := 7$  pernos de  $d_{bi} = 19.05 \text{ mm}$  en el ancho del ala, se calcula un área neta de la menor ala como:

Calcula el área neta de la menor ala como:

$$A_n := A_g - n_{pi} \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{fi1} = 111.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta de la menor ala inferior.}$$

$$b_{fi1} - 2 \cdot l_b - s_b \cdot (n_{pi} - 1) - n_{pi} \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 35.54 \text{ mm}$$

El área efectiva (Ae) del ala para un ala a compresión será tomada igual al área gruesa del ala mientras que en el caso de alas a tracción vendrá determinado como:

$$A_e = \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_{yt}} \right) \cdot A_n < A_g$$

$$\phi_u := 0.80$$

Factor de resistencia para fractura a tracción.

$$\phi_y := 0.95$$

Factor de resistencia para cedencia a tracción.

$$A_e := \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_y} \right) \cdot A_n = 130.99 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efectiva de la menor ala inferior}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } A_e < A_g \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } A_e \geq A_g \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$P_{cu} := A_e \cdot F_{cf} = 4515.72 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de diseño para empalme en ala inferior.}$$

Resistencia nominal por perno:

$$A_b := \frac{\pi \cdot d_{bi}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de pernos en ala inferior.}$$

Considerando pernos a cortante con la rosca excluida del plano cortante, y considerando dos planos cortantes  $N_s := 2$  en la conexión por la doble plancha de empalme, se tiene una resistencia igual a:

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a corte por perno}$$

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento:

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre al borde}$$

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 49.36 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre entre pernos}$$

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre para diseño}$$

$$R_{n_2} := 1.2 \cdot L_c \cdot t_{fi1} \cdot F_u = 459.64 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno.}$$

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}) = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno}$$

Reducción por efecto de planchas de relleno:

En este caso no existen planchas de relleno, por lo que no se evalúa este efecto

$R := 1.0$  Factor de reducción por planchas de relleno.

### NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS

Tomando en cuenta que se colocarán pernos en filas de ( $n_{fi} := 4$ ) se determina la cantidad de pernos a colocar a cada lado del empalme

$\phi_s := 0.80$  Factor de resistencia para pernos A325 a corte

$N_{min} := \frac{P_{cu}}{\phi_s \cdot R \cdot R_n} = 24.93$  Número mínimo de pernos

$n_{pi} = 7$  Número de pernos por fila en el ala inferior

$n_{fi} = 4$  Número de fila de pernos en el ala inferior

$N_{fi} := n_{fi} \cdot n_{pi} = 28$  Número de pernos a colocar en el ala inferior

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } N_{min} < N_{fi} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } N_{min} \geq N_{fi} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{"Cumple"}$$

## 2.2 CHEQUEO DE RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO II

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO DE DISEÑO:

Del análisis se obtuvieron los siguientes momentos máximo y mínimo, para el punto donde se colocará el empalme:

Momento para las acciones permanentes antes de que la losa de concreto endurezca  $M_{D1} := 1035.47 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento para las acciones permanentes a largo plazo de la sección compuesta  $M_{D2} := 278.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento para las acciones permanentes por superficie de rodamiento e instalaciones  $M_{DW} := 70.79 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento para las acciones variables debido a tránsito vehicular, incluyendo el impacto dinámico de dichas cargas  $M_{LL\_IM\_max} := 289.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$  y

$M_{LL\_IM\_min} := -286.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Aplicando la combinación por Estado límite de Servicio II se pueden obtener los momentos de diseño:

$$M_{s\_max} := 1.0 (M_{D1} + M_{D2}) + 1.0 (M_{DW}) + 1.3 (M_{LL\_IM\_max}) = 1761.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{s\_min} := 1.0 (M_{D1} + M_{D2}) + 1.0 (M_{DW}) + 1.3 (M_{LL\_IM\_min}) = 1012.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Conservadoramente determinamos el esfuerzo en el ala como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta para el ala inferior (tracción):

$$S_{NCt1} := 1.46 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico a tracción}$$

$$f_s := \frac{M_{s\_max}}{S_{NCt1}} = 120.64 \text{ MPa} \quad \text{Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para ala inferior}$$

$$R_h := 1.0 \quad \text{Factor para secciones híbridas, en caso este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material.}$$

$$F_s := \frac{f_s}{R_h} = 120.64 \text{ MPa} \quad \text{Esfuerzo de diseño por deslizamiento.}$$

#### CHEQUEO DE LA RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO:

La resistencia nominal por deslizamiento ( $R_n$ ) por perno vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$R_n = K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t$$

Donde se determinan los factores según las siguientes tablas:

Tabla 3.1: Pretensión mínima  $P_t$  por perno y material.

Diámetro del perno (in)	Pretensión mínima (Kn)	
	A325	A490
5/8	85	107
3/4	125	156
7/8	173	218
1	227	285
1+1/8	249	356
1+1/4	316	454
1+3/8	378	538
1+1/2	458	658

Tabla 3.2: Coeficiente  $K_h$ .

Para orificios estandar	1
Para orificios sobredimensionados y de ranura corta	0.85
Para orificios de ranura larga con la ranura perpendicular a la dirección de la fuerza	0.7
Para orificios de ranura larga con la ranura paralela a la dirección de la fuerza	0.6

Tabla 3.3: Coeficiente  $K_s$ .

Para superficies con condiciones de clase A	0.33
Para superficies con condiciones de clase B	0.5
Para superficies con condiciones de clase C	0.33

$$P_t := 173 \text{ kN}$$

$$K_h := 1.0$$

$$K_s := 0.50$$

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t = 173 \text{ kN}$$

$$R_r := N_{fi} \cdot R_n = 4844 \text{ kN}$$

$$A_g = 140 \text{ cm}^2$$

$$R_u := A_g \cdot F_s = 1688.91 \text{ kN}$$

Pretensión mínima requerida en cada perno.

Coefficiente por tipo de agujero

Coefficiente por superficie

Resistencia nominal por perno a deslizamiento

Resistencia factorizada por total de pernos a deslizamiento

Área gruesa de la menor ala superior.

Fuerza de diseño por deslizamiento

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } R_u \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{if } R_u > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$$

## CHEQUEO DE LAS PLANCHAS DE EMPALME

### CEDENCIA EN ÁREA GRUESA

$$A_{g_{fs}} := b_{oi} \cdot t_{oi} + 2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii} = 404 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa del empalme en ala}$$

$$\phi_y := 0.95$$

Factor de resistencia para cedencia a tracción

$$R_r := \phi_y \cdot A_{g_{fs}} \cdot F_y = 13231 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a la cedencia del empalme en ala.}$$

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left. \left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \right\} = \text{"Cumple"}$$

### FRACTURA EN EL ÁREA NETA

$$A_{n_{fs}} := A_{g_{fs}} - 4 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{oi} - 4 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{ii}$$

$$A_{n_{fs}} = 370.98 \text{ cm}^2$$

Área neta del empalme en ala

$$\phi_u := 0.80$$

Factor de resistencia para fractura a tracción

$$U := 1.00$$

Factor de área neta efectiva.

$$R_r := \phi_u \cdot A_{n_{fs}} \cdot F_u = 14324 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a la fractura del empalme en ala.}$$

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4516 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

### BLOQUE DE CORTE:

Asumimos agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor  $R_p := 1.0$  y un factor de reducción de área por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la figura 3.2 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el empalme del ala inferior de la viga.

- Planchas internas:

$$A_{tn\_is} := \left( 2 l_b + (n_{pi} - 2) s_b - (n_{pi} - 1) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} in \right) \right) \cdot t_{ii}$$

$$A_{tn\_is} = 65.24 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de plancha interior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vn\_is} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fi} - 1) s_b - (n_{fi} - 0.5) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} in \right) \right) \cdot t_{ii}$$

$$A_{vn\_is} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vg\_is} := 2 (l_b + (n_{fi} - 1) s_b) t_{ii}$$

$$A_{vg\_is} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_ii} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala inferior.}$$

- Plancha externa:

$$A_{tn\_os} := \left( 2 l_b + (n_{pi} - 2) s_b - (n_{pi} - 1) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} in \right) \right) \cdot t_{oi}$$

$$A_{tn\_os} = 65.24 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de plancha exterior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vn\_os} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fi} - 1) s_b - (n_{fi} - 0.5) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{oi}$$

$$A_{vn\_os} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de plancha exterior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vg\_os} := 2 (l_b + (n_{fi} - 1) s_b) t_{oi}$$

$$A_{vg\_os} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de plancha exterior de empalme en ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_oi} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala inferior.}$$

Considerando que la fuerza de diseño para empalme en ala inferior  $P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$  se divide en proporción del área de las planchas internas y externas, podemos entonces comparar la fuerza de diseño para cada plancha contra la resistencia por bloque cortante:

$$P_{cc\_ii} := \frac{2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii}}{2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii} + b_{oi} \cdot t_{oi}} \cdot P_{cu} = 2950.87 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de diseño para planchas de empalme internas.}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_ii} \leq R_{r\_ii} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_ii} > R_{r\_ii} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

$$P_{cc\_oi} := \frac{b_{oi} \cdot t_{oi}}{2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii} + b_{oi} \cdot t_{oi}} \cdot P_{cu} = 1564.85 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de diseño para planchas de empalme internas.}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_oi} \leq R_{r\_oi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_oi} > R_{r\_oi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

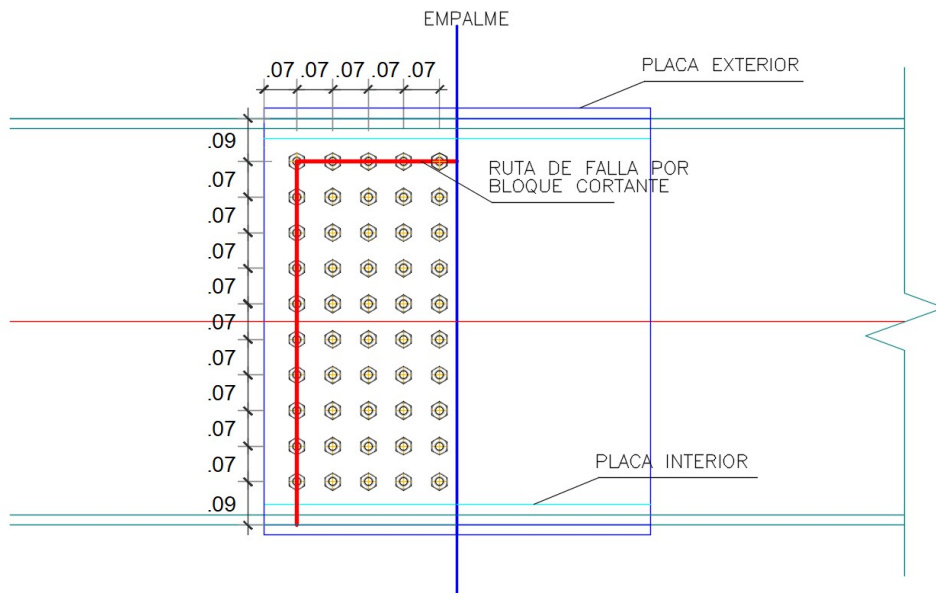


Figura 3.2: Ruta de falla por bloque de cortante en planchas de empalme

#### 2.4. CHEQUEO DEL ALA INFERIOR

##### Fractura en sección neta:

Como la fuerza usada para el diseño ( $P_{cu}$ ) está basada en la resistencia a fractura en sección neta, está no necesita ser chequeada.

##### Bloque de corte:

El patrón de falla por bloque cortante en el ala inferior es asumida como se muestra en la figura siguiente:

$$A_{tn_{fi}} := \left( 2 l_b + (n_{pi} - 1) s_b - (n_{pi}) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fi1}$$

$$A_{tn_{fi}} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de ala inferior}$$

$$A_{vn_{fi}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fi} - 1) s_b - (n_{fi} - 0.5) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fi1}$$

$$A_{vn_{fi}} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de ala inferior}$$

$$A_{vg_{fi}} := 2 \cdot (l_b + (n_{fi} - 1) s_b) \cdot t_{fi1}$$

$$A_{vg_{fi}} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn_{fi}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{fi}}) = 4581.92 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg_{fi}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{fi}}) = 4563.52 \text{ kN}$$

$R_{r\_fi} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4563.52 \text{ kN}$  Resistencia factorizada por bloque cortante en ala inferior.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_{r\_fi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cu} > R_{r\_fi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

## 2.5. CHEQUEO POR FATIGA EN LAS PLANCHAS DE EMPALMES

Los refuerzos por fatiga en las planchas de empalme se deben evaluar para el metal base de acero adyacente a la conexión emperrada crítica a deslizamiento, considerada dentro de la categoría de detalle B, como se observa en la imagen.

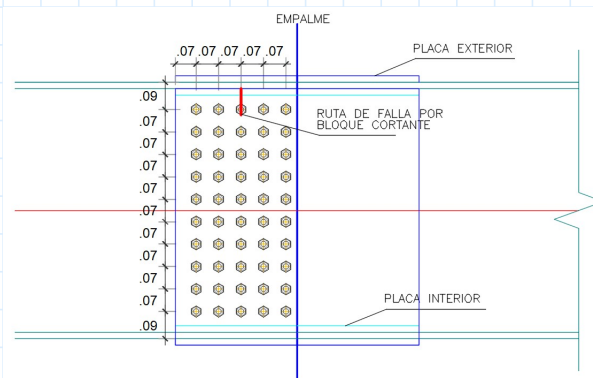


Figura 3.4: Detalle de Fatiga

La fatiga normalmente no gobierna el diseño de las planchas de empalme cuando la sumatoria de las áreas transversales de las planchas internas y externa es mayor que el área del ala empalmada.

Del análisis de la estructura del puente, en el punto de empalme de la viga, se obtuvieron los siguientes resultados de momentos de fatiga para los distintos camiones de diseño según los estados límites de Fatiga I y II.

$M_{LL\_IM\_HLmax} := 524 \text{ kN} \cdot \text{m}$  Momento máximo y mínimo para el camión de diseño HL-93 en el punto de interés

$M_{LL\_IM\_HLmin} := -83 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{LL\_IM\_P9max} := 1269 \text{ kN} \cdot \text{m}$  Momento máximo y mínimo para el camión de diseño P9 en el punto de interés.

$M_{LL\_IM\_P9min} := -643 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Los valores de momentos presentados ya consideran los factores de distribución de carga variable.

Se procede a determinar el rango de esfuerzos para los estados límite de Fatiga I y II, de manera conservadora se calcularán los esfuerzos en el ala haciendo uso del módulo de sección para cuando esta es no compuesta, arrojando los siguientes valores:

Fatiga I Camión HL-93 para repeticiones infinitas:

$\gamma_{FI} := 1.75$  Factor de amplificación de cargas para fatiga I

$$\Delta f_{FI\_inf} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmax}}{S_{NCt1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmin}}{S_{NCt1}} \right|$$

$\gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_inf} = 72.76 \text{ MPa}$  Rango de esfuerzos factorizados en el ala inferior para Fatiga I.

Recordando del Ejemplo de Requerimientos de Constructibilidad, Servicio y Fatiga en viga de sección I armada la resistencia nominal a la Fatiga para una Categoría de Detalle B en la viga diseñada como la siguiente:

$\Delta F_n := 110 \text{ MPa}$  Resistencia del Detalle para Fatiga I

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_inf} \leq \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_inf} > \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Fatiga II Camión P9 para repeticiones finitas

$\gamma_{FII} := 1.0$  Factor de amplificación de cargas para Fatiga II

$$\Delta f_{FII\_inf} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9max}}{S_{NCt1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9min}}{S_{NCt1}} \right|$$

$\gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} = 130.96 \text{ MPa}$  Resistencia del detalle para Fatiga II  
 $\Delta F_n := 203.64 \text{ MPa}$  Resistencia del detalle para Fatiga II

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} \leq \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} > \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

### 3. DISEÑO DE EMPALME EN ALA SUPERIOR

Considerando las dimensiones de las alas inferiores de anchos  $b_{fs1} = 700 \text{ mm}$  y  $b_{fs2} = 700 \text{ mm}$ , y con espesores de  $t_{fs1} = 20 \text{ mm}$  y  $t_{fs2} = 20 \text{ mm}$ . Se podrán tomar las siguientes dimensiones de planchas de empalme:

#### Plancha externa: (Outer Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor o igual al ancho mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fs1}, b_{fs2}) = 700 \text{ mm}$$

$$b_{os} := 700 \text{ mm}$$

Ancho de la plancha externa

$$t_{os} := 20 \text{ mm}$$

Espesor de la plancha externa.

#### Plancha interna: (Inner Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor al ancho libre mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fs1} - 2 \cdot t_{w1}, b_{fs2} - 2 \cdot t_{w2}) = 660 \text{ mm}$$

$$b_{is} := 660 \text{ mm}$$

Ancho de las planchas internas.

$$t_{is} := 20 \text{ mm}$$

Espesor de las planchas internas.

\* En el caso de la unión de las inferiores no se requiere plancha de relleno por ser del mismo espesor en ambas secciones. En este caso ambas tienen secciones diferentes.

#### Planchas de relleno: (Fill Plate)

Su ancho podrá ser igual al de las planchas internas y el espesor se determinará en función de la diferencia entre los espesores de alas unidas.

$$b_f := b_{is} = 660 \text{ mm}$$

Ancho de las planchas de relleno

$$t_f := |t_{fs1} - t_{fs2}| = 0 \text{ mm}$$

Espesor de las planchas de relleno

#### 3.1. NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS POR ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

Se probará para la conexión el uso de pernos de 3/4" con las siguientes dimensiones y separaciones:

$$d_{bs} := \frac{3}{4} \text{ in} = 19.05 \text{ mm}$$

Diámetro de pernos en ala inferior.

$$s_b := 70 \text{ mm}$$

Separación entre pernos en ala inferior.  
mínimo  $3 \cdot d_{bi} = 57 \text{ mm}$

$$l_b := 50 \text{ mm}$$

Separación al borde de pernos en ala inferior.  
mínimo  $\left(1 + \frac{1}{8}\right) \text{ in} = 29 \text{ mm}$

### Fuerza de diseño

Se hace la siguiente simplificación para la obtención del esfuerzo máximo en el ala (diseño por capacidad)

$$F_{cf} = \alpha \cdot \phi_f \cdot F_{yf}$$

$\alpha := 1.0$  Constante, conservadoramente igual a 1.0, excepto que se use un valor menor igual a (Fn / Fyf).

$\phi_f := 1.0$  Factor de resistencia a flexión

$F_{cf} := \alpha \cdot \phi_f \cdot F_y = 345 \text{ MPa}$  Esfuerzo cedente del acero estructural.

$A_g := b_{fs1} \cdot t_{fs1} = 140 \text{ cm}^2$  Área gruesa de la menor ala superior.

Considerando una fila de  $n_{ps} := 7$  pernos de  $d_{bs} := \frac{3}{4} \text{ in}$  a en el ancho del ala, se calcula un área neta de la menor ala como:

$A_n := A_g - n_{ps} \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{fs1} = 111.11 \text{ cm}^2$  Área neta de la menor ala inferior.

$$b_{fs1} - 2 \cdot l_b - s_b \cdot (n_{pi} - 1) - n_{ps} \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 35.54 \text{ mm}$$

El área efectiva (Ae) del ala para un ala a compresión será tomada igual al área gruesa del ala mientras que en el caso de alas a tracción vendrá determinado como:

$$A_e = \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_{yt}} \right) \cdot A_n < A_g$$

$\phi_u := 0.80$  Factor de resistencia para fractura a tracción.

$\phi_y := 0.95$  Factor de resistencia para cedencia a tracción.

$A_e := \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_y} \right) \cdot A_n = 130.99 \text{ cm}^2$  Área efectiva de la menor ala inferior

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } A_e \leq A_g \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } A_e > A_g \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$$

$P_{cu} := A_e \cdot F_{cf} = 4515.72 \text{ kN}$  Fuerza de diseño para empalme en ala inferior.

Resistencia nominal por perno:

$A_b := \frac{\pi \cdot d_{bs}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$  Área de pernos en ala inferior.

Considerando pernos a cortante con la rosca excluida del plano cortante, y considerando dos planos cortantes  $N_s := 2$  en la conexión por la doble plancha de empalme, se tiene una resistencia igual a:

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a corte por perno}$$

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento:

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre al borde}$$

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 49.36 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre entre pernos}$$

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre para diseño}$$

$$R_{n_2} := 1.2 \cdot L_c \cdot t_{fs1} \cdot F_u = 459.64 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno.}$$

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}) = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno}$$

#### Reducción por efecto de planchas de relleno:

Cuando existen planchas de relleno de espesor  $0.25 \text{ in} = 6.35 \text{ mm}$  o mayor, se deberá evaluar el efecto de la reducción de la resistencia a corte del conjunto de pernos con el siguiente factor de reducción R.

$$A_f := b_f \cdot t_f = 0 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de las planchas plancha de relleno}$$

$$A_{p_1} := A_g = 140 \text{ cm}^2 \quad \text{Área del ala conectada}$$

$$A_{p_2} := b_{is} \cdot t_{is} + b_{os} \cdot t_{os} = 272 \text{ cm}^2 \quad \text{Suma de área de planchas de empalme}$$

$$A_p := \min(A_{p_1}, A_{p_2}) = 140 \text{ cm}^2 \quad \text{Menor valor entre } A_{p_1} \text{ y } A_{p_2}$$

$$\gamma := \frac{A_f}{A_p} = 0 \quad \text{Proporción de plancha de relleno}$$

$$R := \frac{(1 + \gamma)}{(1 + 2 \gamma)} = 1 \quad \text{Factor de reducción por planchas de relleno}$$

#### NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS

Tomando en cuenta que se colocarán pernos en filas de ( $n_{ps} = 7$ ) se determina la cantidad de pernos a colocar a cada lado del empalme

$$\phi_s := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia para pernos A325 a corte}$$

$$N_{min} := \frac{P_{cu}}{\phi_s \cdot R \cdot R_n} = 24.93 \quad \text{Número mínimo de pernos}$$

$$n_{ps} = 7 \quad \text{Número de pernos por fila en el ala inferior}$$

$$n_c := 4 \quad \text{Número de fila de pernos en el ala inferior}$$

$$N_{fs} := n_{fs} \cdot n_{ps} = 28$$

Número de pernos a colocar en el ala inferior

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } N_{min} < N_{fs} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } N_{min} \geq N_{fs} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

### 3.2 CHEQUEO DE RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO II

#### DETERMINACIÓN DE ESFUERZO DE DISEÑO:

Recordando los valores obtenidos para el punto de análisis para la combinación por Estado límite de Servicio II:

$$M_{s\_max} = 1761.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{s\_min} = 1012.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Tomando ahora conservadoramente el esfuerzo en el ala como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta para el ala inferior (tracción):

$$S_{NCc1} := 1.01 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a compresión

$$f_s := \frac{M_{s\_max}}{S_{NCc1}} = 174.39 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para ala superior

$$R_h := 1.0$$

Factor para secciones híbridas, en caso este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material.

$$F_s := \frac{f_s}{R_h} = 174.39 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de diseño por deslizamiento.

#### CHEQUEO DE LA RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO:

La resistencia nominal por deslizamiento ( $R_n$ ) por perno vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$R_n = K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t$$

Donde se determinan los factores según las siguientes tablas:

**Tabla 3.1: Pretensión mínima  $P_t$  por perno y material.**

Diámetro del perno (in)	Pretensión mínima (Kn)	
	A325	A490
5/8	85	107
3/4	125	156
7/8	173	218
1	227	285
1+1/8	249	356
1+1/4	316	454
1+3/8	378	538
1+1/2	458	658

**Tabla 3.2: Coeficiente  $K_h$ .**

Para orificios estandar	1
Para orificios sobredimensionados y de ranura corta	0.85
Para orificios de ranura larga con la ranura perpendicular a la dirección de la fuerza	0.7
Para orificios de ranura larga con la ranura paralela a la dirección de la fuerza	0.6

**Tabla 3.3: Coeficiente  $K_s$ .**

Para superficies con condiciones de clase A	0.33
Para superficies con condiciones de clase B	0.5
Para superficies con condiciones de clase C	0.33

$$P_t := 125 \text{ kN}$$

$$K_h := 1.0$$

$$K_s := 0.50$$

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t = 125 \text{ kN}$$

$$R_r := N_{fs} \cdot R_n = (3.5 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$A_g = 140 \text{ cm}^2$$

$$R_u := A_g \cdot F_s = 2441.39 \text{ kN}$$

Pretensión mínima requerida en cada perno.

Coeficiente por tipo de agujero

Coeficiente por superficie

Resistencia nominal por perno a deslizamiento

Resistencia factorizada por total de pernos a deslizamiento

Área gruesa de la menor ala superior.

Fuerza de diseño por deslizamiento

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } R_u \leq R_r \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{if } R_u > R_r \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right| = \text{"Cumple"}$$

### 3.3 CHEQUEO DE LAS PLANCHAS DE EMPALME

#### CEDENCIA EN ÁREA GRUESA

$$A_{g_{fs}} := b_{os} \cdot t_{os} + b_{is} \cdot t_{is} = 272 \text{ cm}^2$$

$$\phi_y := 0.95$$

$$R_r := \phi_y \cdot A_{g_{fs}} \cdot F_y = 8908 \text{ kN}$$

Área gruesa del empalme en ala

Factor de resistencia para cedencia a tracción

Resistencia a la cedencia del empalme en ala.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

FRACTURA EN EL ÁREA NETA

$$A_{n_{fs}} := A_{g_{fs}} - 4 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{os} - 4 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{is}$$

$$A_{n_{fs}} = 238.98 \text{ cm}^2$$

$$\phi_u := 0.80$$

$$U := 1.00$$

$$R_r := \phi_u \cdot A_{n_{fs}} \cdot F_u = 9227 \text{ kN}$$

Área neta del empalme en ala

Factor de resistencia para fractura a tracción

Factor de área neta efectiva.

Resistencia a la fractura del empalme en ala.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4516 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

**BLOQUE DE CORTE:**

Asumimos agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor

$R_p := 1.0$  y un factor de reducción de área por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la figura 4.2 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el empalme del ala inferior de la viga.

- Planchas internas:

$$A_{tn_{is}} := \left( 2 l_b + (n_{ps} - 2) s_b - (n_{ps} - 1) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{is}$$

$$A_{tn_{is}} = 65.24 \text{ cm}^2$$

Área neta a tracción de plancha interior de empalme en ala inferior.

$$A_{vn_{is}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fs} - 1) s_b - (n_{fs} - 0.5) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{is}$$

$$A_{vn_{is}} = 75.11 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.

$$A_{vg\_is} := 2 (l_b + (n_{fs} - 1) s_b) t_{is}$$

$$A_{vg\_is} = 104 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.

$$\phi_{bs} := 0.80$$

Factor de resistencia por bloque cortante.

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_is} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN}$$

Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala inferior.

- Plancha externa:

$$A_{tn\_os} := \left( 2 l_b + (n_{ps} - 2) s_b - (n_{ps} - 1) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{os}$$

$$A_{tn\_os} = 65.24 \text{ cm}^2$$

Área neta a tracción de plancha exterior de empalme en ala superior.

$$A_{vn\_os} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fs} - 1) s_b - (n_{fs} - 0.5) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{os}$$

$$A_{vn\_os} = 75.11 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte de plancha exterior de empalme en ala superior.

$$A_{vg\_os} := 2 (l_b + (n_{fs} - 1) s_b) t_{os}$$

$$A_{vg\_os} = 104 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte de plancha exterior de empalme en ala superior.

$$\phi_{bs} := 0.80$$

Factor de resistencia por bloque cortante.

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_os} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN}$$

Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala superior.

Considerando que la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$  se divide en proporción del área de las planchas internas y externas, podemos entonces comparar la fuerza de diseño para cada plancha contra la resistencia por bloque cortante:

$$P_{cc\_is} := \frac{b_{is} \cdot t_{is}}{b_{is} \cdot t_{is} + b_{os} \cdot t_{os}} \cdot P_{cu} = 2191.45 \text{ kN}$$

Fuerza de diseño para planchas de empalme internas.

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_is} \leq R_{r\_is} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_is} > R_{r\_is} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$P_{cc\_os} := \frac{b_{os} \cdot t_{os}}{b_{is} \cdot t_{is} + b_{os} \cdot t_{os}} \cdot P_{cu} = 2324.27 \text{ kN}$$

Fuerza de diseño para planchas de empalme internas.

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_os} \leq R_{r\_os} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_os} > R_{r\_os} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

### 3.4. CHEQUEO DEL ALA INFERIOR

Fractura en sección neta:

Como la fuerza usada para el diseño ( $P_{cu}$ ) está basada en la resistencia a fractura en sección neta, está no necesita ser chequeada.

Bloque de corte:

El patrón de falla por bloque cortante en el ala inferior es asumida como se muestra en la figura siguiente:

$$A_{tn\_fs} := \left( 2 l_b + (n_{ps} - 1) s_b - (n_{ps} - 1) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fs1}$$

$$A_{tn\_fs} = 79.24 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de ala superior}$$

$$A_{vn\_fs} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fs} - 1) s_b - (n_{fs} - 0.5) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fs1}$$

$$A_{vn\_fs} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de ala superior}$$

$$A_{vg\_fs} := 2 \cdot (l_b + (n_{fs} - 1) s_b) \cdot t_{fs1}$$

$$A_{vg\_fs} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_fs} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_fs}) = 4741.28 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_fs} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_fs}) = 4722.88 \text{ kN}$$

$$R_{r\_fs} := \min(R_{r_1}, R_{r_2}) = 4722.88 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante en la inferior.}$$

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_{r\_fs} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } P_{cu} > R_{r\_fs} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

### 3.5. CHEQUEO POR FATIGA EN LAS PLANCHAS DE EMPALMES

Fatiga I Camión HL-93 para repeticiones infinitas:

$$\gamma_{FI} := 1.75 \quad \text{Factor de amplificación de cargas para fatiga I}$$

$$\Delta f_{FI\_sup} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmax}}{S_{NCe1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmin}}{S_{NCe1}} \right|$$

$$\gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_sup} = 105.17 \text{ MPa} \quad \text{Rango de esfuerzos factorizados en el ala inferior para Fatiga I.}$$

$$\Delta F_n := 110 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia del Detalle para Fatiga I}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_sup} \leq \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_sup} > \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Fatiga II Camión P9 para repeticiones finitas

$$\gamma_{FII} := 1.0 \quad \text{Factor de amplificación de cargas para Fatiga II}$$

$$\Delta f_{FII\_sup} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9max}}{S_{NCe1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9min}}{S_{NCe1}} \right|$$

$$\gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_sup} = 189.31 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia del detalle para Fatiga II}$$

$$\Delta F_n := 203.64 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia del detalle para Fatiga II}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} \leq \Delta F_n \\ \text{“Cumple”} \\ \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} > \Delta F_n \\ \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

## 5. DISEÑO DE EMPALME EN ALMA

El empalme en el alma, así como sus conectores deberán diseñarse por corte, por el momento debido a la excentricidad del corte al punto de empalme y por la porción de momento que se asume resiste el alma en el punto del empalme.

### 5.1. Número de pernos requeridos por Estado Límite de Resistencia.

Se probará para la conexión el uso de pernos de  $d_{bw} := \frac{3}{4} \text{ in}$  en fila de ( $n_{pw} := 4$ ) con las siguientes dimensiones y separaciones:

$$d_{bw} = 19.05 \text{ mm}$$

Diámetro de pernos en alma.

$$s_b := 60 \text{ mm}$$

Separación entre pernos en alma mínimo

$$3 \cdot d_{bw} = 57.15 \text{ mm}$$

$$l_b := 35 \text{ mm}$$

Separación al borde de pernos en alma mínimo

$$\left(1 + \frac{1}{8}\right) \text{ in} = 28.58 \text{ mm}$$

#### Fuerza de diseño:

Se calcularán las fuerzas de diseño según lo especificado anteriormente, como se presenta en la imagen a continuación:

- Corte en el empalme:

Del análisis se obtiene una fuerza de corte en el empalme para las combinaciones de Estado límite de Resistencia y en base a la resistencia factorizada a corte se obtiene el cortante último de diseño, recordando los resultados obtenidos en el EJEMPLO DE DISEÑO DE VIGAS PARA PUENTES CON SECCIÓN I ARMADA COMPUESTA para la menor sección:

$$V_{p1} := 0.58 \cdot F_y \cdot D_1 \cdot 2 \cdot t_{w1} = (6.4 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$k := 0.5$$

$$C := \begin{cases} \text{if } \frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}} \leq 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.0 \\ \text{else if } \frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}} \leq 1.4 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \frac{1.12}{D_1} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \frac{1.57}{\left(\frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}}\right)^2} \cdot \frac{E \cdot k}{F_y} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{1.57}{\left(\frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}}\right)^2} \cdot \frac{E \cdot k}{F_y} \end{array} \right. \end{cases} = 0.95$$

$$V_u := 653 \text{ kN} \quad \text{Corte \u00faltimo en el empalme}$$

$$V_{n1} := C \cdot V_{p1} = (6.1 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal a corte del alma.}$$

$$\phi_v := 1.0 \quad \text{Factor de resistencia a corte}$$

$$V_{uw} := \begin{cases} \text{if } V_u < 0.5 \cdot \phi_v \cdot V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.5 \cdot V_u \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{(V_u + \phi_v \cdot V_{n1})}{2} \end{array} \right. \end{cases} = 979.5 \text{ kN} \quad \text{Corte de dise\u00f1o en el empalme.}$$

- Momento inducido por excentricidad:

En base a la excentricidad desde el punto del empalme (ver Figura 5.1) y la fuerza cortante se obtiene el momento inducido por excentricidad como se describe a continuaci\u00f3n:

$$e := 2.5 \text{ mm} + l_b + \frac{(n_{pw} - 1)}{2} \cdot s_b = 127.5 \text{ mm} \quad \text{Excentricidad desde el punto del empalme al centro de la fila de pernos}$$

$$M_{vw} := e \cdot V_{uw} = 124.89 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento debido a la excentricidad}$$

- Momento resistido por el alma:

La normativa AASHTO establece la siguiente formulaci\u00f3n para el c\u00e1lculo del momento resistido por el alma:

$$M_{uw} = \frac{2 \cdot t_w \cdot D^2}{12} \cdot |R_h \cdot F_{cf} - R_{cf} \cdot f_{ncf}|$$

Donde:

- $F_{cf}$ : Esfuerzo en el ala que controla el diseño, positivo para tracción y negativo para compresión.
- $f_{cf}$ : Esfuerzo debido a las cargas factorizadas en el centro del ala que controla el diseño, positivo para tracción y negativo para compresión (MPa).
- $f_{ncf}$ : Esfuerzo debido a las cargas factorizadas en el centro del ala que no controla el diseño, positivo para tracción y negativo para compresión (MPa).
- $R_{cf}$ : Valor absoluto de la relación entre  $F_{cf}$  y  $f_{cf}$ .
- $R_h$ : Factor para secciones híbridas.

Se determina el momento máximo de diseño para las combinaciones de estado límite de resistencia, cuyo valor es positivo indicando que el ala a compresión es la superior, la cual controla el diseño y a tracción el ala inferior:

$$M_u := 1.25 \cdot (M_{D1} + M_{D2}) + 1.25 (M_{DW}) + 1.75 \cdot M_{LL_{IM}_{max}} = 2237.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Conservadoramente determinamos el esfuerzo en el ala como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta para el ala inferior (tracción):

$$S_{NCt1} := 1.46 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a tracción.

$$S_{NCc1} := 1.01 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a compresión.

$$F_{cf} := \alpha \cdot \phi_f \cdot F_y = 344.74 \text{ MPa}$$

Esfuerzo en el ala que controla el diseño. (conservadoramente)

$$R_h := 1.0$$

Factor para secciones híbridas, en caso este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material.

$$f_{ncf} := \frac{M_u}{S_{NCt1}} = 153.27 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de resistencia para el ala inferior (controla el diseño)

$$f_{cf} := \frac{M_u}{S_{NCc1}} = 221.56 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de resistencia para el ala superior (controla el diseño)

$$R_{cf} := \left| \frac{F_{cf}}{f_{cf}} \right| = 1.56$$

Valor absoluto de la relación entre  $F_{cf}$  y  $f_{cf}$

$$M_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1^2}{12} \cdot |R_h \cdot F_{cf} - R_{cf} \cdot f_{ncf}| = 226.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento resistido por el alma

- Fuerza horizontal resultante en el alma:

Al igual que para el Momento resistido por el alma, la normativa AASHTO establece una formulación en base a los esfuerzos de las alas:

$$H_{uw} = \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1}{4} \cdot (R_h \cdot F_{cf} + R_{cf} \cdot f_{ncf})$$

$$H_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1}{4} \cdot (R_h \cdot F_{cf} + R_{cf} \cdot f_{ncf}) = 4665.77 \text{ kN}$$

Fuerza horizontal en el alma

- Fuerza de diseño de la conexión:

$$M_u := M_{uw} + M_{vw} = 351.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño

$$H_u := H_{uw} = (4.67 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Fuerza horizontal de diseño

$$V_u := V_{uw} = 979.5 \text{ kN}$$

Fuerza cortante de diseño

#### Resistencia nominal por perno:

$$A_b := \frac{\pi \cdot d_{bw}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$$

Área de pernos en alma

$$N_s := 2$$

Número de planos de corte

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 226.39 \text{ kN}$$

Resistencia a corte por perno

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 24.68 \text{ mm}$$

Distancia libre al borde

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 39.36 \text{ mm}$$

Distancia libre entre pernos

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 24.68 \text{ mm}$$

Distancia libre para diseño

$$R_{n_2} := 1.2 \cdot L_c \cdot t_{w1} \cdot F_u = 285.89 \text{ kN}$$

Resistencia al aplastamiento por perno

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}) = 226.39 \text{ kN}$$

Resistencia nominal por perno

#### Reducción por efecto de planchas de relleno:

En este caso cada plancha de relleno tendrá un espesor igual a

$0.5 \cdot |t_{w1} - t_{w2}| = 0 \text{ mm}$  menor a  $0.25 \text{ in} = 6.35 \text{ mm}$  por lo que no se evalúa este efecto.

$$R := 1.0$$

Factor de reducción por planchas de relleno

#### Número estimado de pernos

En base a la mayor fuerza de corte de diseño podemos determinar un número estimado de pernos:

$$\phi_s := 0.80$$

Factor de resistencia para pernos A325 a corte.

$$N_{min} := \frac{\max(V_u, H_u)}{\phi_s \cdot R \cdot R_n} = 25.76$$

Número de pernos

$$n_{pw} = 4$$

Número de pernos por fila en el alma

$$n_{fw} := 10$$

Número de filas de pernos en el alma

$$N_w := n_{fw} \cdot n_{pw} = 40$$

Número de pernos a colocar en el alma

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } N_{min} \leq N_w \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } N_{min} > N_w \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

### Chequeo del cortante en el perno de la esquina:

Para determinar la carga total actuante en el perno de la esquina de la conexión se deberá establecer las componentes de dicha carga debido a los momentos actuantes, así como para las cargas verticales y horizontales, para ello se determinará la inercia polar de la conexión ( $I_p$ ) con la siguiente formulación:

$$I_p = \sum x^2 + \sum y^2$$

$$I_p := \left( 2 \cdot n_{pw} \cdot \left( (0.5 s_b)^2 + (1.5 s_b)^2 + (2.5 s_b)^2 + (3.5 s_b)^2 + (4.5 s_b)^2 \right) \right) + \left( 2 \cdot n_{fw} \cdot (1 s_b)^2 \right)$$

$$I_p = 12600 \text{ cm}^2 \quad \text{Inercia polar de la conexión.}$$

Las resultantes de fuerza por lo tanto serán:

$$y := 3.5 s_b = 210 \text{ mm} \quad \text{Brazo vertical al perno de la esquina, desde el centro de la conexión.}$$

$$R_x := \frac{M_u \cdot y}{I_p} = 58.59 \text{ kN} \quad \text{Fuerza horizontal debido a momento en perno}$$

$$x := 0.5 s_b = 30 \text{ mm} \quad \text{Brazo horizontal al perno de la esquina, desde el centro de la conexión}$$

$$R_y := \frac{M_u \cdot x}{I_p} = 8.37 \text{ kN} \quad \text{Fuerza vertical debido a momento en perno}$$

$$R_v := \frac{V_u}{N_w} = 24.49 \text{ kN} \quad \text{Fuerza vertical en perno}$$

$$R_h := \frac{H_u}{N_w} = 116.64 \text{ kN} \quad \text{Fuerza horizontal en perno}$$

$$R_{bold} := \sqrt{(R_h + R_x)^2 + (R_v + R_y)^2}$$

$$R_{bold} = 178.29 \text{ kN} \quad \text{Fuerza resultante en el perno}$$

$$\phi_s \cdot R \cdot R_n = 181.11 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } R_{bold} \leq \phi_s \cdot R \cdot R_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } R_{bold} > \phi_s \cdot R \cdot R_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

## 4.2 CHEQUEO DE RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO II

### DETERMINACIÓN DE ESFUERZO DE DISEÑO

Recordando los calores del momento máximo obtenido para el punto de análisis para la combinación por Estado Límite de Servicio II:

$$M_{s\_max} = 1761.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Corte en el empalme:

Se requiere determinar los calores de corte para la combinación por Estado Límite de Servicio II en el punto de empalme tomando los siguientes calores del análisis:

- Corte para las acciones permanentes antes de que la losa de concreto endurezca  
 $V_{D1} := 378 \text{ kN}$
- Corte para las acciones permanentes a largo plazo de la sección compuesta  
 $V_{D2} := 99.3 \text{ kN}$
- Corte para las acciones permanentes por superficie de rodamiento e instalaciones  
 $V_{DW} := 25.2 \text{ kN}$
- Corte para las acciones variables debido a tránsito vehicular, incluyendo el impacto dinámico de dichas cargas  
 $V_{LL\_IM} := 107.7 \text{ kN}$

Aplicando la combinación por Estado Límite de Servicio II se puede obtener el cortante de diseño:

$$V_s := 1.0 (V_{D1} + V_{D2}) + 1.0 (V_{DW}) + 1.3 (V_{LL\_IM}) = 642.51 \text{ kN}$$

- Momento debido a la excentricidad

$$e = 127.5 \text{ mm}$$

Excentricidad desde el punto del empalme al centro de la fila de pernos

$$M_{vw} := e \cdot V_s = 81.92 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento debido a la excentricidad}$$

- Momento de diseño y fuerza horizontal para el alma:

Tomando ahora conservadoramente los esfuerzos en las alas como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta:

$$S_{NCt1} := (1.46 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a tracción

$$S_{NCc1} := (1.01 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a compresión

Para el chequeo de la resistencia por deslizamiento ante el Estado Límite de Servicio II se deberá determinar el momento de diseño y fuerza horizontal para el alma con las ecuaciones siguientes:

$$M_{sw} := \frac{2 \cdot t_w \cdot D^2}{12} \cdot |f_s - f_{os}|$$

$$H_{sw} := \frac{2 \cdot t_w \cdot D}{4} (f_s + f_{os})$$

$$f_{os} := \frac{M_{s\_max}}{S_{NCt1}} = 120.64 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para el ala inferior.

$$f_s := \frac{M_{s,max}}{S_{NCe1}} = 174.39 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para el ala superior

$$M_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1^2}{12} \cdot |f_s - f_{os}| = 114.66 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño del alma

$$H_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1}{4} \cdot (f_s + f_{os}) = (2.36 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Fuerza horizontal en el alma

- Fuerza de diseño de la conexión para Estado límite de servicio II:

$$M_s := M_{uw} + M_{vw} = 196.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño

$$H_s := H_{uw} = (2.36 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Fuerza horizontal de diseño

$$V_s = 642.51 \text{ kN}$$

Fuerza cortante de diseño

#### CHEQUEO DE LA RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO:

Al igual que para el estado límite de resistencia se determinarán las fuerzas resultantes en el perno de la esquina de la conexión para su evaluación contra la resistencia por deslizamiento:

$$R_x := \frac{M_s \cdot y}{I_p} = 32.76 \text{ kN}$$

Fuerza horizontal debido a momento en perno

$$R_y := \frac{M_s \cdot x}{I_p} = 4.68 \text{ kN}$$

Fuerza vertical debido a momento en perno

$$R_v := \frac{V_s}{N_w} = 16.06 \text{ kN}$$

Fuerza vertical en perno

$$R_h := \frac{H_s}{N_w} = 59 \text{ kN}$$

Fuerza horizontal en perno

$$R_{bold} := \sqrt{(R_h + R_x)^2 + (R_v + R_y)^2}$$

$$R_{bold} = 94.08 \text{ kN}$$

Fuerza resultante en el perno

La resistencia nominal por deslizamiento ( $R_n$ ) por perno vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t$$

Donde se determinan los factores según las tablas vistas anteriormente:

$$P_t := 125 \text{ kN}$$

Pretensión mínima requerida en cada perno

$$K_h := 1.0$$

Coeficiente por tipo de agujero

$$K_s$$

Coeficiente por superficie

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t = 125 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno a deslizamiento}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } R_{bold} \leq R_n \\ \quad \text{“Cumple”} \\ \text{if } R_{bold} > R_n \\ \quad \text{“No Cumple”} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

#### 4.3. CHEQUEO DE LAS PLANCHAS DE EMPALME

##### Dimensiones de las planchas de empalme:

Una vez dimensionados los pernos podemos determinar el largo u ancho de las planchas de empalme así como asignar un espesor para el chequeo de estas:

$$l_{ws} := 2 \cdot l_b + (n_{fw} - 1) \cdot s_b = 610 \text{ mm} \quad \text{Altura de plancha de empalme}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } l_{ws} \leq \min(D_1, D_2) - 20 \text{ mm} \\ \quad \text{“Cumple”} \\ \text{if } l_{ws} > \min(D_1, D_2) - 20 \text{ mm} \\ \quad \text{“No Cumple”} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

$$b_{ws} := (2 l_b + (n_{pw} - 1) \cdot s_b + 2.5 \text{ mm}) \cdot 2 = 505 \text{ mm} \quad \text{Ancho de plancha de empalme}$$

$$t_{ws} := 10 \text{ mm} \quad \text{Espesor de plancha de empalme}$$

##### Cedencia en área gruesa:

$$A_{g\_ws} := 2 \cdot t_{ws} \cdot l_{ws} = 122 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de planchas de empalme en alma.}$$

$$\phi_v := 1.0 \quad \text{Factor de resistencia para corte}$$

$$V_r := \phi_v \cdot (0.58 A_{g\_ws} \cdot F_y) = 2439.37 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a la cedencia por corte planchas de empalme en alma}$$

Comparando contra la fuerza cortante de diseño para empalme en alma

$$V_u = 979.5 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq V_r \\ \quad \text{“Cumple”} \\ \text{if } V_u > V_r \\ \quad \text{“No Cumple”} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

##### Fractura en el área neta:

$$A_{n\_ws} := A_{g\_ws} - 2 \cdot n_{fw} \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{ws}$$

$A_{n_{ws}} = 80.73 \text{ cm}^2$	Área neta del empalme en alma
$\phi_u := 0.80$	Factor de resistencia para fractura
$V_r := \phi_u \cdot F_u \cdot A_{n_{ws}} = (3.12 \cdot 10^3) \text{ kN}$	Resistencia a la fractura por corte de las planchas de empalme en alma

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en alma  $V_u = 979.5 \text{ kN}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq V_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } V_u > V_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

#### Bloque de corte:

Asumiendo agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor  $R_p := 1.0$  y un factor de reducción de área por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la Figura 5.02 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el empalme del alma.

$$A_{tn_{ws}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{pw} - 1) s_b - (n_{pw} - 0.5) \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{ws}$$

$$A_{tn_{ws}} = 28.55 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de planchas de empalme en alma}$$

$$A_{vn_{ws}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fw} - 1) s_b - (n_{fw} - 0.5) \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{ws}$$

$$A_{vn_{ws}} = 75.79 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de planchas de empalme en alma}$$

$$A_{vg_{ws}} := 2 (l_b + (n_{fw} - 1) s_b) t_{ws}$$

$$A_{vg_{ws}} = 115 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de planchas de empalme en alma.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80$$

$$R_{r_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn_{ws}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{ws}}) = 2799.7 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg_{ws}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{ws}}) = 2942 \text{ kN}$$

$$R_{r_{ws}} := \min(R_{r_1}, R_{r_2}) = 2799.7 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas de empalme en alma}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq R_{r_{ws}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } V_u > R_{r_{ws}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

Resistencia a flexión de la plancha:

Se chequeara el esfuerzo debido a la flexión en la plancha comparándolo contra el esfuerzo resistente de la misma  $F_y = 344.74 \text{ MPa}$

$$I_{ws} := 2 \cdot \left( \frac{2 \cdot t_{ws} \cdot l_{ws}^3}{12} \right) = 75660.33 \text{ cm}^4 \quad \text{Inercia del par de planchas de empalme}$$

$$S_{ws} := \frac{I_{ws}}{0.5 l_{ws}} = 2480.67 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico del par de planchas de empalme}$$

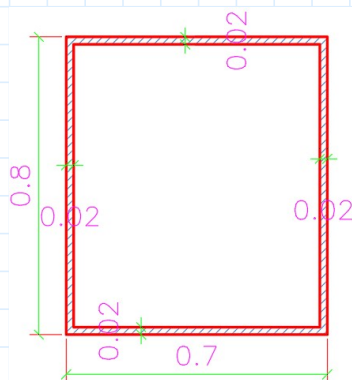
$$f_{ws} := \frac{M_u}{S_{ws}} = 141.72 \text{ MPa} \quad \text{Esfuerzo por flexión actuando en el par de planchas}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } f_{ws} \leq F_y \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } f_{ws} > F_y \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

## **ANEXO 6**

## DISEÑO DE EMPALME EMPERNADO PARA VIGAS

### 1.1. DIMENSIONES DE LAS SECCIONES



#### SECCIÓN 1 (MOMENTO POSITIVO)

$D_1 := 800 \text{ mm}$	Altura alma
$t_{w1} := 20 \text{ mm}$	Espesor del alma
$b_{fs1} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala superior
$t_{fs1} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala superior
$b_{fi1} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala inferior
$t_{fi1} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala inferior

#### Sección 2 (Momento negativo)

$D_2 := 800 \text{ mm}$	Altura del alma
$t_{w2} := 20 \text{ mm}$	Espesor del alma
$b_{fs2} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala superior
$t_{fs2} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala superior
$b_{fi2} := 700 \text{ mm}$	Ancho del ala inferior
$t_{fi2} := 20 \text{ mm}$	Espesor del ala inferior

### 1.2. MATERIALES

La resistencia para todos los elementos (alas y alma) de las secciones y de las planchas de empalme vendrá dada por el mismo acero AASHTO M 270 Grado 50W:

Acero M270 Grado HPS 50W:

$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.74 \text{ MPa}$	Esfuerzo cedente del acero estructural
$F_u := 70 \text{ ksi} = 482.63 \text{ MPa}$	Esfuerzo último del acero estructural
$E := 29000 \text{ ksi} = (2.0 \cdot 10^5) \text{ MPa}$	Módulo de Elasticidad del acero

Perno ASTM A 325:

$F_{ub} := 120 \text{ ksi} = 827.37 \text{ MPa}$	Resistencia última de pernos
--	------------------------------

## 2. DISEÑO DE EMPALME EN ALA INFERIOR

Considerando las dimensiones de la sección de anchos  $b_{fi1} = 700 \text{ mm}$  y  $b_{fi2} = 700 \text{ mm}$ , y con espesores de  $t_{fi1} = 20 \text{ mm}$  y  $t_{fi2} = 20 \text{ mm}$ . Se podrán tomar las siguientes dimensiones de planchas de empalme:

Plancha externa: (Outer Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor o igual al ancho mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fi1}, b_{fi2}) = 700 \text{ mm}$$

$$b_{oi} := 700 \text{ mm}$$

Ancho de la plancha externa

$$t_{oi} := 20 \text{ mm}$$

Espesor de la plancha externa.

Plancha interna: (Inner Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor al ancho libre mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fi1} - 2 \cdot t_{w1}, b_{fi2} - 2 \cdot t_{w2}) = 660 \text{ mm}$$

$$b_{ii} := 660 \text{ mm}$$

Ancho de la planchas internas.

$$t_{ii} := 20 \text{ mm}$$

Espesor es las planchas internas.

En el caso de la unión de las alas inferiores no se requiere plancha de relleno por ser del mismo espesor en ambas secciones.

### 2.1. NÚMERO DE PERNOS REQUERIDIS POR ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

Se probará para la conexión el uso de pernos de 3/4" con las siguientes dimensiones y separaciones:

$$d_{bi} := \frac{3}{4} \text{ in} = 19.05 \text{ mm}$$

Diámetro de pernos en ala inferior.

$$s_b := 70 \text{ mm}$$

Separación entre pernos en ala inferior.

$$\text{mínimo } 3 \cdot d_{bi} = 57 \text{ mm}$$

$$l_b := 50 \text{ mm}$$

Separación al borde de pernos en ala inferior.

$$\text{mínimo } \left(1 + \frac{1}{8}\right) \text{ in} = 29 \text{ mm}$$

$$F_{cf} = \alpha \cdot \phi_f \cdot F_{yf}$$

$$\alpha := 1.0$$

Constante, conservadoramente igual a 1.0, excepto que se use un valor menor igual a (Fn / Fyf).

$$\phi_f := 1.0$$

Factor de resistencia a flexión

$$F_{cf} := \alpha \cdot \phi_f \cdot F_y = 345 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cedente del acero estructural.

$$A_g := (b_{fi1}) \cdot t_{fi1} = 140 \text{ cm}^2$$

Área gruesa de la menor ala inferior.

Considerando una fila de  $n_{pi} := 7$  pernos de  $d_{bi} = 19.05 \text{ mm}$  en el ancho del ala, se calcula un área neta de la menor ala como:

Calcula el área neta de la menor ala como:

$$A_n := A_g - n_{pi} \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{fi1} = 111.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta de la menor ala inferior.}$$

$$b_{fi1} - 2 \cdot l_b - s_b \cdot (n_{pi} - 1) - n_{pi} \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 35.54 \text{ mm}$$

El área efectiva (Ae) del ala para un ala a compresión será tomada igual al área gruesa del ala mientras que en el caso de alas a tracción vendrá determinado como:

$$A_e = \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_{yt}} \right) \cdot A_n < A_g$$

$$\phi_u := 0.80$$

Factor de resistencia para fractura a tracción.

$$\phi_y := 0.95$$

Factor de resistencia para cedencia a tracción.

$$A_e := \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_y} \right) \cdot A_n = 130.99 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efectiva de la menor ala inferior}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } A_e < A_g \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } A_e \geq A_g \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{“Cumple”}$$

$$P_{cu} := A_e \cdot F_{cf} = 4515.72 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de diseño para empalme en ala inferior.}$$

Resistencia nominal por perno:

$$A_b := \frac{\pi \cdot d_{bi}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de pernos en ala inferior.}$$

Considerando pernos a cortante con la rosca excluida del plano cortante, y considerando dos planos cortantes  $N_s := 2$  en la conexión por la doble plancha de empalme, se tiene una resistencia igual a:

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a corte por perno}$$

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento:

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre al borde}$$

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 49.36 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre entre pernos}$$

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre para diseño}$$

$$R_{n_2} := 1.2 \cdot L_c \cdot t_{fi1} \cdot F_u = 459.64 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno.}$$

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}) = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno}$$

Reducción por efecto de planchas de relleno:

En este caso no existen planchas de relleno, por lo que no se evalúa este efecto

$R := 1.0$  Factor de reducción por planchas de relleno.

### NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS

Tomando en cuenta que se colocarán pernos en filas de ( $n_{fi} := 4$ ) se determina la cantidad de pernos a colocar a cada lado del empalme

$\phi_s := 0.80$  Factor de resistencia para pernos A325 a corte

$N_{min} := \frac{P_{cu}}{\phi_s \cdot R \cdot R_n} = 24.93$  Número mínimo de pernos

$n_{pi} = 7$  Número de pernos por fila en el ala inferior

$n_{fi} = 4$  Número de fila de pernos en el ala inferior

$N_{fi} := n_{fi} \cdot n_{pi} = 28$  Número de pernos a colocar en el ala inferior

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } N_{min} < N_{fi} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } N_{min} \geq N_{fi} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{"Cumple"}$$

## 2.2 CHEQUEO DE RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO II

### DETERMINACIÓN DE ESFUERZO DE DISEÑO:

Del análisis se obtuvieron los siguientes momentos máximo y mínimo, para el punto donde se colocará el empalme:

Momento para las acciones permanentes antes de que la losa de concreto endurezca  $M_{D1} := 1035.47 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento para las acciones permanentes a largo plazo de la sección compuesta  $M_{D2} := 278.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento para las acciones permanentes por superficie de rodamiento e instalaciones  $M_{DW} := 70.79 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento para las acciones variables debido a tránsito vehicular, incluyendo el impacto dinámico de dichas cargas  $M_{LL_{IM}_{max}} := 289.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$  y

$M_{LL_{IM}_{min}} := -286.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Aplicando la combinación por Estado límite de Servicio II se pueden obtener los momentos de diseño:

$$M_{s\_max} := 1.0 (M_{D1} + M_{D2}) + 1.0 (M_{DW}) + 1.3 (M_{LL\_IM\_max}) = 1761.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{s\_min} := 1.0 (M_{D1} + M_{D2}) + 1.0 (M_{DW}) + 1.3 (M_{LL\_IM\_min}) = 1012.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Conservadoramente determinamos el esfuerzo en el ala como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta para el ala inferior (tracción):

$$S_{NCt1} := 1.46 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico a tracción}$$

$$f_s := \frac{M_{s\_max}}{S_{NCt1}} = 120.64 \text{ MPa} \quad \text{Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para ala inferior}$$

$$R_h := 1.0 \quad \text{Factor para secciones híbridas, en caso este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material.}$$

$$F_s := \frac{f_s}{R_h} = 120.64 \text{ MPa} \quad \text{Esfuerzo de diseño por deslizamiento.}$$

#### CHEQUEO DE LA RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO:

La resistencia nominal por deslizamiento ( $R_n$ ) por perno vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$R_n = K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t$$

Donde se determinan los factores según las siguientes tablas:

Tabla 3.1: Pretensión mínima  $P_t$  por perno y material.

Diámetro del perno (in)	Pretensión mínima (Kn)	
	A325	A490
5/8	85	107
3/4	125	156
7/8	173	218
1	227	285
1+1/8	249	356
1+1/4	316	454
1+3/8	378	538
1+1/2	458	658

Tabla 3.2: Coeficiente  $K_h$ .

Para orificios estandar	1
Para orificios sobredimensionados y de ranura corta	0.85
Para orificios de ranura larga con la ranura perpendicular a la dirección de la fuerza	0.7
Para orificios de ranura larga con la ranura paralela a la dirección de la fuerza	0.6

Tabla 3.3: Coeficiente  $K_s$ .

Para superficies con condiciones de clase A	0.33
Para superficies con condiciones de clase B	0.5
Para superficies con condiciones de clase C	0.33

$$P_t := 173 \text{ kN}$$

$$K_h := 1.0$$

$$K_s := 0.50$$

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t = 173 \text{ kN}$$

$$R_r := N_{fi} \cdot R_n = 4844 \text{ kN}$$

$$A_g = 140 \text{ cm}^2$$

$$R_u := A_g \cdot F_s = 1688.91 \text{ kN}$$

Pretensión mínima requerida en cada perno.

Coficiente por tipo de agujero

Coficiente por superficie

Resistencia nominal por perno a deslizamiento

Resistencia factorizada por total de pernos a deslizamiento

Área gruesa de la menor ala superior.

Fuerza de diseño por deslizamiento

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } R_u \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{if } R_u > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$$

## CHEQUEO DE LAS PLANCHAS DE EMPALME

### CEDENCIA EN ÁREA GRUESA

$$A_{g_{fs}} := b_{oi} \cdot t_{oi} + 2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii} = 404 \text{ cm}^2$$

$$\phi_y := 0.95$$

$$R_r := \phi_y \cdot A_{g_{fs}} \cdot F_y = 13231 \text{ kN}$$

Área gruesa del empalme en ala

Factor de resistencia para cedencia a tracción

Resistencia a la cedencia del empalme en ala.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$$

### FRACTURA EN EL ÁREA NETA

$$A_{n_{fs}} := A_{g_{fs}} - 4 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{oi} - 4 \cdot \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{ii}$$

$$A_{n_{fs}} = 370.98 \text{ cm}^2$$

$$\phi_u := 0.80$$

$$U := 1.00$$

$$R_r := \phi_u \cdot A_{n_{fs}} \cdot F_u = 14324 \text{ kN}$$

Área neta del empalme en ala

Factor de resistencia para fractura a tracción

Factor de área neta efectiva.

Resistencia a la fractura del empalme en ala.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4516 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

### BLOQUE DE CORTE:

Asumimos agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor  $R_p := 1.0$  y un factor de reducción de área por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la figura 3.2 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el empalme del ala inferior de la viga.

- Planchas internas:

$$A_{tn\_is} := \left( 2 l_b + (n_{pi} - 2) s_b - (n_{pi} - 1) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} in \right) \right) \cdot t_{ii}$$

$$A_{tn\_is} = 65.24 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de plancha interior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vn\_is} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fi} - 1) s_b - (n_{fi} - 0.5) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} in \right) \right) \cdot t_{ii}$$

$$A_{vn\_is} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vg\_is} := 2 (l_b + (n_{fi} - 1) s_b) t_{ii}$$

$$A_{vg\_is} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_ii} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala inferior.}$$

- Plancha externa:

$$A_{tn\_os} := \left( 2 l_b + (n_{pi} - 2) s_b - (n_{pi} - 1) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} in \right) \right) \cdot t_{oi}$$

$$A_{tn\_os} = 65.24 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de plancha exterior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vn\_os} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fi} - 1) s_b - (n_{fi} - 0.5) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{oi}$$

$$A_{vn\_os} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de plancha exterior de empalme en ala inferior.}$$

$$A_{vg\_os} := 2 (l_b + (n_{fi} - 1) s_b) t_{oi}$$

$$A_{vg\_os} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de plancha exterior de empalme en ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_oi} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala inferior.}$$

Considerando que la fuerza de diseño para empalme en ala inferior  $P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$  se divide en proporción del área de las planchas internas y externas, podemos entonces comparar la fuerza de diseño para cada plancha contra la resistencia por bloque cortante:

$$P_{cc\_ii} := \frac{2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii}}{2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii} + b_{oi} \cdot t_{oi}} \cdot P_{cu} = 2950.87 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de diseño para planchas de empalme internas.}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_ii} \leq R_{r\_ii} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_ii} > R_{r\_ii} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$P_{cc\_oi} := \frac{b_{oi} \cdot t_{oi}}{2 \cdot b_{ii} \cdot t_{ii} + b_{oi} \cdot t_{oi}} \cdot P_{cu} = 1564.85 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de diseño para planchas de empalme internas.}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_oi} \leq R_{r\_oi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_oi} > R_{r\_oi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

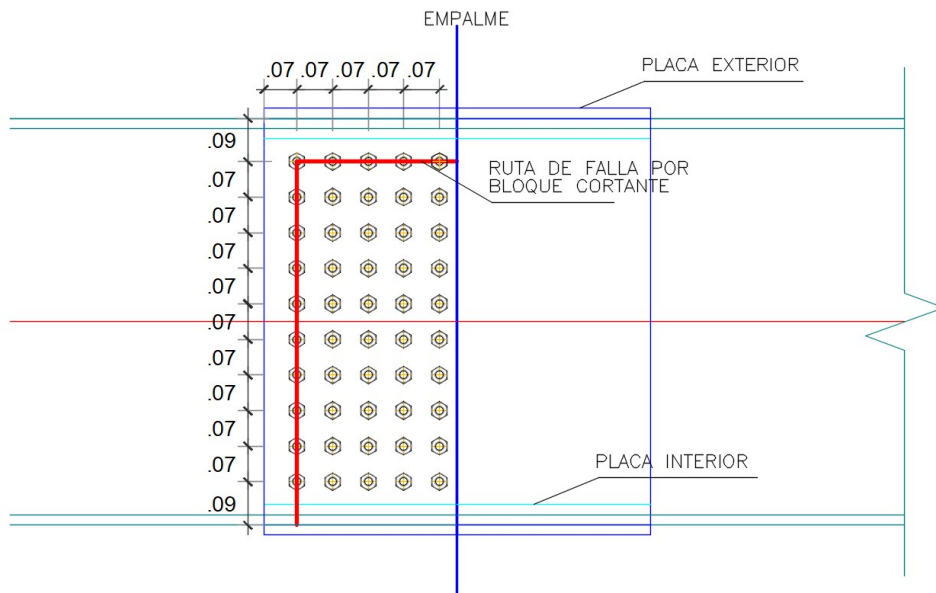


Figura 3.2: Ruta de falla por bloque de cortante en planchas de empalme

#### 2.4. CHEQUEO DEL ALA INFERIOR

##### Fractura en sección neta:

Como la fuerza usada para el diseño ( $P_{cu}$ ) está basada en la resistencia a fractura en sección neta, está no necesita ser chequeada.

##### Bloque de corte:

El patrón de falla por bloque cortante en el ala inferior es asumida como se muestra en la figura siguiente:

$$A_{tn_{fi}} := \left( 2 l_b + (n_{pi} - 1) s_b - (n_{pi}) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fi1}$$

$$A_{tn_{fi}} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de ala inferior}$$

$$A_{vn_{fi}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fi} - 1) s_b - (n_{fi} - 0.5) \left( d_{bi} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fi1}$$

$$A_{vn_{fi}} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de ala inferior}$$

$$A_{vg_{fi}} := 2 \cdot (l_b + (n_{fi} - 1) s_b) \cdot t_{fi1}$$

$$A_{vg_{fi}} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn_{fi}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{fi}}) = 4581.92 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg_{fi}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{fi}}) = 4563.52 \text{ kN}$$

$R_{r\_fi} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4563.52 \text{ kN}$  Resistencia factorizada por bloque cortante en ala inferior.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_{r\_fi} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cu} > R_{r\_fi} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{“Cumple”}$$

## 2.5. CHEQUEO POR FATIGA EN LAS PLANCHAS DE EMPALMES

Los refuerzos por fatiga en las planchas de empalme se deben evaluar para el metal base de acero adyacente a la conexión emperrada crítica a deslizamiento, considerada dentro de la categoría de detalle B, como se observa en la imagen.

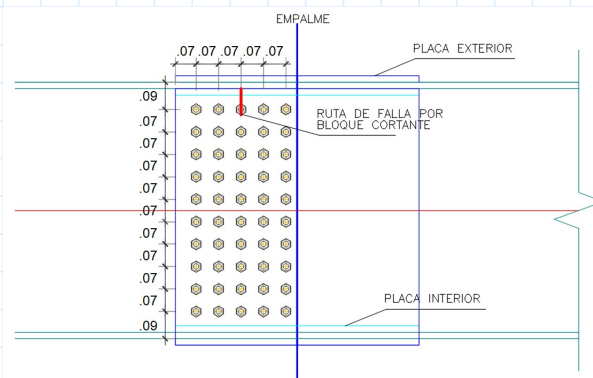


Figura 3.4: Detalle de Fatiga

La fatiga normalmente no gobierna el diseño de las planchas de empalme cuando la sumatoria de las áreas transversales de las planchas internas y externa es mayor que el área del ala empalmada.

Del análisis de la estructura del puente, en el punto de empalme de la viga, se obtuvieron los siguientes resultados de momentos de fatiga para los distintos camiones de diseño según los estados límites de Fatiga I y II.

$M_{LL\_IM\_HLmax} := 524 \text{ kN} \cdot \text{m}$  Momento máximo y mínimo para el camión de diseño HL-93 en el punto de interés

$M_{LL\_IM\_HLmin} := -83 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{LL\_IM\_P9max} := 1269 \text{ kN} \cdot \text{m}$  Momento máximo y mínimo para el camión de diseño P9 en el punto de interés.

$M_{LL\_IM\_P9min} := -643 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Los valores de momentos presentados ya consideran los factores de distribución de carga variable.

Se procede a determinar el rango de esfuerzos para los estados límite de Fatiga I y II, de manera conservadora se calcularán los esfuerzos en el ala haciendo uso del módulo de sección para cuando esta es no compuesta, arrojando los siguientes valores:

#### Fatiga I Camión HL-93 para repeticiones infinitas:

$\gamma_{FI} := 1.75$  Factor de amplificación de cargas para fatiga I

$$\Delta f_{FI\_inf} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmax}}{S_{NCt1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmin}}{S_{NCt1}} \right|$$

$\gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_inf} = 72.76$  **MPa** Rango de esfuerzos factorizados en el ala inferior para Fatiga I.

Recordando del Ejemplo de Requerimientos de Constructibilidad, Servicio y Fatiga en viga de sección I armada la resistencia nominal a la Fatiga para una Categoría de Detalle B en la viga diseñada como la siguiente:

$\Delta F_n := 110$  **MPa** Resistencia del Detalle para Fatiga I

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_inf} \leq \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_inf} > \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

#### Fatiga II Camión P9 para repeticiones finitas

$\gamma_{FII} := 1.0$  Factor de amplificación de cargas para Fatiga II

$$\Delta f_{FII\_inf} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9max}}{S_{NCt1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9min}}{S_{NCt1}} \right|$$

$\gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} = 130.96$  **MPa** Resistencia del detalle para Fatiga II  
 $\Delta F_n := 203.64$  **MPa** Resistencia del detalle para Fatiga II

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} \leq \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} > \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

### 3. DISEÑO DE EMPALME EN ALA SUPERIOR

Considerando las dimensiones de las alas inferiores de anchos  $b_{fs1} = 700 \text{ mm}$  y  $b_{fs2} = 700 \text{ mm}$ , y con espesores de  $t_{fs1} = 20 \text{ mm}$  y  $t_{fs2} = 20 \text{ mm}$ . Se podrán tomar las siguientes dimensiones de planchas de empalme:

#### Plancha externa: (Outer Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor o igual al ancho mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fs1}, b_{fs2}) = 700 \text{ mm}$$

$$b_{os} := 700 \text{ mm}$$

Ancho de la plancha externa

$$t_{os} := 20 \text{ mm}$$

Espesor de la plancha externa.

#### Plancha interna: (Inner Splice Plate)

Su ancho deberá ser menor al ancho libre mínimo de las alas unidas.

$$\min(b_{fs1} - 2 \cdot t_{w1}, b_{fs2} - 2 \cdot t_{w2}) = 660 \text{ mm}$$

$$b_{is} := 660 \text{ mm}$$

Ancho de las planchas internas.

$$t_{is} := 20 \text{ mm}$$

Espesor de las planchas internas.

\* En el caso de la unión de las inferiores no se requiere plancha de relleno por ser del mismo espesor en ambas secciones. En este caso ambas tienen secciones diferentes.

#### Planchas de relleno: (Fill Plate)

Su ancho podrá ser igual al de las planchas internas y el espesor se determinará en función de la diferencia entre los espesores de alas unidas.

$$b_f := b_{is} = 660 \text{ mm}$$

Ancho de las planchas de relleno

$$t_f := |t_{fs1} - t_{fs2}| = 0 \text{ mm}$$

Espesor de las planchas de relleno

### 3.1. NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS POR ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

Se probará para la conexión el uso de pernos de 3/4" con las siguientes dimensiones y separaciones:

$$d_{bs} := \frac{3}{4} \text{ in} = 19.05 \text{ mm}$$

Diámetro de pernos en ala inferior.

$$s_b := 70 \text{ mm}$$

Separación entre pernos en ala inferior.

$$\text{mínimo } 3 \cdot d_{bi} = 57 \text{ mm}$$

$$l_b := 50 \text{ mm}$$

Separación al borde de pernos en ala inferior.

$$\text{mínimo } \left(1 + \frac{1}{8}\right) \text{ in} = 29 \text{ mm}$$

### Fuerza de diseño

Se hace la siguiente simplificación para la obtención del esfuerzo máximo en el ala (diseño por capacidad)

$$F_{cf} = \alpha \cdot \phi_f \cdot F_{yf}$$

$\alpha := 1.0$  Constante, conservadoramente igual a 1.0, excepto que se use un valor menor igual a (Fn / Fyf).

$\phi_f := 1.0$  Factor de resistencia a flexión

$F_{cf} := \alpha \cdot \phi_f \cdot F_y = 345 \text{ MPa}$  Esfuerzo cedente del acero estructural.

$A_g := b_{fs1} \cdot t_{fs1} = 140 \text{ cm}^2$  Área gruesa de la menor ala superior.

Considerando una fila de  $n_{ps} := 7$  pernos de  $d_{bs} := \frac{3}{4} \text{ in}$  a en el ancho del ala, se calcula un área neta de la menor ala como:

$A_n := A_g - n_{ps} \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{fs1} = 111.11 \text{ cm}^2$  Área neta de la menor ala inferior.

$$b_{fs1} - 2 \cdot l_b - s_b \cdot (n_{pi} - 1) - n_{ps} \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 35.54 \text{ mm}$$

El área efectiva ( $A_e$ ) del ala para un ala a compresión será tomada igual al área gruesa del ala mientras que en el caso de alas a tracción vendrá determinado como:

$$A_e = \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_{yt}} \right) \cdot A_n < A_g$$

$\phi_u := 0.80$  Factor de resistencia para fractura a tracción.

$\phi_y := 0.95$  Factor de resistencia para cedencia a tracción.

$A_e := \left( \frac{\phi_u \cdot F_u}{\phi_y \cdot F_y} \right) \cdot A_n = 130.99 \text{ cm}^2$  Área efectiva de la menor ala inferior

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } A_e \leq A_g \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } A_e > A_g \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$$

$P_{cu} := A_e \cdot F_{cf} = 4515.72 \text{ kN}$  Fuerza de diseño para empalme en ala inferior.

Resistencia nominal por perno:

$A_b := \frac{\pi \cdot d_{bs}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$  Área de pernos en ala inferior.

Considerando pernos a cortante con la rosca excluida del plano cortante, y considerando dos planos cortantes  $N_s := 2$  en la conexión por la doble plancha de empalme, se tiene una resistencia igual a:

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a corte por perno}$$

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento:

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre al borde}$$

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 49.36 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre entre pernos}$$

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 39.68 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre para diseño}$$

$$R_{n_2} := 1.2 \cdot L_c \cdot t_{fs1} \cdot F_u = 459.64 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno.}$$

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}) = 226.39 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno}$$

#### Reducción por efecto de planchas de relleno:

Cuando existen planchas de relleno de espesor  $0.25 \text{ in} = 6.35 \text{ mm}$  o mayor, se deberá evaluar el efecto del reducción de la resistencia a corte del conjunto de pernos con el siguiente factor de reducción R.

$$A_f := b_f \cdot t_f = 0 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de las planchas plancha de relleno}$$

$$A_{p_1} := A_g = 140 \text{ cm}^2 \quad \text{Área del ala conectada}$$

$$A_{p_2} := b_{is} \cdot t_{is} + b_{os} \cdot t_{os} = 272 \text{ cm}^2 \quad \text{Suma de área de planchas de empalme}$$

$$A_p := \min(A_{p_1}, A_{p_2}) = 140 \text{ cm}^2 \quad \text{Menor valor entre } A_{p_1} \text{ y } A_{p_2}$$

$$\gamma := \frac{A_f}{A_p} = 0 \quad \text{Proporción de plancha de relleno}$$

$$R := \frac{(1 + \gamma)}{(1 + 2 \gamma)} = 1 \quad \text{Factor de reducción por planchas de relleno}$$

#### NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS

Tomando en cuenta que se colocarán pernos en filas de ( $n_{ps} = 7$ ) se determina la cantidad de pernos a colocar a cada lado del empalme

$$\phi_s := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia para pernos A325 a corte}$$

$$N_{min} := \frac{P_{cu}}{\phi_s \cdot R \cdot R_n} = 24.93 \quad \text{Número mínimo de pernos}$$

$$n_{ps} = 7 \quad \text{Número de pernos por fila en el ala inferior}$$

$$n_c := 4 \quad \text{Número de fila de pernos en el ala inferior}$$

$$N_{fs} := n_{fs} \cdot n_{ps} = 28$$

Número de pernos a colocar en el ala inferior

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } N_{min} < N_{fs} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } N_{min} \geq N_{fs} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{“Cumple”}$$

### 3.2 CHEQUEO DE RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO II

#### DETERMINACIÓN DE ESFUERZO DE DISEÑO:

Recordando los valores obtenidos para el punto de análisis para la combinación por Estado límite de Servicio II:

$$M_{s\_max} = 1761.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{s\_min} = 1012.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Tomando ahora conservadoramente el esfuerzo en el ala como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta para el ala inferior (tracción):

$$S_{NCe1} := 1.01 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a compresión

$$f_s := \frac{M_{s\_max}}{S_{NCe1}} = 174.39 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para ala superior

$$R_h := 1.0$$

Factor para secciones híbridas, en caso este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material.

$$F_s := \frac{f_s}{R_h} = 174.39 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de diseño por deslizamiento.

#### CHEQUEO DE LA RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO:

La resistencia nominal por deslizamiento ( $R_n$ ) por perno vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$R_n = K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t$$

Donde se determinan los factores según las siguientes tablas:

**Tabla 3.1: Pretensión mínima  $P_t$  por perno y material.**

Diámetro del perno (in)	Pretensión mínima (Kn)	
	A325	A490
5/8	85	107
3/4	125	156
7/8	173	218
1	227	285
1+1/8	249	356
1+1/4	316	454
1+3/8	378	538
1+1/2	458	658

**Tabla 3.2: Coeficiente  $K_h$ .**

Para orificios estandar	1
Para orificios sobredimensionados y de ranura corta	0.85
Para orificios de ranura larga con la ranura perpendicular a la dirección de la fuerza	0.7
Para orificios de ranura larga con la ranura paralela a la dirección de la fuerza	0.6

**Tabla 3.3: Coeficiente  $K_s$ .**

Para superficies con condiciones de clase A	0.33
Para superficies con condiciones de clase B	0.5
Para superficies con condiciones de clase C	0.33

$$P_t := 125 \text{ kN}$$

$$K_h := 1.0$$

$$K_s := 0.50$$

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t = 125 \text{ kN}$$

$$R_r := N_{fs} \cdot R_n = (3.5 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$A_g = 140 \text{ cm}^2$$

$$R_u := A_g \cdot F_s = 2441.39 \text{ kN}$$

Pretensión mínima requerida en cada perno.

Coeficiente por tipo de agujero

Coeficiente por superficie

Resistencia nominal por perno a deslizamiento

Resistencia factorizada por total de pernos a deslizamiento

Área gruesa de la menor ala superior.

Fuerza de diseño por deslizamiento

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } R_u \leq R_r \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{if } R_u > R_r \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right| = \text{"Cumple"}$$

### 3.3 CHEQUEO DE LAS PLANCHAS DE EMPALME

#### CEDENCIA EN ÁREA GRUESA

$$A_{g_{fs}} := b_{os} \cdot t_{os} + b_{is} \cdot t_{is} = 272 \text{ cm}^2$$

$$\phi_y := 0.95$$

$$R_r := \phi_y \cdot A_{g_{fs}} \cdot F_y = 8908 \text{ kN}$$

Área gruesa del empalme en ala

Factor de resistencia para cedencia a tracción

Resistencia a la cedencia del empalme en ala.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

**FRACTURA EN EL ÁREA NETA**

$$A_{n_{fs}} := A_{g_{fs}} - 4 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{os} - 4 \cdot \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{is}$$

$$A_{n_{fs}} = 238.98 \text{ cm}^2$$

$$\phi_u := 0.80$$

$$U := 1.00$$

$$R_r := \phi_u \cdot A_{n_{fs}} \cdot F_u = 9227 \text{ kN}$$

Área neta del empalme en ala

Factor de resistencia para fractura a tracción

Factor de área neta efectiva.

Resistencia a la fractura del empalme en ala.

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4516 \text{ kN}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{if } P_{cu} > R_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

**BLOQUE DE CORTE:**

Asumimos agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor

$R_p := 1.0$  y un factor de reducción de área por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la figura 4.2 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el empalme del ala inferior de la viga.

- Planchas internas:

$$A_{tn_{is}} := \left( 2 l_b + (n_{ps} - 2) s_b - (n_{ps} - 1) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{is}$$

$$A_{tn_{is}} = 65.24 \text{ cm}^2$$

Área neta a tracción de plancha interior de empalme en ala inferior.

$$A_{vn_{is}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fs} - 1) s_b - (n_{fs} - 0.5) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{is}$$

$$A_{vn_{is}} = 75.11 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.

$$A_{vg\_is} := 2 (l_b + (n_{fs} - 1) s_b) t_{is}$$

$$A_{vg\_is} = 104 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte de plancha interior de empalme en ala inferior.

$$\phi_{bs} := 0.80$$

Factor de resistencia por bloque cortante.

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_is} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_is}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_is} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN}$$

Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala inferior.

- Plancha externa:

$$A_{tn\_os} := \left( 2 l_b + (n_{ps} - 2) s_b - (n_{ps} - 1) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{os}$$

$$A_{tn\_os} = 65.24 \text{ cm}^2$$

Área neta a tracción de plancha exterior de empalme en ala superior.

$$A_{vn\_os} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fs} - 1) s_b - (n_{fs} - 0.5) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{os}$$

$$A_{vn\_os} = 75.11 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte de plancha exterior de empalme en ala superior.

$$A_{vg\_os} := 2 (l_b + (n_{fs} - 1) s_b) t_{os}$$

$$A_{vg\_os} = 104 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte de plancha exterior de empalme en ala superior.

$$\phi_{bs} := 0.80$$

Factor de resistencia por bloque cortante.

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4200.74 \text{ kN}$$

$$R_{r\_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_os} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_os}) = 4182.33 \text{ kN}$$

$$R_{r\_os} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 4182.33 \text{ kN}$$

Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas internas de empalme en ala superior.

Considerando que la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$  se divide en proporción del área de las planchas internas y externas, podemos entonces comparar la fuerza de diseño para cada plancha contra la resistencia por bloque cortante:

$$P_{cc\_is} := \frac{b_{is} \cdot t_{is}}{b_{is} \cdot t_{is} + b_{os} \cdot t_{os}} \cdot P_{cu} = 2191.45 \text{ kN}$$

Fuerza de diseño para planchas de empalme internas.

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_is} \leq R_{r\_is} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_is} > R_{r\_is} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

$$P_{cc\_os} := \frac{b_{os} \cdot t_{os}}{b_{is} \cdot t_{is} + b_{os} \cdot t_{os}} \cdot P_{cu} = 2324.27 \text{ kN}$$

Fuerza de diseño para planchas de empalme externas.

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cc\_os} \leq R_{r\_os} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{if } P_{cc\_os} > R_{r\_os} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

### 3.4. CHEQUEO DEL ALA INFERIOR

#### Fractura en sección neta:

Como la fuerza usada para el diseño ( $P_{cu}$ ) está basada en la resistencia a fractura en sección neta, está no necesita ser chequeada.

#### Bloque de corte:

El patrón de falla por bloque cortante en el ala inferior es asumida como se muestra en la figura siguiente:

$$A_{tn\_fs} := \left( 2 l_b + (n_{ps} - 1) s_b - (n_{ps} - 1) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fs1}$$

$$A_{tn\_fs} = 79.24 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de ala superior}$$

$$A_{vn\_fs} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fs} - 1) s_b - (n_{fs} - 0.5) \left( d_{bs} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{fs1}$$

$$A_{vn\_fs} = 75.11 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de ala superior}$$

$$A_{vg\_fs} := 2 \cdot (l_b + (n_{fs} - 1) s_b) \cdot t_{fs1}$$

$$A_{vg\_fs} = 104 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de ala inferior.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r\_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn\_fs} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_fs}) = 4741.28 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg\_fs} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn\_fs}) = 4722.88 \text{ kN}$$

$$R_{r\_fs} := \min(R_{r_1}, R_{r_2}) = 4722.88 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante en la inferior.}$$

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en ala inferior

$$P_{cu} = 4515.72 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_{cu} \leq R_{r\_fs} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } P_{cu} > R_{r\_fs} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

### 3.5. CHEQUEO POR FATIGA EN LAS PLANCHAS DE EMPALMES

Fatiga I Camión HL-93 para repeticiones infinitas:

$$\gamma_{FI} := 1.75 \quad \text{Factor de amplificación de cargas para fatiga I}$$

$$\Delta f_{FI\_sup} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmax}}{S_{NCe1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_HLmin}}{S_{NCe1}} \right|$$

$$\gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_sup} = 105.17 \text{ MPa} \quad \text{Rango de esfuerzos factorizados en el ala inferior para Fatiga I.}$$

$$\Delta F_n := 110 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia del Detalle para Fatiga I}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_sup} \leq \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } \gamma_{FI} \cdot \Delta f_{FI\_sup} > \Delta F_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Fatiga II Camión P9 para repeticiones finitas

$$\gamma_{FII} := 1.0 \quad \text{Factor de amplificación de cargas para Fatiga II}$$

$$\Delta f_{FII\_sup} := \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9max}}{S_{NCe1}} \right| + \left| \frac{M_{LL\_IM\_P9min}}{S_{NCe1}} \right|$$

$$\gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_sup} = 189.31 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia del detalle para Fatiga II}$$

$$\Delta F_n := 203.64 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia del detalle para Fatiga II}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} \leq \Delta F_n \\ \text{“Cumple”} \\ \text{if } \gamma_{FII} \cdot \Delta f_{FII\_inf} > \Delta F_n \\ \text{“No Cumple”} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

## 5. DISEÑO DE EMPALME EN ALMA

El empalme en el alma, así como sus conectores deberán diseñarse por corte, por el momento debido a la excentricidad del corte al punto de empalme y por la porción de momento que se asume resiste el alma en el punto del empalme.

### 5.1. Número de pernos requeridos por Estado Límite de Resistencia.

Se probará para la conexión el uso de pernos de  $d_{bw} := \frac{3}{4} \text{ in}$  en fila de ( $n_{pw} := 4$ ) con las siguientes dimensiones y separaciones:

$$d_{bw} = 19.05 \text{ mm}$$

Diámetro de pernos en alma.

$$s_b := 60 \text{ mm}$$

Separación entre pernos en alma mínimo

$$3 \cdot d_{bw} = 57.15 \text{ mm}$$

$$l_b := 35 \text{ mm}$$

Separación al borde de pernos en alma mínimo

$$\left(1 + \frac{1}{8}\right) \text{ in} = 28.58 \text{ mm}$$

#### Fuerza de diseño:

Se calcularán las fuerzas de diseño según lo especificado anteriormente, como se presenta en la imagen a continuación:

- Corte en el empalme:

Del análisis se obtiene una fuerza de corte en el empalme para las combinaciones de Estado límite de Resistencia y en base a la resistencia factorizada a corte se obtiene el cortante último de diseño, recordando los resultados obtenidos en el EJEMPLO DE DISEÑO DE VIGAS PARA PUENTES CON SECCIÓN I ARMADA COMPUESTA para la menor sección:

$$V_{p1} := 0.58 \cdot F_y \cdot D_1 \cdot 2 \cdot t_{w1} = (6.4 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$k := 0.5$$

$$C := \begin{cases} \text{if } \frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}} \leq 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.0 \\ \text{else if } \frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}} \leq 1.4 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \frac{1.12}{D_1} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \frac{1.57}{\left(\frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}}\right)^2} \cdot \frac{E \cdot k}{F_y} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{1.57}{\left(\frac{D_1}{2 \cdot t_{w1}}\right)^2} \cdot \frac{E \cdot k}{F_y} \end{array} \right. \end{cases} = 0.95$$

$$V_u := 653 \text{ kN} \quad \text{Corte último en el empalme}$$

$$V_{n1} := C \cdot V_{p1} = (6.1 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal a corte del alma.}$$

$$\phi_v := 1.0 \quad \text{Factor de resistencia a corte}$$

$$V_{uw} := \begin{cases} \text{if } V_u < 0.5 \cdot \phi_v \cdot V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.5 \cdot V_u \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{(V_u + \phi_v \cdot V_{n1})}{2} \end{array} \right. \end{cases} = 979.5 \text{ kN} \quad \text{Corte de diseño en el empalme.}$$

- Momento inducido por excentricidad:

En base a la excentricidad desde el punto del empalme (ver Figura 5.1) y la fuerza cortante se obtiene el momento inducido por excentricidad como se describe a continuación:

$$e := 2.5 \text{ mm} + l_b + \frac{(n_{pw} - 1)}{2} \cdot s_b = 127.5 \text{ mm} \quad \text{Excentricidad desde el punto del empalme al centro de la fila de pernos}$$

$$M_{vw} := e \cdot V_{uw} = 124.89 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento debido a la excentricidad}$$

- Momento resistido por el alma:

La normativa AASHTO establece la siguiente formulación para el cálculo del momento resistido por el alma:

$$M_{uw} = \frac{2 \cdot t_w \cdot D^2}{12} \cdot |R_h \cdot F_{cf} - R_{cf} \cdot f_{ncf}|$$

Donde:

- $F_{cf}$ : Esfuerzo en el ala que controla el diseño, positivo para tracción y negativo para compresión.
- $f_{cf}$ : Esfuerzo debido a las cargas factorizadas en el centro del ala que controla el diseño, positivo para tracción y negativo para compresión (MPa).
- $f_{ncf}$ : Esfuerzo debido a las cargas factorizadas en el centro del ala que no controla el diseño, positivo para tracción y negativo para compresión (MPa).
- $R_{cf}$ : Valor absoluto de la relación entre  $F_{cf}$  y  $f_{cf}$ .
- $R_h$ : Factor para secciones híbridas.

Se determina el momento máximo de diseño para las combinaciones de estado límite de resistencia, cuyo valor es positivo indicando que el ala a compresión es la superior, la cual controla el diseño y a tracción el ala inferior:

$$M_u := 1.25 \cdot (M_{D1} + M_{D2}) + 1.25 (M_{DW}) + 1.75 \cdot M_{LL_{IM}_{max}} = 2237.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Conservadoramente determinamos el esfuerzo en el ala como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta para el ala inferior (tracción):

$$S_{NCt1} := 1.46 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a tracción.

$$S_{NCc1} := 1.01 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a compresión.

$$F_{cf} := \alpha \cdot \phi_f \cdot F_y = 344.74 \text{ MPa}$$

Esfuerzo en el ala que controla el diseño. (conservadoramente)

$$R_h := 1.0$$

Factor para secciones híbridas, en caso este caso igual a 1.0 por ser una sección de un solo material.

$$f_{ncf} := \frac{M_u}{S_{NCt1}} = 153.27 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de resistencia para el ala inferior (controla el diseño)

$$f_{cf} := \frac{M_u}{S_{NCc1}} = 221.56 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de resistencia para el ala superior (controla el diseño)

$$R_{cf} := \left| \frac{F_{cf}}{f_{cf}} \right| = 1.56$$

Valor absoluto de la relación entre  $F_{cf}$  y  $f_{cf}$

$$M_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1^2}{12} \cdot |R_h \cdot F_{cf} - R_{cf} \cdot f_{ncf}| = 226.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento resistido por el alma

- Fuerza horizontal resultante en el alma:

Al igual que para el Momento resistido por el alma, la normativa AASHTO establece una formulación en base a los esfuerzos de las alas:

$$H_{uw} = \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1}{4} \cdot (R_h \cdot F_{cf} + R_{cf} \cdot f_{ncf})$$

$$H_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1}{4} \cdot (R_h \cdot F_{cf} + R_{cf} \cdot f_{ncf}) = 4665.77 \text{ kN}$$

Fuerza horizontal en el alma

- Fuerza de diseño de la conexión:

$$M_u := M_{uw} + M_{vw} = 351.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño

$$H_u := H_{uw} = (4.67 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Fuerza horizontal de diseño

$$V_u := V_{uw} = 979.5 \text{ kN}$$

Fuerza cortante de diseño

#### Resistencia nominal por perno:

$$A_b := \frac{\pi \cdot d_{bw}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$$

Área de pernos en alma

$$N_s := 2$$

Número de planos de corte

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 226.39 \text{ kN}$$

Resistencia a corte por perno

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 24.68 \text{ mm}$$

Distancia libre al borde

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 39.36 \text{ mm}$$

Distancia libre entre pernos

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 24.68 \text{ mm}$$

Distancia libre para diseño

$$R_{n_2} := 1.2 \cdot L_c \cdot t_{w1} \cdot F_u = 285.89 \text{ kN}$$

Resistencia al aplastamiento por perno

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}) = 226.39 \text{ kN}$$

Resistencia nominal por perno

#### Reducción por efecto de planchas de relleno:

En este caso cada plancha de relleno tendrá un espesor igual a

$0.5 \cdot |t_{w1} - t_{w2}| = 0 \text{ mm}$  menor a  $0.25 \text{ in} = 6.35 \text{ mm}$  por lo que no se evalúa este efecto.

$$R := 1.0$$

Factor de reducción por planchas de relleno

#### Número estimado de pernos

En base a la mayor fuerza de corte de diseño podemos determinar un número estimado de pernos:

$$\phi_s := 0.80$$

Factor de resistencia para pernos A325 a corte.

$$N_{min} := \frac{\max(V_u, H_u)}{\phi_s \cdot R \cdot R_n} = 25.76$$

Número de pernos

$$n_{pw} = 4$$

Número de pernos por fila en el alma

$$n_{fw} := 10$$

Número de filas de pernos en el alma

$$N_w := n_{fw} \cdot n_{pw} = 40$$

Número de pernos a colocar en el alma

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } N_{min} \leq N_w \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } N_{min} > N_w \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

### Chequeo del cortante en el perno de la esquina:

Para determinar la carga total actuante en el perno de la esquina de la conexión se deberá establecer las componentes de dicha carga debido a los momentos actuantes, así como para las cargas verticales y horizontales, para ello se determinará la inercia polar de la conexión ( $I_p$ ) con la siguiente formulación:

$$I_p = \sum x^2 + \sum y^2$$

$$I_p := \left( 2 \cdot n_{pw} \cdot \left( (0.5 s_b)^2 + (1.5 s_b)^2 + (2.5 s_b)^2 + (3.5 s_b)^2 + (4.5 s_b)^2 \right) \right) + \left( 2 \cdot n_{fw} \cdot (1 s_b)^2 \right)$$

$$I_p = 12600 \text{ cm}^2 \quad \text{Inercia polar de la conexión.}$$

Las resultantes de fuerza por lo tanto serán:

$$y := 3.5 s_b = 210 \text{ mm} \quad \text{Brazo vertical al perno de la esquina, desde el centro de la conexión.}$$

$$R_x := \frac{M_u \cdot y}{I_p} = 58.59 \text{ kN} \quad \text{Fuerza horizontal debido a momento en perno}$$

$$x := 0.5 s_b = 30 \text{ mm} \quad \text{Brazo horizontal al perno de la esquina, desde el centro de la conexión}$$

$$R_y := \frac{M_u \cdot x}{I_p} = 8.37 \text{ kN} \quad \text{Fuerza vertical debido a momento en perno}$$

$$R_v := \frac{V_u}{N_w} = 24.49 \text{ kN} \quad \text{Fuerza vertical en perno}$$

$$R_h := \frac{H_u}{N_w} = 116.64 \text{ kN} \quad \text{Fuerza horizontal en perno}$$

$$R_{bold} := \sqrt{(R_h + R_x)^2 + (R_v + R_y)^2}$$

$$R_{bold} = 178.29 \text{ kN} \quad \text{Fuerza resultante en el perno}$$

$$\phi_s \cdot R \cdot R_n = 181.11 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } R_{bold} \leq \phi_s \cdot R \cdot R_n \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } R_{bold} > \phi_s \cdot R \cdot R_n \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

## 4.2 CHEQUEO DE RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO II

### DETERMINACIÓN DE ESFUERZO DE DISEÑO

Recordando los valores del momento máximo obtenido para el punto de análisis para la combinación por Estado Límite de Servicio II:

$$M_{s\_max} = 1761.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Corte en el empalme:

Se requiere determinar los valores de corte para la combinación por Estado Límite de Servicio II en el punto de empalme tomando los siguientes valores del análisis:

- Corte para las acciones permanentes antes de que la losa de concreto endurezca  
 $V_{D1} := 378 \text{ kN}$
- Corte para las acciones permanentes a largo plazo de la sección compuesta  
 $V_{D2} := 99.3 \text{ kN}$
- Corte para las acciones permanentes por superficie de rodamiento e instalaciones  
 $V_{DW} := 25.2 \text{ kN}$
- Corte para las acciones variables debido a tránsito vehicular, incluyendo el impacto dinámico de dichas cargas  
 $V_{LL\_IM} := 107.7 \text{ kN}$

Aplicando la combinación por Estado Límite de Servicio II se puede obtener el cortante de diseño:

$$V_s := 1.0 (V_{D1} + V_{D2}) + 1.0 (V_{DW}) + 1.3 (V_{LL\_IM}) = 642.51 \text{ kN}$$

- Momento debido a la excentricidad

$$e = 127.5 \text{ mm}$$

Excentricidad desde el punto del empalme al centro de la fila de pernos

$$M_{vw} := e \cdot V_s = 81.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento debido a la excentricidad

- Momento de diseño y fuerza horizontal para el alma:

Tomando ahora conservadoramente los esfuerzos en las alas como el momento de diseño dividido entre el módulo elástico de la sección no compuesta:

$$S_{NCt1} := (1.46 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a tracción

$$S_{NCc1} := (1.01 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

Módulo elástico a compresión

Para el chequeo de la resistencia por deslizamiento ante el Estado Límite de Servicio II se deberá determinar el momento de diseño y fuerza horizontal para el alma con las ecuaciones siguientes:

$$M_{sw} := \frac{2 \cdot t_w \cdot D^2}{12} \cdot |f_s - f_{os}|$$

$$H_{sw} := \frac{2 \cdot t_w \cdot D}{4} (f_s + f_{os})$$

$$f_{os} := \frac{M_{s\_max}}{S_{NCt1}} = 120.64 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para el ala inferior.

$$f_s := \frac{M_{s,max}}{S_{NCe1}} = 174.39 \text{ MPa}$$

Esfuerzo debido al estado límite de Servicio II para el ala superior

$$M_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1^2}{12} \cdot |f_s - f_{os}| = 114.66 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño del alma

$$H_{uw} := \frac{2 \cdot t_{w1} \cdot D_1}{4} \cdot (f_s + f_{os}) = (2.36 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Fuerza horizontal en el alma

- Fuerza de diseño de la conexión para Estado límite de servicio II:

$$M_s := M_{uw} + M_{vw} = 196.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño

$$H_s := H_{uw} = (2.36 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Fuerza horizontal de diseño

$$V_s = 642.51 \text{ kN}$$

Fuerza cortante de diseño

#### CHEQUEO DE LA RESISTENCIA POR DESLIZAMIENTO:

Al igual que para el estado límite de resistencia se determinarán las fuerzas resultantes en el perno de la esquina de la conexión para su evaluación contra la resistencia por deslizamiento:

$$R_x := \frac{M_s \cdot y}{I_p} = 32.76 \text{ kN}$$

Fuerza horizontal debido a momento en perno

$$R_y := \frac{M_s \cdot x}{I_p} = 4.68 \text{ kN}$$

Fuerza vertical debido a momento en perno

$$R_v := \frac{V_s}{N_w} = 16.06 \text{ kN}$$

Fuerza vertical en perno

$$R_h := \frac{H_s}{N_w} = 59 \text{ kN}$$

Fuerza horizontal en perno

$$R_{bold} := \sqrt{(R_h + R_x)^2 + (R_v + R_y)^2}$$

$$R_{bold} = 94.08 \text{ kN}$$

Fuerza resultante en el perno

La resistencia nominal por deslizamiento ( $R_n$ ) por perno vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t$$

Donde se determinan los factores según las tablas vistas anteriormente:

$$P_t := 125 \text{ kN}$$

Pretensión mínima requerida en cada perno

$$K_h := 1.0$$

Coeficiente por tipo de agujero

$$K_s$$

Coeficiente por superficie

$$R_n := K_h \cdot K_s \cdot N_s \cdot P_t = 125 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno a deslizamiento}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } R_{bold} \leq R_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{if } R_{bold} > R_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{“Cumple”}$$

#### 4.3. CHEQUEO DE LAS PLANCHAS DE EMPALME

##### Dimensiones de las planchas de empalme:

Una vez dimensionados los pernos podemos determinar el largo u ancho de las planchas de empalme así como asignar un espesor para el chequeo de estas:

$$l_{ws} := 2 \cdot l_b + (n_{fw} - 1) \cdot s_b = 610 \text{ mm} \quad \text{Altura de plancha de empalme}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } l_{ws} \leq \min(D_1, D_2) - 20 \text{ mm} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{if } l_{ws} > \min(D_1, D_2) - 20 \text{ mm} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{“Cumple”}$$

$$b_{ws} := (2 l_b + (n_{pw} - 1) \cdot s_b + 2.5 \text{ mm}) \cdot 2 = 505 \text{ mm} \quad \text{Ancho de plancha de empalme}$$

$$t_{ws} := 10 \text{ mm} \quad \text{Espesor de plancha de empalme}$$

##### Cedencia en área gruesa:

$$A_{g\_ws} := 2 \cdot t_{ws} \cdot l_{ws} = 122 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de planchas de empalme en alma.}$$

$$\phi_v := 1.0 \quad \text{Factor de resistencia para corte}$$

$$V_r := \phi_v \cdot (0.58 A_{g\_ws} \cdot F_y) = 2439.37 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a la cedencia por corte planchas de empalme en alma}$$

Comparando contra la fuerza cortante de diseño para empalme en alma

$$V_u = 979.5 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq V_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{if } V_u > V_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{“Cumple”}$$

##### Fractura en el área neta:

$$A_{n\_ws} := A_{g\_ws} - 2 \cdot n_{fw} \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_{ws}$$

$A_{n_{ws}} = 80.73 \text{ cm}^2$	Área neta del empalme en alma
$\phi_u := 0.80$	Factor de resistencia para fractura
$V_r := \phi_u \cdot F_u \cdot A_{n_{ws}} = (3.12 \cdot 10^3) \text{ kN}$	Resistencia a la fractura por corte de las planchas de empalme en alma

Comparando contra la fuerza de diseño para empalme en alma  $V_u = 979.5 \text{ kN}$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq V_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } V_u > V_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

#### Bloque de corte:

Asumiendo agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor  $R_p := 1.0$  y un factor de reducción de área por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la Figura 5.02 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el empalme del alma.

$$A_{tn_{ws}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{pw} - 1) s_b - (n_{pw} - 0.5) \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{ws}$$

$$A_{tn_{ws}} = 28.55 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de planchas de empalme en alma}$$

$$A_{vn_{ws}} := 2 \cdot \left( l_b + (n_{fw} - 1) s_b - (n_{fw} - 0.5) \cdot \left( d_{bw} + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_{ws}$$

$$A_{vn_{ws}} = 75.79 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de planchas de empalme en alma}$$

$$A_{vg_{ws}} := 2 (l_b + (n_{fw} - 1) s_b) t_{ws}$$

$$A_{vg_{ws}} = 115 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de planchas de empalme en alma.}$$

$$\phi_{bs} := 0.80$$

$$R_{r_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_u \cdot A_{vn_{ws}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{ws}}) = 2799.7 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 F_y \cdot A_{vg_{ws}} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn_{ws}}) = 2942 \text{ kN}$$

$$R_{r_{ws}} := \min(R_{r_1}, R_{r_2}) = 2799.7 \text{ kN} \quad \text{Resistencia factorizada por bloque cortante del par de planchas de empalme en alma}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq R_{r_{ws}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{if } V_u > R_{r_{ws}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Resistencia a flexión de la plancha:

Se chequeara el esfuerzo debido a la flexión en la plancha comparándolo contra el esfuerzo resistente de la misma  $F_y = 344.74 \text{ MPa}$

$$I_{ws} := 2 \cdot \left( \frac{2 \cdot t_{ws} \cdot l_{ws}^3}{12} \right) = 75660.33 \text{ cm}^4 \quad \text{Inercia del par de planchas de empalme}$$

$$S_{ws} := \frac{I_{ws}}{0.5 l_{ws}} = 2480.67 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico del par de planchas de empalme}$$

$$f_{ws} := \frac{M_u}{S_{ws}} = 141.72 \text{ MPa} \quad \text{Esfuerzo por flexión actuando en el par de planchas}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } f_{ws} \leq F_y \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right. \\ \text{if } f_{ws} > F_y \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

## **ANEXO 7**

## DISEÑO DE EMPALME EMPERNADO MONTANTE

### 1.1 MATERIALES

La resistencia para todos los elementos de las secciones y de las planchas de empalme vendrá dada por el mismo acero AASHTO M 270 Grado 36:

Acero M270 Grado 36:

$F_y := 36 \text{ ksi} = 248.211 \text{ MPa}$	Mínima tensión cedente del acero estructural
$F_u := 58 \text{ ksi} = 399.896 \text{ MPa}$	Esfuerzo último del acero estructural
$E := 29000 \text{ ksi} = (2.0 \cdot 10^5) \text{ MPa}$	Módulo de Elasticidad del acero

Perno ASTM A 325:

$F_{ub} := 120 \text{ ksi} = 827.371 \text{ MPa}$	Resistencia última de pernos
---	------------------------------

### 1.2 DIMENSIONES DE LAS SECCIONES

Secciones de diagonales y montantes: (L75x75x7.0mm)

$b_L := 350 \text{ mm}$	Ancho de la placa
$t_L := 12.0 \text{ mm}$	Espesor de la plancha
$A_{gL} := 42 \text{ cm}^2$	Área gruesa del ángulo

Planchas de conexión

$t_s := 12 \text{ mm}$	Espesor de planchas
------------------------	---------------------

## 2. DISEÑO DE CONEXIÓN DEL MONTANTE

### 2.1 DETERMINACIÓN DE FUERZA DE DISEÑO

En las conexiones de los diafragmas y macros de cruces en vigas de puentes rectos, según lo indica la normativa AASHTO la fuerza de diseño será igual a la determinada en el análisis para las combinaciones de Estado Límite de Resistencia.

$P_u := 293.5 \text{ kN}$	Carga de diseño del montante inferior
---------------------------	---------------------------------------

### 2.2 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS

Se probará para la conexión el uso de pernos de  $d_b := \frac{5}{8} \text{ in}$  con las siguientes dimensiones y separaciones:

$d_b = 15.875 \text{ mm}$	Diámetro de pernos en ángulo inferior
$s_b := 70 \text{ mm}$	Separación entre pernos en ángulos inferior, mínimo $3 \cdot d_b = 47.625 \text{ mm}$
$l_b := 70 \text{ mm}$	Separación al borde de pernos en ángulo inferior, mínimo $\frac{7}{8} \text{ in} = 22.225 \text{ mm}$

Resistencia nominal por perno:

$$A_b := \frac{\pi \cdot d_b^2}{4} = 1.979 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de pernos en ángulo inferior}$$

Considerando pernos a cortante con la rosca excluida del plano cortante, y considerando un plano cortante  $N_s := 1$  en la conexión, se tiene una resistencia igual a:

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 78.607 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a corte por perno}$$

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento:

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 61.269 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre al borde}$$

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 52.538 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre entre pernos}$$

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 52.538 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre para diseño}$$

Si la distancia libre para el diseño es menor a dos veces el diámetro de perno, entonces la resistencia por aplastamiento vendrá controlada por el desgarramiento de la plancha, en caso contrario será por aplastamiento del agujero:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } L_c < 2 \cdot d_b \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Desgarramiento”} \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Aplastamiento del agujero”} \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \end{array} \right\} = \text{“Aplastamiento del agujero”}$$

$$R_{n_2} := 2.4 \cdot d_b \cdot t_L \cdot F_u = 182.832 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno en ángulo}$$

$$R_{n_3} := 2.4 \cdot d_b \cdot t_s \cdot F_u = 182.832 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno en plancha de conexión}$$

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}, R_{n_3}) = 78.607 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno}$$

Número de pernos:

$$\phi_s := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia para pernos A325 a corte:}$$

$$N_{min} := \frac{P_u}{\phi_s \cdot R_n} = 4.667 \quad \text{Número mínimo de pernos}$$

El número de pernos a colocar es menor a 1, pero la normativa AASHTO nos indica que todas las conexiones, con excepción de las de listones y barandas, deberán llevar al menos dos pernos.

$$N_p := 6 \quad \text{Número de pernos a colocar.}$$

### 2.3 CHEQUEO DE LA PLANCHA

Factura en el área neta:

$$A_n := A_{gL} - \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_L = 39.905 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de la plancha}$$

$$\phi_u := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia para fractura a tracción}$$

$$x := 0 \text{ mm} \quad \text{Excentricidad de la conexión}$$

$$l := \left( \frac{N_p}{2} - 1 \right) \cdot s_b = 140 \text{ mm} \quad \text{Longitud de la conexión}$$

$$U := 1 - \frac{x}{l} = 1 \quad \text{Factor de área neta efectiva}$$

$$R_{r_u} := \phi_u \cdot F_u \cdot A_n \cdot U = 1276.612 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a la fractura de la plancha}$$

Comparando contra la fuerza de diseño para el ángulo inferior  $P_u = 293.5 \text{ kN}$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_u \leq R_{r_u} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

#### Bloque de corte

Asumiendo agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor  $R_p := 1.0$  y un factor de reducción de parea por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la figura 2.1 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el ángulo

$$A_{tn} := \left( l_b - 0.5 \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_L = 7.352 \text{ cm}^2$$

$$A_{tn} = 7.352 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción de la plancha}$$

$$A_{vn} := \left( l_b + (N_p - 1) \cdot s_b - (N_p - 0.5) \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_L = 38.875 \text{ cm}^2$$

$$A_{vn} = 38.875 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de la plancha}$$

$$A_{vg} := (l_b + (N_p - 1) \cdot s_b) \cdot t_L = 50.4 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte de la plancha}$$

$$A_{vg} = 50.4 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte de la plancha}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 \cdot F_u \cdot A_{vn} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn}) = 956.538 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 \cdot F_y \cdot A_{vg} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn}) = 815.668 \text{ kN}$$

$R_{r\_bs} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 815.668 \text{ kN}$  Resistencia factorizada por bloque cortante para la plancha

Comparando contra la fuerza de diseño para el ángulo inferior  $P_u = 293.5 \text{ kN}$

```
|| if  $P_u \leq R_{r\_bs}$  || = "Cumple"  
|| || "Cumple" ||  
|| else ||  
|| || "No Cumple" ||
```

## **ANEXO 8**

## DISEÑO DE EMPALME DIAGONAL

### 1.1 MATERIALES

La resistencia para todos los elementos de las secciones y de las planchas de empalme vendrá dada por el mismo acero AASHTO M 270 Grado 36:

Acero M270 Grado HPS 50W:

$$F_y := 36 \text{ ksi} = 248.211 \text{ MPa}$$

Mínima tensión cedente del acero estructural

$$F_u := 58 \text{ ksi} = 399.896 \text{ MPa}$$

Esfuerzo último del acero estructural

$$E := 29000 \text{ ksi} = (2.0 \cdot 10^5) \text{ MPa}$$

Módulo de Elasticidad del acero

Perno ASTM A 325:

$$F_{ub} := 120 \text{ ksi} = 827.371 \text{ MPa}$$

Resistencia última de pernos

### 1.2 DIMENSIONES DE LAS SECCIONES

Secciones de diagonales y montantes: (L75x75x7.0mm)

$$b_L := 75 \text{ mm}$$

Ancho de ángulo

$$t_L := 7.0 \text{ mm}$$

Espesor de ángulo

$$A_{gL} := 10.10 \text{ cm}^2$$

Área gruesa del ángulo

Planchas de conexión:

$$t_s := 15 \text{ mm}$$

Espesor de planchas

## 2. DISEÑO DE CONEXIÓN DEL MONTANTE

### 2.1 DETERMINACIÓN DE FUERZA DE DISEÑO

En las conexiones de los diafragmas y macros de cruces en vigas de puentes rectos, según lo indica la normativa AASHTO la fuerza de diseño será igual a la determinada en el análisis para las combinaciones de Estado Límite de Resistencia.

$$P_u := 16.59 \text{ kN}$$

Carga de diseño del montante inferior

### 2.2 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE PERNOS REQUERIDOS

Se probará para la conexión el uso de pernos de  $d_b := \frac{5}{8} \text{ in}$  con las siguientes dimensiones y separaciones:

$$d_b = 15.875 \text{ mm}$$

Diámetro de pernos en ángulo inferior

$$s_b := 80 \text{ mm}$$

Separación entre pernos en ángulos inferior, mínimo  $3 \cdot d_b = 47.625 \text{ mm}$

$$l_b := 50 \text{ mm}$$

Separación al borde de pernos en ángulo inferior, mínimo  $\frac{7}{8} \text{ in}$

Resistencia nominal por perno:

$$A_b := \frac{\pi \cdot d_b^2}{4} = 1.979 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de pernos en ángulo inferior}$$

Considerando pernos a cortante con la rosca excluida del plano cortante, y considerando solo un plano cortante  $N_s := 1$  en la conexión, se tiene una resistencia igual a:

$$R_{n_1} := 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 78.607 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a corte por perno}$$

Se determina la resistencia del perno por aplastamiento:

$$L_{c_1} := l_b - 0.5 \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 41.269 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre al borde}$$

$$L_{c_2} := s_b - 1 \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) = 62.538 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre entre pernos}$$

$$L_c := \min(L_{c_1}, L_{c_2}) = 41.269 \text{ mm} \quad \text{Distancia libre para diseño}$$

Si la distancia libre para el diseño es menor a dos veces el diámetro de perno, entonces la resistencia por aplastamiento vendrá controlada por el desgarramiento de la plancha, en caso contrario será por aplastamiento del agujero:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } L_c < 2 \cdot d_b \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Desgarramiento”} \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Aplastamiento del agujero”} \end{array} \right\} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{“Aplastamiento del agujero”}$$

$$R_{n_2} := 2.4 \cdot d_b \cdot t_L \cdot F_u = 106.652 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno en ángulo}$$

$$R_{n_3} := 2.4 \cdot d_b \cdot t_s \cdot F_u = 228.541 \text{ kN} \quad \text{Resistencia al aplastamiento por perno en plancha de conexión}$$

$$R_n := \min(R_{n_1}, R_{n_2}, R_{n_3}) = 78.607 \text{ kN} \quad \text{Resistencia nominal por perno}$$

Número de pernos:

$$\phi_s := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia para pernos A325 a corte:}$$

$$N_{min} := \frac{P_u}{\phi_s \cdot R_n} = 0.264 \quad \text{Número mínimo de pernos}$$

El número de pernos a colocar es menor a 1, pero la normativa AASHTO nos indica que todas las conexiones, con excepción de las de listones y barandas, deberán llevar al menos dos pernos.

$$N_p := 2 \quad \text{Número de pernos a colocar.}$$

### 2.3 CHEQUEO DEL ÁNGULO

Factura en el área neta:

$$A_n := A_{gL} - \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \cdot t_L = 8.878 \text{ cm}^2 \quad \text{Área en ángulo inferior}$$

$$\phi_u := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia para fractura a tracción}$$

$$x := t_L = 7 \text{ mm} \quad \text{Excentricidad de la conexión}$$

$$l := (N_p - 1) \cdot s_b = 80 \text{ mm} \quad \text{Longitud de la conexión}$$

$$U := 1 - \frac{x}{l} = 0.913 \quad \text{Factor de área neta efectiva}$$

$$R_{r_u} := \phi_u \cdot F_u \cdot A_n \cdot U = 259.159 \text{ kN} \quad \text{Resistencia a la fractura del ángulo}$$

Comparando contra la fuerza de diseño para el ángulo inferior  $P_u = 16.59 \text{ kN}$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_u \leq R_{r_u} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

#### Bloque de corte

Asumiendo agujeros de pernos taladrados a tamaño completo, se toma un factor  $R_p := 1.0$  y un factor de reducción de parea por bloque cortante  $U_{bs} := 1.0$ . En la figura 2.1 se aprecia las rutas de falla por bloque cortante en el ángulo

$$A_{tn} := \left( l_b - 0.5 \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_L = 2.889 \text{ cm}^2$$

$$A_{tn} = 2.889 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a tracción del ángulo}$$

$$A_{vn} := \left( l_b + (N_p - 1) \cdot s_b - (N_p - 0.5) \cdot \left( d_b + \frac{1}{16} \text{ in} \right) \right) \cdot t_L = 7.266 \text{ cm}^2$$

$$A_{vn} = 7.266 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte del ángulo}$$

$$A_{vg} := (l_b + (N_p - 1) \cdot s_b) \cdot t_L = 9.1 \text{ cm}^2 \quad \text{Área neta a corte del ángulo}$$

$$A_{vg} = 9.1 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa a corte del ángulo}$$

$$\phi_{bs} := 0.80 \quad \text{Factor de resistencia por bloque cortante.}$$

$$R_{r_1} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 \cdot F_u \cdot A_{vn} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn}) = 227.248 \text{ kN}$$

$$R_{r_2} := \phi_{bs} \cdot R_p \cdot (0.58 \cdot F_y \cdot A_{vg} + U_{bs} \cdot F_u \cdot A_{tn}) = 197.223 \text{ kN}$$

$R_{r\_bs} := \min(R_{r\_1}, R_{r\_2}) = 197.223 \text{ kN}$  Resistencia factorizada por bloque cortante para el ángulo

Comparando contra la fuerza de diseño para el ángulo inferior  $P_u = 16.59 \text{ kN}$

```
|| if  $P_u \leq R_{r\_bs}$  || = "Cumple"  
|| || "Cumple"  
|| else  
|| || "No Cumple" ||
```

## **ANEXO 9**

## Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA  
 PRESUPUESTO 1.0 : PUENTE VEHICULAR TIPO ARCO EN LA CARRETERA ZAÑA A LA OTRA BANDA  
 PROPIETARIO : MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES  
 UBICACION : DPTO: LAMBAYEQUE PROV: CHICLAYO DIST: SAÑA LOC: PUEBLO TRADICIONAL DE ZAÑA  
 FECHA PROYECTO : 1/04/2021

Partida: 1.1.1.1 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

Rendimiento: 1 glb/Día

Costo unitario por glb **240,922.07**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>240,922.07</b>
390010019	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	-	1.0000	240,922.070	240,922.07

Partida: 1.1.1.2 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 400 m<sup>2</sup>/Día

Costo unitario por m<sup>2</sup> **3.28**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.90</b>
470040009	AYUDANTE DE TOPOGRAFÍA	hh	3.0000	0.0600	15.4100	0.92
470070001	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0200	27.6600	0.55
470040008	NIVELADOR	hh	1.0000	0.0200	21.2800	0.43
<b>MATERIALES</b>						<b>0.74</b>
430080004	ESTACAS DE MADERA	und	-	0.0500	6.2600	0.31
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	0.0050	21.8100	0.11
300020002	YESO (bolsa 20 kg)	bol	-	0.0100	14.0700	0.14
540020004	PINTURA ESMALTE	gln	-	0.0050	35.5600	0.18
<b>EQUIPO</b>						<b>0.64</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.9000	0.10
480060004	JALONES	hm	3.0000	0.0600	0.1300	0.01
480060005	MIRAS	hm	1.0000	0.0200	2.0000	0.04
490070001	ESTACIÓN TOTAL	hm	1.0000	0.0200	15.7400	0.31
490070002	NIVEL	hm	1.0000	0.0200	9.0100	0.18

Partida: 1.1.1.3 MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL

Rendimiento: mes

Costo unitario por mes **11,362.06**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1,454.08</b>
470040002	CAPATAZ	hh	-	8.0000	27.6600	221.28
470040007	PEÓN	hh	-	80.0000	15.4100	1,232.80
<b>MATERIALES</b>						<b>2,181.12</b>
370020013	EPP SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	%mo	-	150.0000	1,454.0800	2,181.12
<b>EQUIPO</b>						<b>7,726.86</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1,454.0800	72.70
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m <sup>3</sup>	hm	-	8.0000	280.6000	2,244.80
490050005	CAMIÓN CISTERNA 3,000 GAL	hm	-	8.0000	195.4700	1,563.76
490050010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 - 155 HP 3.0 YD3	hm	-	8.0000	200.3200	1,602.56
490050027	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	-	8.0000	98.4700	787.76
490050023	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	-	8.0000	181.9100	1,455.28

Partida: 1.1.1.4 ACCESO A CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento: 1 km/Día

Costo unitario por km **10,790.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1,046.48</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	21.2800	170.24
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	17.0700	136.56
470040007	PEÓN	hh	6.0000	48.0000	15.4100	739.68
<b>EQUIPO</b>						<b>9,743.52</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1,046.4800	52.32
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m <sup>3</sup>	hm	1.0000	8.0000	280.6000	2,244.80
490050005	CAMIÓN CISTERNA 3,000 GAL	hm	1.0000	8.0000	195.4700	1,563.76
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	8.0000	364.3000	2,914.40
490050024	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	8.0000	233.1700	1,865.36
420060001	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	2.0000	16.0000	68.9300	1,102.88

Partida: 1.1.1.5 DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO

Rendimiento: 1 ha/Día

Costo unitario por ha **4,164.93**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>638.08</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	27.6600	221.28
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	21.2800	170.24
470040007	PEÓN	hh	2.0000	16.0000	15.4100	246.56
<b>EQUIPO</b>						<b>3,526.85</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	10.0000	638.0800	63.81
490060016	MOTOSIERRA DE 30"	hm	1.0000	8.0000	6.7800	54.24
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	0.2500	2.0000	247.2000	494.40
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	8.0000	364.3000	2,914.40

Partida: 1.1.1.6 DESVÍO TEMPORAL DEL PUENTE ZAÑA - LA OTRA BANDA

Rendimiento: 1 m/Día

Costo unitario por m **559.97**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MATERIALES</b>						<b>2.00</b>
390010006	SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL	und	-	0.0100	200.0000	2.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>557.97</b>
CU0050007	EXCAVACIÓN EN EXPLANACIONES EN MATERIAL SUELTO	m <sup>3</sup>	-	1.5600	4.4100	6.88
CU0050010	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO - subpartida	ha	-	0.0010	4,164.9300	4.16
CU0050076	TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO	m <sup>3</sup>	-	7.6000	23.9300	181.87
CU0050052	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1 km	m <sup>3</sup> /km	-	70.2000	1.4600	102.49
CU0050053	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120m Y 1000m	m <sup>3</sup> /km	-	6.8600	6.5000	44.59
CU0050054	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES D > 1 km - subpartida	m <sup>3</sup> /km	-	21.8800	1.5700	34.35
CU0050056	TRANSPORTE DE MATERIALES EXDECENTES ENTRE 120m Y 1000m - subpartida	m <sup>3</sup> /km	-	4.8100	9.4800	45.60
CU0050071	TUBERÍA Ø = 48"	m	-	0.4000	310.0400	124.02
CU0050023	CAMA DE ARENA	m <sup>3</sup>	-	0.4600	30.4600	14.01

Partida: 1.1.1.7 DESMONTAJE DE PUENTE DE ROLLIZOS: ZAÑA - LA OTRA BANDA

Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und **934.17**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>422.22</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	2.0000	27.6600	55.32
470040003	OPERARIO	hh	5.0000	10.0000	21.2800	212.80
470040007	PEÓN	hh	5.0000	10.0000	15.4100	154.10
<b>EQUIPO</b>						<b>511.95</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	422.2200	21.11
490050009	CARGADOR FRONTAL CAT - 930	hm	1.0000	2.0000	238.6400	477.28
490060016	MOTOSIERRA DE 30"	hm	1.0000	2.0000	6.7800	13.56

Partida: 1.1.1.8 DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN SECO

Rendimiento:35 m³/Día

Costo unitario por m³ **79.20**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>11.90</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2286	21.2800	4.86
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.4571	15.4100	7.04
<b>EQUIPO</b>						<b>67.30</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	11.9000	0.60
490060002	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.2286	15.0000	3.43
490060009	MARTILLO HIDRAULICO (para retroexcavadora)	hm	1.0000	0.2286	25.0000	5.72
490050025	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.2286	251.7700	57.55

Partida: 1.1.1.9 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:351 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km **9.48**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.19</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0109	17.0700	0.19
<b>EQUIPO</b>						<b>9.29</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0228	280.6000	6.40
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0109	265.2500	2.89

Partida: 1.1.1.10 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES D &gt; 1 km

Rendimiento:1424 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km **1.57**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.57</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0056	280.6000	1.57

Partida: 1.1.2.1 ENCAUZAMIENTO EN PUENTES

Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ **13.18**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.19</b>
470040007	PEÓN	hh	8.0000	0.1422	15.4100	2.19
<b>EQUIPO</b>						<b>10.99</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.1900	0.11
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	1.0000	0.0178	247.2000	4.40
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0178	364.3000	6.48

Partida: 1.1.3.1.1 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN EN SECO

Rendimiento:495 m³/Día

Costo unitario por m³ 5.36

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.32</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0016	27.6600	0.04
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0162	17.0700	0.28
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0646	15.4100	1.00
<b>EQUIPO</b>						<b>4.04</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	3.0000	1.3200	0.04
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	1.0000	0.0162	247.2000	4.00

Partida: 1.1.3.1.2 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA

Rendimiento:495 m³/Día

Costo unitario por m³ 8.16

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.32</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0016	27.6600	0.04
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0162	17.0700	0.28
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0646	15.4100	1.00
<b>EQUIPO</b>						<b>6.71</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.3200	0.07
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	0.2500	0.0040	81.9700	0.33
490060010	MARTILLO NEUMÁTICO 29 Kg	hm	0.5000	0.0081	10.4700	0.08
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	1.0000	0.0162	247.2000	4.00
420060001	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	2.0000	0.0323	68.9300	2.23
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>0.13</b>
390010007	BONIFICACIÓN POR TRABAJOS BAJO EL AGUA	%mo	-	10.0000	1.3200	0.13

Partida: 1.1.3.1.3 RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA ESTRUCTURAS

Rendimiento:50 m³/Día

Costo unitario por m³ 49.98

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>13.03</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	27.6600	0.44
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.0700	2.73
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.6400	15.4100	9.86
<b>EQUIPO</b>						<b>17.19</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	13.0300	0.65
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.3200	32.0500	10.26
490060018	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL DE 10.8 HP - 0.8-1.1 ton	hm	1.0000	0.1600	39.2600	6.28
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>19.76</b>
CU0050062	EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	m³	-	1.2000	8.0300	9.64
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.1200	25.0000	3.00
CU0050029	ZARANDEO DE MATERIAL	m³	-	1.2000	5.9300	7.12

Partida: 1.1.3.1.4 CONCRETO CLASE H (f'c = 100 kg/cm<sup>2</sup>) - BAJO AGUARendimiento: 18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **311.29**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>107.25</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	4.5000	21.8100	98.15
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1760	16.2900	2.87
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.3000	13.3100	3.99
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	44.8800	2.24
<b>EQUIPO</b>						<b>44.88</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060023	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	6.9900	3.11
420060001	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	1.0000	0.4444	68.9300	30.63
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>9.84</b>
390010007	BONIFICACIÓN POR TRABAJOS BAJO EL AGUA	%mo	-	10.0000	98.3700	9.84
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>50.95</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m <sup>3</sup>	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>	-	0.7000	30.6200	21.43
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m <sup>3</sup>	-	0.5000	18.8700	9.44
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.1200	25.0000	3.00

Partida: 1.1.3.1.5 CONCRETO CLASE C (f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>), BAJO AGUARendimiento: 18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **457.47**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>250.08</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	11.0000	21.8100	239.91
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1760	16.2900	2.87
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.3800	13.3100	5.06
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	44.7300	2.24
<b>EQUIPO</b>						<b>44.73</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060022	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4444	6.6700	2.96
420060001	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	1.0000	0.4444	68.9300	30.63
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>9.84</b>
390010007	BONIFICACIÓN POR TRABAJOS BAJO EL AGUA	%mo	-	10.0000	98.3700	9.84
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>54.45</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m <sup>3</sup>	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>	-	0.7000	30.6200	21.43
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m <sup>3</sup>	-	0.5400	18.8700	10.19
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.2300	25.0000	5.75

Partida: 1.1.3.1.6 CONCRETO CLASE C (f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>), EN SECORendimiento: 18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> 415.47

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>248.55</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	11.0000	21.8100	239.91
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1760	16.2900	2.87
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.3800	13.3100	5.06
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	14.1000	0.71
<b>EQUIPO</b>						<b>14.10</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060022	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4444	6.6700	2.96
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>54.45</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m <sup>3</sup>	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>	-	0.7000	30.6200	21.43
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m <sup>3</sup>	-	0.5400	18.8700	10.19
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.2300	25.0000	5.75

Partida: 1.1.3.1.7 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA

Rendimiento: 14 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> 114.71

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>41.10</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	27.6600	1.58
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.2800	12.16
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.0700	9.75
470040007	PEÓN	hh	2.0000	1.1429	15.4100	17.61
<b>MATERIALES</b>						<b>41.03</b>
021060034	Alambre negro N° 8	kg	-	0.2000	3.5400	0.71
020020006	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	-	0.2000	3.6300	0.73
300020007	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADO	gln	-	0.0400	138.5000	5.54
430080001	MADERA TORNILLO	p <sup>2</sup>	-	4.0000	6.5700	26.28
450010001	TRIPLAY 4" x 8" x 18mm PARA ENCOFRADO	pln	-	0.0800	97.0700	7.77
<b>EQUIPO</b>						<b>28.47</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	41.1000	2.06
490060015	MOTOBOMBA DE 4" (12HP)	hm	2.0000	1.1429	23.1100	26.41
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>4.11</b>
390010007	BONIFICACIÓN POR TRABAJOS BAJO EL AGUA	%mo	-	10.0000	41.1000	4.11

Partida: 1.1.3.1.8 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO

Rendimiento:14 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> **69.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>41.10</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	27.6600	1.58
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.2800	12.16
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.0700	9.75
470040007	PEÓN	hh	2.0000	1.1429	15.4100	17.61
<b>MATERIALES</b>						<b>26.25</b>
021060034	Alambre negro N° 8	kg	-	0.2000	3.5400	0.71
020020006	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	-	0.2000	3.6300	0.73
300020007	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADO	gln	-	0.0400	138.5000	5.54
430080001	MADERA TORNILLO	p <sup>2</sup>	-	1.7500	6.5700	11.50
450010001	TRIPLAY 4" x 8" x 18mm PARA ENCOFRADO	pln	-	0.0800	97.0700	7.77
<b>EQUIPO</b>						<b>2.06</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	41.1000	2.06

Partida: 1.1.3.1.9 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA EN SECO - LOB

Rendimiento:14 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> **69.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>41.10</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	27.6600	1.58
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.2800	12.16
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.0700	9.75
470040007	PEÓN	hh	2.0000	1.1429	15.4100	17.61
<b>MATERIALES</b>						<b>26.25</b>
021060034	Alambre negro N° 8	kg	-	0.2000	3.5400	0.71
020020006	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	-	0.2000	3.6300	0.73
300020007	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADO	gln	-	0.0400	138.5000	5.54
430080001	MADERA TORNILLO	p <sup>2</sup>	-	1.7500	6.5700	11.50
450010001	TRIPLAY 4" x 8" x 18mm PARA ENCOFRADO	pln	-	0.0800	97.0700	7.77
<b>EQUIPO</b>						<b>2.06</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	41.1000	2.06

Partida: 1.1.3.1.10 ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>

Rendimiento:250 kg/Día

Costo unitario por kg **4.90**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.72</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.2800	0.68
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.0700	0.55
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.0320	15.4100	0.49
<b>MATERIALES</b>						<b>3.09</b>
021060039	Alambre negro N° 16	kg	-	0.0300	3.5400	0.11
030020001	ACERO CORRUGADO fy= 4200 Kg/mc <sup>2</sup> GRADO 60	kg	-	1.0500	2.8400	2.98
<b>EQUIPO</b>						<b>0.09</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.7200	0.09

Partida: 1.1.3.1.11 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:513 m<sup>3</sup>/km/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup>/km **6.50**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.13</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0075	17.0700	0.13
<b>EQUIPO</b>						<b>6.37</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.0156	280.6000	4.38
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0075	265.2500	1.99

Partida: 1.1.3.1.12 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D &gt; 1 km

Rendimiento:1543 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 1.46

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0052	280.6000	1.46

Partida: 1.1.3.1.13 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:351 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 9.48

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0109	17.0700	0.19
<b>EQUIPO</b>						
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0228	280.6000	6.40
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0109	265.2500	2.89

Partida: 1.1.3.1.14 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES D &gt; 1 km

Rendimiento:1424 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 1.57

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0056	280.6000	1.57

Partida: 1.1.4.1.1 FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA ASTM A709 GRADO 50

Rendimiento:2 t/Día

Costo unitario por t 8,711.65

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						
470040001	OFICIAL	hh	2.0000	8.0000	17.0700	136.56
470040007	PEÓN	hh	10.0000	40.0000	15.4100	616.40
470040015	TÉCNICO SOLDADOR	hh	2.0000	8.0000	27.6600	221.28
470040013	TÉCNICO (CONTROL DE CALIDAD)	hh	1.0000	4.0000	27.6600	110.64
470040014	TÉCNICO CALDERERO	hh	1.0000	4.0000	22.5100	90.04
470040011	CORTADOR	hh	2.0000	8.0000	22.5100	180.08
<b>MATERIALES</b>						
020020004	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A 709	tm	-	1.0500	3,610.0000	3,790.50
300010010	ACETILENO m³	m³	-	4.0000	23.8000	95.20
390010005	OXÍGENO	m³	-	12.0000	9.7500	117.00
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	120.0000	16.1300	1,935.60
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	2.5400	13.3100	33.81
430080001	MADERA TORNILLO	p²	-	3.0000	6.5700	19.71
<b>EQUIPO</b>						
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1,355.0000	67.75
490060003	EQUIPO DE OXICORTE	hm	2.0000	8.0000	6.4100	51.28
490060006	GATAS DE 50 tn	hm	2.0000	8.0000	15.0000	120.00
490060019	TECLE DE 5 ton	hm	2.0000	8.0000	15.0000	120.00
490060014	MONTACARGA 80 HP 5 ton	hm	1.0000	4.0000	89.4500	357.80
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	2.0000	8.0000	66.0000	528.00
<b>SUB-CONTRATOS</b>						
390010008	PRUEBA DE SOLDADURA (TINTES PENETRANTES Y RADIOGRÁFICAS)	gln	-	1.0000	120.0000	120.00

Partida: 1.1.4.1.2 MONTAJE Y LANZAMIENTO DE ESTRUCTURA METÁLICA

Rendimiento:2 t/Día

Costo unitario por t **3,355.98**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>761.36</b>
470040003	OPERARIO	hh	2.0000	8.0000	21.2800	170.24
470040007	PEÓN	hh	6.0000	24.0000	15.4100	369.84
470040015	TÉCNICO SOLDADOR	hh	1.0000	4.0000	27.6600	110.64
470040013	TÉCNICO (CONTROL DE CALIDAD)	hh	1.0000	4.0000	27.6600	110.64
<b>MATERIALES</b>						<b>634.37</b>
300010012	APOYOS PROVISIONALES	und	-	0.0850	6,000.0000	510.00
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	5.0000	16.1300	80.65
300010013	CABLES, ESTROBOS, ETC	est	-	1.0000	25.0000	25.00
430080001	MADERA TORNILLO	p <sup>2</sup>	-	2.8500	6.5700	18.72
<b>EQUIPO</b>						<b>1,960.25</b>
490060020	TIRFOR DE 5 ton	hm	2.0000	8.0000	8.0000	64.00
490060021	TORRE METÁLICA	gbl	0.0000	0.0075	300.0000	2.25
490050028	RODILLOS	hm	2.0000	8.0000	20.0000	160.00
490060006	GATAS DE 50 tn	hm	2.0000	8.0000	15.0000	120.00
490060019	TECLE DE 5 ton	hm	2.0000	8.0000	15.0000	120.00
490050021	GRUA RT 4x4 TELESCÓPICA TR 525 DE 25 ton	hm	2.0000	8.0000	178.5000	1,428.00
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	0.2500	1.0000	66.0000	66.00

Partida: 1.1.4.1.3 ARENADO Y PINTADO DE ESTRUCTURA METÁLICA

Rendimiento:20 t/Día

Costo unitario por t **1,717.80**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>1,717.80</b>
CU0050070	PINTURA ESMALTE EPÓXICO	m <sup>2</sup>	-	10.0000	32.2100	322.10
CU0050069	PINTURA PARA ACABADO DE POLIUTERANO	m <sup>2</sup>	-	10.0000	26.0600	260.60
CU0050068	PINTURA ANTICORROSIVA	m <sup>2</sup>	-	10.0000	38.6100	386.10
CU0050067	ARENADO DE ESTRUCTURA METÁLICA	m <sup>2</sup>	-	20.0000	37.4500	749.00

Partida: 1.1.4.1.4 TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METÁLICA

Rendimiento:20 t/Día

Costo unitario por t **475.62**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>77.39</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.4000	27.6600	11.06
470040003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.2800	17.02
470040007	PEÓN	hh	8.0000	3.2000	15.4100	49.31
<b>MATERIALES</b>						<b>365.70</b>
300010013	CABLES, ESTROBOS, ETC	est	-	1.0000	25.0000	25.00
390010004	SEGURO DE TRANSPORTE	est	-	0.1000	250.0000	25.00
430080001	MADERA TORNILLO	p <sup>2</sup>	-	10.0000	6.5700	65.70
320010001	FLETE (OBRA A LIMA)	tm	-	1.0000	250.0000	250.00
<b>EQUIPO</b>						<b>32.53</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	77.3900	3.87
490060020	TIRFOR DE 5 ton	hm	1.0000	0.4000	8.0000	3.20
490050020	GRÚA CAMIÓN ARTICULADA INTER/PALFINGER 12tn	hm	0.2500	0.1000	254.6000	25.46

Partida: 1.1.4.1.5 PERNOS ASTM A325 D=12 mm

Rendimiento:60 und/Día

Costo unitario por und 8.18

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>4.33</b>
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	17.0700	2.28
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.1333	15.4100	2.05
<b>MATERIALES</b>						<b>3.63</b>
020080004	PERNO ASTM A325 D=12mm	und	-	1.0000	3.6300	3.63
<b>EQUIPO</b>						<b>0.22</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	4.3300	0.22

Partida: 1.1.4.1.6 CONECTORES DE CORTE (STUDS) ASTM A108 (D=3/4") DE 150 mm

Rendimiento:25 und/Día

Costo unitario por und 25.39

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>21.12</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.3200	27.6600	8.85
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	21.2800	6.81
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	17.0700	5.46
<b>MATERIALES</b>						<b>3.21</b>
020020008	CONECTOR DE CORTE TIPO NELSON STUD 3/4" X 150mm	und	-	1.0000	3.2100	3.21
<b>EQUIPO</b>						<b>1.06</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	21.1200	1.06

Partida: 1.1.4.1.7 CONECTORES DE CORTE (STUDS) ASTM A108 (D=1") DE 150 mm

Rendimiento:15 und/Día

Costo unitario por und 41.25

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>35.20</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.5333	27.6600	14.75
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.2800	11.35
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.0700	9.10
<b>MATERIALES</b>						<b>4.29</b>
020020007	CONECTOR DE CORTE TIPO NELSON STUD 1" X 150mm	und	-	1.0000	4.2900	4.29
<b>EQUIPO</b>						<b>1.76</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	35.2000	1.76

Partida: 1.1.4.1.8 PÉNDOLA DE BARRAS

Rendimiento:1 m/Día

Costo unitario por m 1,426.72

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>1,426.72</b>
390010009	S/C SUMINISTRO Y ASISTENCIA TÉCNICA DE INSTALACIÓN DE PÉNDOLAS DE BARRAS	m	-	1.0000	1,426.7200	1,426.72

Partida: 1.1.4.2.1 CONCRETO CLASE H (f'c = 100 kg/cm<sup>2</sup>)Rendimiento: 18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **269.29**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>105.72</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	4.5000	21.8100	98.15
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1760	16.2900	2.87
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.3000	13.3100	3.99
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	14.2500	0.71
<b>EQUIPO</b>						<b>14.25</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060023	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	6.9900	3.11
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>50.95</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m <sup>3</sup>	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>	-	0.7000	30.6200	21.43
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m <sup>3</sup>	-	0.5000	18.8700	9.44
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.1200	25.0000	3.00

Partida: 1.1.4.2.2 CONCRETO CLASE C (f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>), EN SECORendimiento: 18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **415.47**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>248.55</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	11.0000	21.8100	239.91
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1760	16.2900	2.87
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.3800	13.3100	5.06
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	14.1000	0.71
<b>EQUIPO</b>						<b>14.10</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060022	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4444	6.6700	2.96
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>54.45</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m <sup>3</sup>	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>	-	0.7000	30.6200	21.43
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m <sup>3</sup>	-	0.5400	18.8700	10.19
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.2300	25.0000	5.75

Partida: 1.1.4.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO

Rendimiento:14 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> **69.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>41.10</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	27.6600	1.58
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.2800	12.16
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.0700	9.75
470040007	PEÓN	hh	2.0000	1.1429	15.4100	17.61
<b>MATERIALES</b>						<b>26.25</b>
021060034	Alambre negro N° 8	kg	-	0.2000	3.5400	0.71
020020006	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	-	0.2000	3.6300	0.73
300020007	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADO	gln	-	0.0400	138.5000	5.54
430080001	MADERA TORNILLO	p <sup>2</sup>	-	1.7500	6.5700	11.50
450010001	TRIPLAY 4" x 8" x 18mm PARA ENCOFRADO	pln	-	0.0800	97.0700	7.77
<b>EQUIPO</b>						<b>2.06</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	41.1000	2.06

Partida: 1.1.4.2.4 ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>

Rendimiento:250 kg/Día

Costo unitario por kg **4.90**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.72</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.2800	0.68
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.0700	0.55
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.0320	15.4100	0.49
<b>MATERIALES</b>						<b>3.09</b>
021060039	Alambre negro N° 16	kg	-	0.0300	3.5400	0.11
030020001	ACERO CORRUGADO fy= 4200 Kg/mc <sup>2</sup> GRADO 60	kg	-	1.0500	2.8400	2.98
<b>EQUIPO</b>						<b>0.09</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.7200	0.09

Partida: 1.1.5.1 JUNTA DE DILATACIÓN TIPO REJILLA DES = 180 mm

Rendimiento:10 m/Día

Costo unitario por m **10,463.22**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>34.05</b>
470040003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	21.2800	34.05
<b>EQUIPO</b>						<b>451.28</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	34.0500	1.70
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.0000	0.8000	81.9700	65.58
490060010	MARTILLO NEUMÁTICO 29 Kg	hm	1.0000	0.8000	10.4700	8.38
490060008	GRUPO ELECTRÓGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	0.8000	148.9300	119.14
490050020	GRÚA CAMIÓN ARTICULADA INTER/PALFINGER 12tn	hm	1.0000	0.8000	254.6000	203.68
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	1.0000	0.8000	66.0000	52.80
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>9,976.39</b>
390010020	JUNTA DE DILATACIÓN TIPO REJILLA DEP = 180 mm INCL. MOVILIZACIÓN Y SERVICIO DE INSTALACIÓN	m	-	1.0000	9,976.3900	9,976.39
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>1.50</b>
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.0600	25.0000	1.50

Partida: 1.1.5.2 JUNTA ENTRE ESTRIBO Y LOSA DE APROXIMACIÓN

Rendimiento:20 m/Día

Costo unitario por m **46.43**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>17.44</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	27.6600	2.77
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	21.2800	8.51
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.4000	15.4100	6.16
<b>MATERIALES</b>						<b>28.12</b>
021060039	Alambre negro N° 16	kg	-	0.1000	3.5400	0.35
030020001	ACERO CORRUGADO fy= 4200 Kg/mc² GRADO 60	kg	-	7.5000	2.8400	21.30
300010004	SELLANTE ELÁSTICO DE POLIURETANO EN MANGAS DE 600mLTS	und	-	0.3000	21.5600	6.47
<b>EQUIPO</b>						<b>0.87</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	17.4400	0.87

Partida: 1.1.5.3 APOYO DE NEOPRENO (500x500x125mm)

Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und **4,956.65**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>107.52</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	21.2800	42.56
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	2.0000	17.0700	34.14
470040007	PEÓN	hh	1.0000	2.0000	15.4100	30.82
<b>MATERIALES</b>						<b>4,843.75</b>
300080002	NEOPRENO REFORZADO CON PLANCHAS DE ACERO DE 500x500x125mm	und	-	1.0000	4,843.7500	4,843.75
<b>EQUIPO</b>						<b>5.38</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	107.5200	5.38

Partida: 1.1.5.4 NEOPRENO PARA TOPE SISMICO LONGITUDINAL (500x300x30mm)

Rendimiento:6 und/Día

Costo unitario por und **730.72**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>75.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	27.6600	3.69
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	1.0000	1.3333	15.4100	20.55
<b>MATERIALES</b>						<b>651.58</b>
300080003	PEGAMENTO EPÓXICO	kg	-	0.0700	55.0000	3.85
030020001	ACERO CORRUGADO fy= 4200 Kg/mc² GRADO 60	kg	-	0.4300	2.8400	1.22
300020010	APOYO DE NEOPRENO 500X300X30mm	pza	-	1.0000	641.2900	641.29
300010005	SOLDADURA (AWS E6011)	kg	-	0.3000	9.8700	2.96
560010001	PLANCHA DE ACERO 9.5mm x 1.22m x 2.40 m	pza	-	0.0512	44.0800	2.26
<b>EQUIPO</b>						<b>3.77</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	75.3700	3.77

Partida: 1.1.5.5 NEOPRENO PARA TOPE SISMICO TRANSVERSAL (600x400x45mm)

Rendimiento:6 und/Día

Costo unitario por und **1,629.88**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>75.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	27.6600	3.69
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	1.0000	1.3333	15.4100	20.55
<b>MATERIALES</b>						<b>1,550.74</b>
300080003	PEGAMENTO EPÓXICO	kg	-	0.0700	55.0000	3.85
030020001	ACERO CORRUGADO fy= 4200 Kg/mc² GRADO 60	kg	-	0.4300	2.8400	1.22
300020011	APOYO NEOPRENO 600x400x45mm	pza	-	1.0000	1,539.1000	1,539.10
300010005	SOLDADURA (AWS E6011)	kg	-	0.3000	9.8700	2.96
560010001	PLANCHA DE ACERO 9.5mm x 1.22m x 2.40 m	pza	-	0.0820	44.0800	3.61
<b>EQUIPO</b>						<b>3.77</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	75.3700	3.77

Partida: 1.1.5.6 BARANDA METÁLICA TIPO 2

Rendimiento:12 m/Día

Costo unitario por m **345.46**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>345.46</b>
CU0050077	BARANDA METÁLICA TIPO 1	m	-	0.7000	493.5200	345.46

Partida: 1.1.5.7 BRUÑA ROMPEAGUAS

Rendimiento:20 m/Día

Costo unitario por m **18.54**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>15.78</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	27.6600	1.11
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	21.2800	8.51
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.4000	15.4100	6.16
<b>MATERIALES</b>						<b>1.97</b>
430080001	MADERA TORNILLO	p²	-	0.3000	6.5700	1.97
<b>EQUIPO</b>						<b>0.79</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	15.7800	0.79

Partida: 1.1.5.8 ACABADO DE VEREDAS

Rendimiento:30 m²/Día

Costo unitario por m² **21.26**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>10.53</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	27.6600	0.74
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.2800	5.68
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.2667	15.4100	4.11
<b>MATERIALES</b>						<b>10.20</b>
300020009	ADITIVO ENDURECEDOR DE SUPERFICIE	kg	-	4.0000	2.5500	10.20
<b>EQUIPO</b>						<b>0.53</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	10.5300	0.53

Partida: 1.1.5.9 PINTURA BITUMINOSA

Rendimiento:20 m²/Día

Costo unitario por m² 31.50

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>23.39</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.4000	27.6600	11.06
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.8000	15.4100	12.33
<b>MATERIALES</b>						<b>6.94</b>
540020001	PINTURA BITUMINOSA	gln	-	0.2500	27.7400	6.94
<b>EQUIPO</b>						<b>1.17</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	23.3900	1.17

Partida: 1.1.5.10 RIEGO DE LIGA

Rendimiento:3500 m²/Día

Costo unitario por m² 2.19

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.20</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0023	27.6600	0.06
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0091	15.4100	0.14
<b>MATERIALES</b>						<b>1.17</b>
130020002	EMULSIÓN ASFÁLTICA	gln	-	0.1200	9.7900	1.17
<b>EQUIPO</b>						<b>0.82</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	0.2000	0.01
490050006	CAMION IMPRIMADOR 6x2, 178 - 210 HP, 2,000 GLNS	hm	1.0000	0.0023	171.4700	0.39
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.0000	0.0023	81.9700	0.19
490060013	MINICARGADOR 70 HP	hm	1.0000	0.0023	99.6900	0.23

Partida: 1.1.5.11 CARPETA ASFÁLTICA EN FFRÍO e=2"

Rendimiento:360 m²/Día

Costo unitario por m² 36.18

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>5.26</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0222	27.6600	0.61
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0222	21.2800	0.47
470040001	OFICIAL	hh	2.0000	0.0444	17.0700	0.76
470040007	PEÓN	hh	10.0000	0.2222	15.4100	3.42
<b>MATERIALES</b>						<b>21.69</b>
130020001	ASFALTO RC-250	gln	-	2.0000	8.1000	16.20
300020019	FILLER	kg	-	4.4000	0.3900	1.72
530010001	KEROSENE	gln	-	0.1600	9.1500	1.46
010010001	LUBRICANTE, GRASAS Y FILTROS	%eq	-	40.0000	5.7800	2.31
<b>EQUIPO</b>						<b>5.78</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.2600	0.26
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p³	hm	1.0000	0.0222	13.9900	0.31
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.0444	32.0500	1.42
490050013	COCINA DE ASFALTO 320 GLN	hm	1.0000	0.0222	70.5400	1.57
490050010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 - 155 HP 3.0 YD3	hm	0.5000	0.0111	200.3200	2.22
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>3.45</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m³	-	0.0780	13.6600	1.07
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m³	-	0.0520	30.6200	1.59
CU0050042	ARENA GRUESA	m³	-	0.0260	30.3700	0.79

Partida: 1.1.5.12 PRUEBA DE CARGA PARA PUENTE

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb 34,728.21

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2,799.36</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	27.6600	221.28
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	24.0000	21.2800	510.72
470040007	PEÓN	hh	6.0000	48.0000	15.4100	739.68
470070001	TOPÓGRAFO	hh	1.5000	12.0000	27.6600	331.92
470040013	TÉCNICO (CONTROL DE CALIDAD)	hh	1.5000	12.0000	27.6600	331.92
470040010	CONTROLADOR	hh	3.0000	24.0000	27.6600	663.84
<b>MATERIALES</b>						<b>6,600.00</b>
300010014	MATERIAL PARA PRUEBA DE CARGA	m³	-	300.0000	22.0000	6,600.00
<b>EQUIPO</b>						<b>328.85</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2,799.3600	139.97
490070001	ESTACIÓN TOTAL	hm	1.5000	12.0000	15.7400	188.88
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>25,000.00</b>
390010021	ESTUDIO DE PRUEBA DE CARGA	und	-	1.0000	25,000.0000	25,000.00

Partida: 1.1.5.13 GEOCOMPUESTO DE DRENAJE

Rendimiento:100 m²/Día

Costo unitario por m² 26.66

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.15</b>
470040003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0400	21.2800	0.85
470040001	OFICIAL	hh	0.5000	0.0400	17.0700	0.68
470040007	PEÓN	hh	0.5000	0.0400	15.4100	0.62
<b>MATERIALES</b>						<b>23.24</b>
300020021	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE	m²	-	1.1000	21.1300	23.24
<b>EQUIPO</b>						<b>1.27</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.1500	0.11
370020011	ACCESORIO	%mt	-	5.0000	23.2400	1.16

Partida: 1.1.5.14 TUBERÍA PERFORADA DE PVC Ø 6"

Rendimiento:40 m/Día

Costo unitario por m 58.19

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>7.04</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0200	27.6600	0.55
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	17.0700	3.41
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.2000	15.4100	3.08
<b>MATERIALES</b>						<b>44.17</b>
660010003	TUBO PVC SAP Ø 6"	m	-	1.0500	42.0700	44.17
<b>EQUIPO</b>						<b>6.98</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	7.0400	0.35
370020012	ACCESORIOS Y PEGAMENTO	%mt	-	15.0000	44.1700	6.63

Partida: 1.1.5.15 TUBO PVC SAP Ø 3" PARA DRENAJE, ESTRIBO (L=1.20m)

Rendimiento:25 und/Día

Costo unitario por und 29.03

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>29.03</b>
CU0050072	TUBERÍA PVC SAP D=3" PARA DRENAJE	m	-	1.2000	24.1900	29.03

Partida: 1.1.5.16 CONCRETO CLASE H (f<sub>c</sub> = 100 kg/cm<sup>2</sup>) - CAMA PARA TUBERÍARendimiento:18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **269.29**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>105.72</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	4.5000	21.8100	98.15
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1760	16.2900	2.87
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.3000	13.3100	3.99
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	14.2500	0.71
<b>EQUIPO</b>						<b>14.25</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060023	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	6.9900	3.11
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>50.95</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m <sup>3</sup>	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>	-	0.7000	30.6200	21.43
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m <sup>3</sup>	-	0.5000	18.8700	9.44
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.1200	25.0000	3.00

Partida: 1.1.5.17 SUMIDERO PARA DRENAJE

Rendimiento:5 und/Día

Costo unitario por und **126.43**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>38.48</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	27.6600	4.43
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	21.2800	34.05
<b>MATERIALES</b>						<b>86.80</b>
710010001	SUMIDERO CROMADO DE 4" (INCL. REJILLA F°F°)	und	-	1.0000	86.8000	86.80
<b>EQUIPO</b>						<b>1.15</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	3.0000	38.4800	1.15

Partida: 1.2.1.1 EXCAVACIÓN EN EXPLANACIONES EN MATERIAL SUELTO

Rendimiento:810 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **4.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.76</b>
470040007	PEÓN	hh	5.0000	0.0494	15.4100	0.76
<b>EQUIPO</b>						<b>3.65</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	0.7600	0.04
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0099	364.3000	3.61

Partida: 1.2.1.2 TERRAPLENES CON MATERIAL PRESTAMO

Rendimiento:850 m³/Día

Costo unitario por m³ 23.93

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.00</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0094	27.6600	0.26
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0094	17.0700	0.16
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0376	15.4100	0.58
<b>EQUIPO</b>						<b>3.17</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.0000	0.05
490050027	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0094	98.4700	0.93
490050024	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0094	233.1700	2.19
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>19.76</b>
CU0050062	EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	m³	-	1.2000	8.0300	9.64
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.1200	25.0000	3.00
CU0050029	ZARANDEO DE MATERIAL	m³	-	1.2000	5.9300	7.12

Partida: 1.2.1.3 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:513 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 6.50

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.13</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0075	17.0700	0.13
<b>EQUIPO</b>						<b>6.37</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0156	280.6000	4.38
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0075	265.2500	1.99

Partida: 1.2.1.4 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D &gt; 1 km

Rendimiento:1543 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 1.46

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.46</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0052	280.6000	1.46

Partida: 1.2.1.5 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:351 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 9.48

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.19</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0109	17.0700	0.19
<b>EQUIPO</b>						<b>9.29</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0228	280.6000	6.40
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0109	265.2500	2.89

Partida: 1.2.1.6 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES D &gt; 1 km

Rendimiento:1424 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 1.57

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.57</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0056	280.6000	1.57

Partida: 1.2.2.1 CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA (f'c= 175 kg/cm<sup>2</sup>)

Rendimiento:1 m/Día

Costo unitario por m **110.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>110.41</b>
CU0050012	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - subpartida	m <sup>2</sup>	-	0.0800	76.7400	6.14
CU0050016	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA ESTRUCTURAS - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.0300	49.9800	1.50
CU0050014	EXCAVACIÓN MANUAL - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.0500	51.7800	2.59
CU0050078	ASERRADO	m	-	1.0000	1.8100	1.81
CU0050050	CONCRETO CLASE E (f'c= 175 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	-	0.2100	334.1100	70.16
CU0050065	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m <sup>2</sup>	-	2.2200	10.1100	22.44
CU0050037	JUNTA DE DILATACIÓN EN CUNETAS	m	-	0.6800	7.3200	4.98
CU0050036	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN EN CUNETAS	m	-	0.1700	4.6700	0.79

Partida: 1.2.3.1 SUB BASE GRANULAR

Rendimiento:556 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **48.92**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.29</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0144	27.6600	0.40
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0576	15.4100	0.89
<b>EQUIPO</b>						<b>4.84</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.2900	0.06
490050027	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0144	98.4700	1.42
490050024	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0144	233.1700	3.36
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>42.79</b>
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.1200	25.0000	3.00
CU0050021	MATERIAL DE SUB-BASE	m <sup>3</sup>	-	1.2000	33.1600	39.79

Partida: 1.2.3.2 BASE GRANULAR

Rendimiento:396 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **60.22**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.81</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0202	27.6600	0.56
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0808	15.4100	1.25
<b>EQUIPO</b>						<b>8.14</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	3.0000	1.8100	0.05
490050026	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0202	167.3100	3.38
490050024	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0202	233.1700	4.71
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>50.27</b>
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.1200	25.0000	3.00
CU0050039	MATERIAL PARA BASE GRANULAR	m <sup>3</sup>	-	1.2000	39.3900	47.27

Partida: 1.2.3.3 IMPRIMACIÓN ASFALTICA

Rendimiento:4500 m²/Día

Costo unitario por m² **3.82**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.21</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0018	27.6600	0.05
470040007	PEÓN	hh	6.0000	0.0107	15.4100	0.16
<b>MATERIALES</b>						<b>2.84</b>
130020002	EMULSIÓN ASFÁLTICA	gln	-	0.2900	9.7900	2.84
<b>EQUIPO</b>						<b>0.65</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	0.2100	0.01
490050006	CAMION IMPRIMADOR 6x2, 178 - 210 HP, 2,000 GLNS	hm	1.0000	0.0018	171.4700	0.31
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.0000	0.0018	81.9700	0.15
490060013	MINICARGADOR 70 HP	hm	1.0000	0.0018	99.6900	0.18
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>0.12</b>
CU0050004	AGREGADO FINO SARANDEADO	m³	-	0.0063	18.9300	0.12

Partida: 1.2.3.4 CARPETA ASFÁLTICA EN FRÍO e=2"

Rendimiento:360 m²/Día

Costo unitario por m² **36.18**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>5.26</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0222	27.6600	0.61
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0222	21.2800	0.47
470040001	OFICIAL	hh	2.0000	0.0444	17.0700	0.76
470040007	PEÓN	hh	10.0000	0.2222	15.4100	3.42
<b>MATERIALES</b>						<b>21.69</b>
130020001	ASFALTO RC-250	gln	-	2.0000	8.1000	16.20
300020019	FILLER	kg	-	4.4000	0.3900	1.72
530010001	KEROSENE	gln	-	0.1600	9.1500	1.46
010010001	LUBRICANTE, GRASAS Y FILTROS	%eq	-	40.0000	5.7800	2.31
<b>EQUIPO</b>						<b>5.78</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.2600	0.26
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p³	hm	1.0000	0.0222	13.9900	0.31
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.0444	32.0500	1.42
490050013	COCINA DE ASFALTO 320 GLN	hm	1.0000	0.0222	70.5400	1.57
490050010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 - 155 HP 3.0 YD3	hm	0.5000	0.0111	200.3200	2.22
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>3.45</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m³	-	0.0780	13.6600	1.07
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m³	-	0.0520	30.6200	1.59
CU0050042	ARENA GRUESA	m³	-	0.0260	30.3700	0.79

Partida: 1.2.4.1 SEÑALES PREVENTIVAS (0.60x0.60)

Rendimiento:6 und/Día

Costo unitario por und **405.42**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>58.51</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2667	27.6600	7.38
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.0700	22.76
<b>MATERIALES</b>						<b>181.21</b>
300010015	SOLVENTE XILOL	gln	-	0.0180	50.5100	0.91
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	0.0600	16.1300	0.97
300010001	LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p <sup>2</sup>	-	3.8750	15.5500	60.26
560010003	PLATINA DE ACERO 2" x 1/8"	m	-	1.4400	3.9500	5.69
390010003	LIJA	hja	-	1.0000	1.6900	1.69
540020004	PINTURA ESMALTE	gln	-	0.0360	35.5600	1.28
540010005	TINTA SERIGRÁFICA	gln	-	0.0210	1,163.2800	24.43
301060002	FIBRA DE VIDRIO DE 4mm. ACABADO	m <sup>2</sup>	-	0.3600	218.5800	78.69
540020008	PINTURA IMPRIMANTE A BASE DE ZINC INORGÁNICO	gln	-	0.0360	202.6200	7.29
<b>EQUIPO</b>						<b>90.93</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	58.5100	2.93
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	1.0000	1.3333	66.0000	88.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>74.77</b>
CU0050074	COLOCACIÓN DE SEÑAL PREVENTIVA / REGLAMENTARIA	und	-	1.0000	74.7700	74.77

Partida: 1.2.4.2 SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.60x0.60)

Rendimiento:6 und/Día

Costo unitario por und **369.44**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>58.51</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2667	27.6600	7.38
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.0700	22.76
<b>MATERIALES</b>						<b>145.23</b>
300010015	SOLVENTE XILOL	gln	-	0.0050	50.5100	0.25
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	0.0600	16.1300	0.97
300010001	LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p <sup>2</sup>	-	3.2160	15.5500	50.01
560010003	PLATINA DE ACERO 2" x 1/8"	m	-	1.1200	3.9500	4.42
390010003	LIJA	hja	-	1.0000	1.6900	1.69
540020005	PINTURA ESMALTE EPÓXICO	gln	-	0.0200	119.5000	2.39
540010007	TINTA SERIGRÁFICA ROJA	gln	-	0.0083	1,163.2800	9.66
540010006	TINTA SERIGRÁFICA NEGRA	gln	-	0.0064	1,163.2800	7.44
301060002	FIBRA DE VIDRIO DE 4mm. ACABADO	m <sup>2</sup>	-	0.2990	218.5800	65.36
540020008	PINTURA IMPRIMANTE A BASE DE ZINC INORGÁNICO	gln	-	0.0150	202.6200	3.04
<b>EQUIPO</b>						<b>90.93</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	58.5100	2.93
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	1.0000	1.3333	66.0000	88.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>74.77</b>
CU0050074	COLOCACIÓN DE SEÑAL PREVENTIVA / REGLAMENTARIA	und	-	1.0000	74.7700	74.77

Partida: 1.2.4.3 POSTES DE SOPORTE DE SEÑALES

Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **192.50**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>192.50</b>
CU0050035	FABRICACIÓN DE POSTES DE FIERRO	und	-	1.0000	102.6300	102.63
CU0050034	INSTALACIÓN DE POSTES DE FIERRO	und	-	1.0000	89.8700	89.87

Partida: 1.2.4.4 SEÑAL INFORMATIVA 2

Rendimiento:6 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> 812.57

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>58.51</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2667	27.6600	7.38
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.0700	22.76
<b>MATERIALES</b>						<b>469.23</b>
650010001	TEE DE ACERO LIVIANO DE 1 1/2" x 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 6m	pza	-	0.5100	98.1900	50.08
300010015	SOLVENTE XILOL	gln	-	0.0100	50.5100	0.51
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	0.0290	16.1300	0.47
300010001	LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p <sup>2</sup>	-	10.7639	15.5500	167.38
540020005	PINTURA ESMALTE EPÓXICO	gln	-	0.1000	119.5000	11.95
301060002	FIBRA DE VIDRIO DE 4mm. ACABADO	m <sup>2</sup>	-	1.0000	218.5800	218.58
540020008	PINTURA IMPRIMANTE A BASE DE ZINC INORGÁNICO	gln	-	0.1000	202.6200	20.26
<b>EQUIPO</b>						<b>90.93</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	58.5100	2.93
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	1.0000	1.3333	66.0000	88.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>193.90</b>
CU0050001	COLOCACIÓN DE SEÑAL INFORMATICA	und	-	0.6400	302.9700	193.90

Partida: 1.2.4.5 ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-2

Rendimiento:2 und/Día

Costo unitario por und 1,059.52

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>393.64</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	2.0000	27.6600	55.32
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	21.2800	85.12
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	17.0700	68.28
470040007	PEÓN	hh	3.0000	12.0000	15.4100	184.92
<b>MATERIALES</b>						<b>240.40</b>
020080003	PERNO 3/8" x 8" + 2A + T	pza	-	8.0000	2.3700	18.96
650010005	TUBO DE FIERRO NEGRO STD. Ø 3"	m	-	5.3000	26.7200	141.62
020020003	ACERO ESTRUCTURAL A-36	kg	-	13.0000	3.0400	39.52
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	0.6500	16.1300	10.48
560010004	PLATINA DE FIERRO 3/16" x 3"	m	-	0.4000	9.7400	3.90
540020005	PINTURA ESMALTE EPÓXICO	gln	-	0.2000	119.5000	23.90
300020012	DILUYENTE EPOXICO	gln	-	0.0200	50.5100	1.01
300020014	DILUYENTE ZINC INORGÁNICO	gln	-	0.0200	50.5100	1.01
<b>EQUIPO</b>						<b>151.68</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	393.6400	19.68
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	0.5000	2.0000	66.0000	132.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>273.80</b>
CU0050013	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO - subpartida	m <sup>2</sup>	-	0.4800	69.4100	33.32
CU0050014	EXCAVACIÓN MANUAL - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.5280	51.7800	27.34
CU0050015	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> - subpartida	kg	-	11.9500	4.1800	49.95
CU0050059	CONCRETO CLASE G (fc= 175 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	-	0.5250	310.8400	163.19

Partida: 1.2.4.6 MARCAS EN EL PAVIMENTO

Rendimiento:60 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> 22.49

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>4.89</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	21.2800	2.84
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.1333	15.4100	2.05
<b>MATERIALES</b>						<b>9.36</b>
300010015	SOLVENTE XILOL	gln	-	0.0100	50.5100	0.51
300080001	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg	-	0.3500	4.6400	1.62
540010002	PINTURA PARA TRÁFICO	gln	-	0.1000	72.2600	7.23
<b>EQUIPO</b>						<b>8.24</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	4.8900	0.24
490050022	MAQUINARIA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	hm	1.0000	0.1333	60.0000	8.00

Partida: 1.2.4.7 GUARDAVÍA METÁLICA

Rendimiento:20 m/Día

Costo unitario por m 184.59

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>60.87</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2000	27.6600	5.53
470040003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.2800	17.02
470040001	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.0700	13.66
470040007	PEÓN	hh	4.0000	1.6000	15.4100	24.66
<b>MATERIALES</b>						<b>101.31</b>
300010015	SOLVENTE XILOL	gln	-	0.0131	50.5100	0.66
020080001	PERNO Y TUERCA PARA TACHAS	jgo	-	0.3338	35.0000	11.68
300020022	GUARDAVÍA METÁLICA	m	-	1.0000	52.5700	52.57
300010003	POSTE DE ACERO DE 1.80m x 6 mm P/GUARDAVIA	und	-	0.3338	100.7000	33.61
540020004	PINTURA ESMALTE	gln	-	0.0220	35.5600	0.78
540010004	PINTURA WASH PRIMER	gln	-	0.0200	95.0000	1.90
540010002	PINTURA PARA TRÁFICO	gln	-	0.0015	72.2600	0.11
<b>EQUIPO</b>						<b>3.04</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	60.8700	3.04
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>19.37</b>
CU0050016	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA ESTRUCTURAS - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.0397	49.9800	1.98
CU0050014	EXCAVACIÓN MANUAL - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.0641	51.7800	3.32
CU0050061	CONCRETO CLASE F (f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	-	0.0229	304.3500	6.97
CU0050022	CAPTAFAROS	und	-	0.2730	26.0100	7.10

Partida: 1.2.4.8 TACHA RETROREFLECTIVA

Rendimiento:40 und/Día

Costo unitario por und 12.43

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>7.34</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	21.2800	4.26
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.2000	15.4100	3.08
<b>MATERIALES</b>						<b>5.09</b>
300010007	TACHAS RETROREFLECTIVA	und	-	1.0000	4.3400	4.34
300080004	PEGAMENTO EPOXICO PARA TACHAS	gln	-	0.0067	112.0100	0.75

Partida: 1.3.1 LIMPIEZA DE CAUCE

Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ 11.51

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.60</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	27.6600	0.05
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.0356	15.4100	0.55
<b>EQUIPO</b>						<b>10.91</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	0.6000	0.03
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	1.0000	0.0178	247.2000	4.40
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0178	364.3000	6.48

Partida: 1.3.2 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA

Rendimiento:495 m³/Día

Costo unitario por m³ 8.16

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.32</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0016	27.6600	0.04
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0162	17.0700	0.28
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0646	15.4100	1.00
<b>EQUIPO</b>						<b>6.71</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.3200	0.07
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	0.2500	0.0040	81.9700	0.33
490060010	MARTILLO NEUMÁTICO 29 Kg	hm	0.5000	0.0081	10.4700	0.08
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	1.0000	0.0162	247.2000	4.00
420060001	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	2.0000	0.0323	68.9300	2.23
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>0.13</b>
390010007	BONIFICACIÓN POR TRABAJOS BAJO EL AGUA	%mo	-	10.0000	1.3200	0.13

Partida: 1.3.3 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA

Rendimiento:495 m³/Día

Costo unitario por m³ 8.16

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.32</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0016	27.6600	0.04
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0162	17.0700	0.28
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0646	15.4100	1.00
<b>EQUIPO</b>						<b>6.71</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.3200	0.07
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	0.2500	0.0040	81.9700	0.33
490060010	MARTILLO NEUMÁTICO 29 Kg	hm	0.5000	0.0081	10.4700	0.08
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	1.0000	0.0162	247.2000	4.00
420060001	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	2.0000	0.0323	68.9300	2.23
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>0.13</b>
390010007	BONIFICACIÓN POR TRABAJOS BAJO EL AGUA	%mo	-	10.0000	1.3200	0.13

Partida: 1.3.4 RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA ESTRUCTURAS

Rendimiento:50 m³/Día

Costo unitario por m³ 49.98

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>13.03</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	27.6600	0.44
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.0700	2.73
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.6400	15.4100	9.86
<b>EQUIPO</b>						<b>17.19</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	13.0300	0.65
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.3200	32.0500	10.26
490060018	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL DE 10.8 HP - 0.8-1.1 ton	hm	1.0000	0.1600	39.2600	6.28
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>19.76</b>
CU0050062	EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	m³	-	1.2000	8.0300	9.64
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.1200	25.0000	3.00
CU0050029	ZARANDEO DE MATERIAL	m³	-	1.2000	5.9300	7.12

Partida: 1.3.5 GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 1

Rendimiento:1200 m²/Día

Costo unitario por m² 4.29

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.64</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0007	27.6600	0.02
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	17.0700	0.11
470040007	PEÓN	hh	5.0000	0.0333	15.4100	0.51
<b>MATERIALES</b>						<b>3.62</b>
300020020	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 1	m²	-	1.1000	3.2900	3.62
<b>EQUIPO</b>						<b>0.03</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	0.6400	0.03

Partida: 1.3.6 CAMA DE ARENA

Rendimiento:100 m³/Día

Costo unitario por m³ 30.46

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.69</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	27.6600	0.22
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.1600	15.4100	2.47
<b>EQUIPO</b>						<b>2.69</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.6900	0.13
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0800	32.0500	2.56
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>25.08</b>
CU0050006	EXTRACCIÓN DE MATERIAL (CANTERA)	m³	-	1.2700	6.0100	7.63
CU0050024	ZARANDEO DE ARENA	m³	-	1.2700	13.7400	17.45

Partida: 1.3.7 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:513 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 6.50

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.13</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0075	17.0700	0.13
<b>EQUIPO</b>						<b>6.37</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0156	280.6000	4.38
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0075	265.2500	1.99

Partida: 1.3.8 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D &gt; 1 km

Rendimiento:1543 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 1.46

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.46</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0052	280.6000	1.46

Partida: 1.3.9 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:351 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 9.48

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.19</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0109	17.0700	0.19
<b>EQUIPO</b>						<b>9.29</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0228	280.6000	6.40
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0109	265.2500	2.89

Partida: 1.3.10 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES D &gt; 1 km

Rendimiento:1424 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 1.57

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.57</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0056	280.6000	1.57

Partida: 1.3.11 TRANSPORTE DE MATERIAL PARA ENROCADO ENTRE 120m Y 1000m

Rendimiento:270 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 11.52

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.19</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.3860	0.0114	17.0700	0.19
<b>EQUIPO</b>						<b>11.33</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0296	280.6000	8.31
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.3860	0.0114	265.2500	3.02

Partida: 1.3.12 TRANSPORTE DE MATERIAL PARA ENROCADO A MAS DE 1000m

Rendimiento:1160 m³/km/Día

Costo unitario por m³/km 1.94

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.94</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0069	280.6000	1.94

Partida: 1.4.1.1 SEÑAL INFORMATIVA 2

Rendimiento:6 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> 812.57

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>58.51</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2667	27.6600	7.38
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.0700	22.76
<b>MATERIALES</b>						<b>469.23</b>
650010001	TEE DE ACERO LIVIANO DE 1 1/2" x 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 6m	pza	-	0.5100	98.1900	50.08
300010015	SOLVENTE XILOL	gln	-	0.0100	50.5100	0.51
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	0.0290	16.1300	0.47
300010001	LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p <sup>2</sup>	-	10.7639	15.5500	167.38
540020005	PINTURA ESMALTE EPÓXICO	gln	-	0.1000	119.5000	11.95
301060002	FIBRA DE VIDRIO DE 4mm. ACABADO	m <sup>2</sup>	-	1.0000	218.5800	218.58
540020008	PINTURA IMPRIMANTE A BASE DE ZINC INORGÁNICO	gln	-	0.1000	202.6200	20.26
<b>EQUIPO</b>						<b>90.93</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	58.5100	2.93
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	1.0000	1.3333	66.0000	88.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>193.90</b>
CU0050001	COLOCACIÓN DE SEÑAL INFORMATICA	und	-	0.6400	302.9700	193.90

Partida: 1.4.1.2 ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-2

Rendimiento:2 und/Día

Costo unitario por und 1,059.52

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>393.64</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	2.0000	27.6600	55.32
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	21.2800	85.12
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	17.0700	68.28
470040007	PEÓN	hh	3.0000	12.0000	15.4100	184.92
<b>MATERIALES</b>						<b>240.40</b>
020080003	PERNO 3/8" x 8" + 2A + T	pza	-	8.0000	2.3700	18.96
650010005	TUBO DE FIERRO NEGRO STD. Ø 3"	m	-	5.3000	26.7200	141.62
020020003	ACERO ESTRUCTURAL A-36	kg	-	13.0000	3.0400	39.52
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	0.6500	16.1300	10.48
560010004	PLATINA DE FIERRO 3/16" x 3"	m	-	0.4000	9.7400	3.90
540020005	PINTURA ESMALTE EPÓXICO	gln	-	0.2000	119.5000	23.90
300020012	DILUYENTE EPOXICO	gln	-	0.0200	50.5100	1.01
300020014	DILUYENTE ZINC INORGÁNICO	gln	-	0.0200	50.5100	1.01
<b>EQUIPO</b>						<b>151.68</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	393.6400	19.68
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	0.5000	2.0000	66.0000	132.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>273.80</b>
CU0050013	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO - subpartida	m <sup>2</sup>	-	0.4800	69.4100	33.32
CU0050014	EXCAVACIÓN MANUAL - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.5280	51.7800	27.34
CU0050015	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> - subpartida	kg	-	11.9500	4.1800	49.95
CU0050059	CONCRETO CLASE G (fc= 175 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	-	0.5250	310.8400	163.19

Partida: 1.4.2.1 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Rendimiento:550 pto/Día

Costo unitario por pto 746.00

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>746.00</b>
390010015	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto	-	1.0000	746.0000	746.00

Partida: 1.4.2.2 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Rendimiento:550 pto/Día

Costo unitario por pto **225.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>225.00</b>
390010014	MONITOREO DE AL CALIDAD DEL AIRE	pto	-	1.0000	225.0000	225.00

Partida: 1.4.2.3 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL RUIDO

Rendimiento:550 pto/Día

Costo unitario por pto **115.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>115.00</b>
390010016	MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL	pto	-	1.0000	115.0000	115.00

Partida: 1.4.2.4 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL SUELO

Rendimiento:1 pto/Día

Costo unitario por pto **400.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>400.00</b>
390010017	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL SUELO	pto	-	1.0000	400.0000	400.00

Partida: 1.4.3.1 CAPA SUPERFICIAL CON SUELO CONSERVADO

Rendimiento:2100 m²/Día

Costo unitario por m² **2.87**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.70</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0038	27.6600	0.11
470040007	PEÓN	hh	10.0000	0.0381	15.4100	0.59
<b>EQUIPO</b>						<b>1.42</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	0.7000	0.04
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0038	364.3000	1.38
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>0.75</b>
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.0300	25.0000	0.75

Partida: 1.4.3.2 RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE ÁREAS AFECTADAS

Rendimiento:0.4 ha/Día

Costo unitario por ha **8,789.96**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>3,635.20</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	20.0000	27.6600	553.20
470040007	PEÓN	hh	10.0000	200.0000	15.4100	3,082.00
<b>MATERIALES</b>						<b>1,080.00</b>
390010022	PLANTAS NATIVAS	und	-	400.0000	2.2000	880.00
390010023	ABONOS NATURALES	kg	-	400.0000	0.5000	200.00
<b>EQUIPO</b>						<b>3,824.76</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	3,635.2000	181.76
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	0.5000	10.0000	364.3000	3,643.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>250.00</b>
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	10.0000	25.0000	250.00

Partida: 1.4.3.3 CONFORMACIÓN DE DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento:1000 m³/Día

Costo unitario por m³ 3.32

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.14</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	27.6600	0.02
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.0080	15.4100	0.12
<b>EQUIPO</b>						<b>3.18</b>
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	0.4500	0.0036	364.3000	1.31
490050024	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0080	233.1700	1.87

Partida: 1.4.4.1 PAGO POR EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CANTERAS

Rendimiento:1 m³/Día

Costo unitario por m³ 2.54

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-CONTRATOS</b>						<b>2.54</b>
390010018	PAGO POR EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE CANTERA	m³	-	1.0000	2.5400	2.54

## Detalle de sub-partidas del presupuesto

CU0050007	EXCAVACIÓN EN EXPLANACIONES EN MATERIAL SUELTO	Rendimiento:810 m³/Día
		Costo unitario por m³ <b>4.41</b>

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.76</b>
470040007	PEÓN	hh	5.0000	0.0494	15.4100	0.76
<b>EQUIPO</b>						<b>3.65</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	0.7600	0.04
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0099	364.3000	3.61

CU0050010	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO - subpartida	Rendimiento:1 ha/Día
		Costo unitario por ha <b>4,164.93</b>

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>638.08</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	27.6600	221.28
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	21.2800	170.24
470040007	PEÓN	hh	2.0000	16.0000	15.4100	246.56
<b>EQUIPO</b>						<b>3,526.85</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	10.0000	638.0800	63.81
490060016	MOTOSIERRA DE 30"	hm	1.0000	8.0000	6.7800	54.24
490050018	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115 - 165 HP	hm	0.2500	2.0000	247.2000	494.40
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	8.0000	364.3000	2,914.40

CU0050076	TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO	Rendimiento:850 m³/Día
		Costo unitario por m³ <b>23.93</b>

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.00</b>
470040002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0094	27.6600	0.26
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0094	17.0700	0.16
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0376	15.4100	0.58
<b>EQUIPO</b>						<b>3.17</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.0000	0.05
490050027	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0094	98.4700	0.93
490050024	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0094	233.1700	2.19
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>19.76</b>
CU0050062	EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	m³	-	1.2000	8.0300	9.64
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.1200	25.0000	3.00
CU0050029	ZARANDEO DE MATERIAL	m³	-	1.2000	5.9300	7.12

CU0050052	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1 km	Rendimiento:1543 m³/km/Día
		Costo unitario por m³/km <b>1.46</b>

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.46</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0052	280.6000	1.46

CU0050053	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120m Y 1000m				Rendimiento:513 m³/km/Día	
					Costo unitario por m³/km	6.50
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.13</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0075	17.0700	0.13
<b>EQUIPO</b>						<b>6.37</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0156	280.6000	4.38
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0075	265.2500	1.99
CU0050054	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES D > 1 km - subpartida				Rendimiento:1424 m³/km/Día	
					Costo unitario por m³/km	1.57
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>EQUIPO</b>						<b>1.57</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0056	280.6000	1.57
CU0050056	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120m Y 1000m - subpartida				Rendimiento:351 m³/km/Día	
					Costo unitario por m³/km	9.48
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.19</b>
470040001	OFICIAL	hh	0.4800	0.0109	17.0700	0.19
<b>EQUIPO</b>						<b>9.29</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0228	280.6000	6.40
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0109	265.2500	2.89
CU0050071	TUBERÍA Ø = 48"				Rendimiento:15 m/Día	
					Costo unitario por m	310.04
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>43.44</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	27.6600	1.47
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.0700	9.10
470040007	PEÓN	hh	4.0000	2.1333	15.4100	32.87
<b>MATERIALES</b>						<b>264.43</b>
090010001	ALCANTARILLA TMC D=48"	m	-	1.0000	264.4300	264.43
<b>EQUIPO</b>						<b>2.17</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	43.4400	2.17
CU0050023	CAMA DE ARENA				Rendimiento:100 m³/Día	
					Costo unitario por m³	30.46
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.69</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	27.6600	0.22
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.1600	15.4100	2.47
<b>EQUIPO</b>						<b>2.69</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.6900	0.13
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0800	32.0500	2.56
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>25.08</b>
CU0050006	EXTRACCIÓN DE MATERIAL (CANtera)	m³	-	1.2700	6.0100	7.63
CU0050024	ZARANDEO DE ARENA	m³	-	1.2700	13.7400	17.45

CU0050062 EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE RELLENO

Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ 8.03

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.48</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0178	21.2800	0.38
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0711	15.4100	1.10
<b>EQUIPO</b>						<b>6.55</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.4800	0.07
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0178	364.3000	6.48

CU0050017 AGUA - subpartida

Rendimiento:68 m³/Día

Costo unitario por m³ 25.00

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.01</b>
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.1176	17.0700	2.01
<b>EQUIPO</b>						<b>22.99</b>
490050005	CAMIÓN CISTERNA 3,000 GAL	hm	1.0000	0.1176	195.4700	22.99

CU0050029 ZARANDEO DE MATERIAL

Rendimiento:200 m³/Día

Costo unitario por m³ 5.93

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>3.32</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	21.2800	0.85
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.1600	15.4100	2.47
<b>EQUIPO</b>						<b>2.61</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	3.3200	0.17
490010002	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15HP	hm	1.0000	0.0400	61.0800	2.44

CU0050055 TRANSPORTE DE AGREGADOS

Rendimiento:275 m³/Día

Costo unitario por m³ 13.66

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.50</b>
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0291	17.0700	0.50
<b>EQUIPO</b>						<b>13.16</b>
490050007	CAMIÓN VOLQUETE 6x4, 15m³	hm	1.0000	0.0291	280.6000	8.17
490050011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP 4.0 YD3	hm	0.6453	0.0188	265.2500	4.99

CU0050057 PIEDRA CHANCADA

Rendimiento:1 m³/Día

Costo unitario por m³ 30.62

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>30.62</b>
CU0050006	EXTRACCIÓN DE MATERIAL (CANTERA)	m³	-	1.0300	6.0100	6.19
CU0050033	TRANSPORTE INTERNO D=0.3 km. (PLANTA)	m³	-	1.0300	6.9300	7.14
CU0050028	ZARANDEO Y CHANCADO (PIEDRA)	m³	-	1.0300	16.7900	17.29

CU0050058 ARENA ZARANDEADA

Rendimiento:1 m³/Día

Costo unitario por m³ 18.87

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						
CU0050006	EXTRACCIÓN DE MATERIAL (CANTERA)	m³	-	1.0200	6.0100	6.13
CU0050009	ZARANDEO MECÁNICO subpartida	m³	-	1.0200	5.5600	5.67
CU0050033	TRANSPORTE INTERNO D=0.3 km. (PLANTA)	m³	-	1.0200	6.9300	7.07

CU0050070 PINTURA ESMALTE EPÓXICO

Rendimiento:140 m²/Día

Costo unitario por m² 32.21

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0114	27.6600	0.32
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	0.1714	21.2800	3.65
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0571	17.0700	0.97
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.0571	15.4100	0.88
<b>MATERIALES</b>						
540020003	PINTURA DE RESINA EPÓXICA	gln	-	0.1184	99.3600	11.76
300020016	DISOLVENTE PARA PINTURA DE EPÓXICA	gln	-	0.0355	63.9400	2.27
<b>EQUIPO</b>						
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.8200	0.29
490060004	EQUIPO DE PINTURA AIRLESS	hm	3.0000	0.1714	36.0900	6.19
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.0000	0.0571	81.9700	4.68
370010002	ANDAMIOS	hm	14.0000	0.8000	1.5000	1.20

CU0050069 PINTURA PARA ACABADO DE POLIUTERANO

Rendimiento:100 m²/Día

Costo unitario por m² 26.06

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0160	27.6600	0.44
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	0.2400	21.2800	5.11
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	17.0700	1.37
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.0800	15.4100	1.23
<b>MATERIALES</b>						
540020002	PINTURA DE POLIURETANO ALTO BRILLO	gln	-	0.0797	169.9700	13.55
300020017	DISOLVENTE PARA PINTURA DE POLIURETANO	gln	-	0.0239	51.2900	1.23
<b>EQUIPO</b>						
490060004	EQUIPO DE PINTURA AIRLESS	hm	1.0000	0.0800	36.0900	2.89
370010002	ANDAMIOS	hm	2.0000	0.1600	1.5000	0.24

CU0050068 PINTURA ANTICORROSIVA

Rendimiento:140 m²/Día

Costo unitario por m² 38.61

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0114	27.6600	0.32
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	0.1714	21.2800	3.65
470040001	OFICIAL	hh	2.0000	0.1143	17.0700	1.95
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.1143	15.4100	1.76
<b>MATERIALES</b>						
300020018	DISOLVENTE PARA PINTURA IMPRIMANTE	gln	-	0.0174	49.0000	0.85
540020008	PINTURA IMPRIMANTE A BASE DE ZINC INORGÁNICO	gln	-	0.0870	202.6200	17.63
<b>EQUIPO</b>						
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	7.6800	0.38
490060004	EQUIPO DE PINTURA AIRLESS	hm	3.0000	0.1714	36.0900	6.19
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.0000	0.0571	81.9700	4.68
370010002	ANDAMIOS	hm	14.0000	0.8000	1.5000	1.20

CU0050067 ARENADO DE ESTRUCTURA METÁLICA

Rendimiento:89 m²/Día

Costo unitario por m² 37.45

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>16.36</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0225	27.6600	0.62
470040001	OFICIAL	hh	2.0000	0.1798	17.0700	3.07
470040007	PEÓN	hh	6.0000	0.5393	15.4100	8.31
470040012	OPERARIO ELECTROMECHANICO	hh	2.0000	0.1798	24.2600	4.36
<b>MATERIALES</b>						<b>0.20</b>
300020025	MANTAS (10m X 10m)	und	-	0.0100	20.0000	0.20
<b>EQUIPO</b>						<b>13.68</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	16.3600	0.82
490050017	EQUIPO DE ARENADO	hm	2.0000	0.1798	20.0000	3.60
490050015	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.0000	0.0899	81.9700	7.37
370010002	ANDAMIOS	hm	14.0000	1.2584	1.5000	1.89
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>7.21</b>
CU0050064	ARENA CHANCADA	m³	-	0.1500	48.0800	7.21

CU0050077 BARANDA METÁLICA TIPO 1

Rendimiento:12 m/Día

Costo unitario por m 493.52

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>81.73</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	27.6600	3.69
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.2800	14.19
470040001	OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	4.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>268.75</b>
650010004	TUBO SHC 40 Ø 3"	m	-	1.0000	50.6600	50.66
650010003	TUBO SHC 40 Ø 1 1/2"	m	-	4.1100	18.8300	77.39
650010002	TUBO SHC 40 Ø 2"	m	-	1.0000	25.1300	25.13
300010011	ACETILENO kg	kg	-	0.1000	38.2800	3.83
020020003	ACERO ESTRUCTURAL A-36	kg	-	21.8500	3.0400	66.42
020020005	BARRA ASTM A-36 DE Ø 5/8"	m	-	0.9100	7.6100	6.93
390010005	OXÍGENO	m³	-	0.1500	9.7500	1.46
300010006	SOLDADURA (AWS E7018)	kg	-	1.9700	16.1300	31.78
300020015	DISCO DE DESBASTE 1/4" x 7"	pza	-	0.5000	10.3000	5.15
<b>EQUIPO</b>						<b>52.36</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	81.7300	4.09
490060003	EQUIPO DE OXICORTE	hm	1.0000	0.6667	6.4100	4.27
490060017	MOTOSOLDADORA DE 300 A	hm	1.0000	0.6667	66.0000	44.00
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>90.68</b>
CU0050066	PINTURA DE BARANDAS (INCL. ARENADO)	m	-	1.0000	90.6800	90.68

CU0050042 ARENA GRUESA

Rendimiento:1 m³/Día

Costo unitario por m³ 30.37

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>30.37</b>
CU0050063	APILAMIENTO DE MATERIAL	m³	-	1.0000	5.7100	5.71
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m³	-	1.0000	13.6600	13.66
CU0050025	ZARANDEO VIBRATORIO DE ARENA	m³	-	1.0000	11.0000	11.00

CU0050072 TUBERÍA PVC SAP D=3" PARA DRENAJE

Rendimiento:30 m/Día

Costo unitario por m 24.19

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>9.40</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	27.6600	0.74
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	17.0700	4.55
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.2667	15.4100	4.11
<b>MATERIALES</b>						<b>12.45</b>
660010001	TUBO PVC SAP Ø 3"	m	-	1.0500	11.8600	12.45
<b>EQUIPO</b>						<b>2.34</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	9.4000	0.47
370020012	ACCESORIOS Y PEGAMENTO	%mt	-	15.0000	12.4500	1.87

CU0050012 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - subpartida

Rendimiento:14 m²/Día

Costo unitario por m² 76.74

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>43.47</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1429	27.6600	3.95
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.2800	12.16
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.0700	9.75
470040007	PEÓN	hh	2.0000	1.1429	15.4100	17.61
<b>MATERIALES</b>						<b>31.10</b>
021060034	Alambre negro N° 8	kg	-	0.2000	3.5400	0.71
020020006	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	-	0.2000	3.6300	0.73
300020007	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADO	gln	-	0.0750	138.5000	10.39
430080001	MADERA TORNILLO	p²	-	1.7500	6.5700	11.50
450010001	TRIPLAY 4" x 8" x 18mm PARA ENCOFRADO	pln	-	0.0800	97.0700	7.77
<b>EQUIPO</b>						<b>2.17</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	43.4700	2.17

CU0050016 RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA ESTRUCTURAS - subpartida

Rendimiento:50 m³/Día

Costo unitario por m³ 49.98

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>13.03</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	27.6600	0.44
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.0700	2.73
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.6400	15.4100	9.86
<b>EQUIPO</b>						<b>17.19</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	13.0300	0.65
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.3200	32.0500	10.26
490060018	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL DE 10.8 HP - 0.8-1.1 ton	hm	1.0000	0.1600	39.2600	6.28
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>19.76</b>
CU0050062	EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	m³	-	1.2000	8.0300	9.64
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.1200	25.0000	3.00
CU0050029	ZARANDEO DE MATERIAL	m³	-	1.2000	5.9300	7.12

CU0050014 EXCAVACIÓN MANUAL - subpartida

Rendimiento:25 m³/Día

Costo unitario por m³ 51.78

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>49.31</b>
470040007	PEÓN	hh	10.0000	3.2000	15.4100	49.31
<b>EQUIPO</b>						<b>2.47</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	49.3100	2.47

CU0050078

ASERRADO

Rendimiento:300 m/Día

Costo unitario por m 1.81

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.03</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	21.2800	0.57
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	17.0700	0.46
<b>EQUIPO</b>						<b>0.20</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.0300	0.05
490050016	CORTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0267	5.7100	0.15
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>0.58</b>
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.0230	25.0000	0.58

CU0050050

CONCRETO CLASE E (f'c= 175 kg/cm²)

Rendimiento:18 m³/Día

Costo unitario por m³ 334.11

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>171.18</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	7.5000	21.8100	163.58
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1783	16.2900	2.90
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.3000	13.3100	3.99
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	14.1000	0.71
<b>EQUIPO</b>						<b>14.10</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p³	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060022	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4444	6.6700	2.96
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>50.46</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m³	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m³	-	0.6800	30.6200	20.82
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m³	-	0.4800	18.8700	9.06
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.1400	25.0000	3.50

CU0050065

PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL

Rendimiento:60 m²/Día

Costo unitario por m² 10.11

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>4.85</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0267	27.6600	0.74
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.2667	15.4100	4.11
<b>EQUIPO</b>						<b>4.51</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	4.8500	0.24
490050014	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.1333	32.0500	4.27
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>0.75</b>
CU0050017	AGUA - subpartida	m³	-	0.0300	25.0000	0.75

CU0050037

JUNTA DE DILATACIÓN EN CUNETAS

Rendimiento:80 m/Día

Costo unitario por m 7.32

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>3.53</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	27.6600	0.28
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.0700	1.71
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.1000	15.4100	1.54
<b>MATERIALES</b>						<b>3.61</b>
300010008	MATERIAL DE RESPALDO DE 3/8"	m	-	1.0000	0.7100	0.71
300010002	POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 3/8"	m <sup>2</sup>	-	0.1500	1.9100	0.29
300020024	SELLANTE ELÁSTICO DE PIURETANO	gln	-	0.0150	139.7700	2.10
540010001	IMPRIMANTE PARA SELLADOR DE JUNTAS	gln	-	0.0040	126.6100	0.51
<b>EQUIPO</b>						<b>0.18</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	3.5300	0.18

CU0050036

JUNTA DE CONSTRUCCIÓN EN CUNETETA

Rendimiento:120 m/Día

Costo unitario por m 4.67

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.36</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	27.6600	0.19
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	17.0700	1.14
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.0667	15.4100	1.03
<b>MATERIALES</b>						<b>2.19</b>
300030001	MATERIAL DE RESPALDO DE Ø 6mm	m	-	1.0000	0.5200	0.52
300020024	SELLANTE ELÁSTICO DE PIURETANO	gln	-	0.0083	139.7700	1.16
540010001	IMPRIMANTE PARA SELLADOR DE JUNTAS	gln	-	0.0040	126.6100	0.51
<b>EQUIPO</b>						<b>0.12</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.3600	0.12

CU0050021

MATERIAL DE SUB-BASE

Rendimiento:0 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> 33.16

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>33.16</b>
CU0050008	EXTRACCIÓN EN CANTERA	m <sup>3</sup>	-	1.2500	8.0300	10.04
CU0050045	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SUB-BASE	m <sup>3</sup>	-	1.2500	8.8300	11.04
CU0050031	ZARANDEO MECÁNICO	m <sup>3</sup>	-	1.2500	9.6600	12.08

CU0050039

MATERIAL PARA BASE GRANULAR

Rendimiento:1 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> 39.39

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>39.39</b>
CU0050008	EXTRACCIÓN EN CANTERA	m <sup>3</sup>	-	1.1000	8.0300	8.83
CU0050046	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA BASE	m <sup>3</sup>	-	1.1000	9.3300	10.26
CU0050019	CHANCADO Y ZARANDEO	m <sup>3</sup>	-	1.1000	18.4500	20.30

CU0050004

AGREGADO FINO SARANDEADO

Rendimiento:350 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> 18.93

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>18.93</b>
CU0050020	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL (CANTERA)	m <sup>3</sup>	-	1.0400	5.7100	5.94
CU0050033	TRANSPORTE INTERNO D=0.3 km. (PLANTA)	m <sup>3</sup>	-	1.0400	6.9300	7.21
CU0050030	ZARANDEO MECÁNICO (AGREGADO FINO/FILTRO)	m <sup>3</sup>	-	1.0400	5.5600	5.78

CU0050074 COLOCACIÓN DE SEÑAL PREVENTIVA / REGLAMENTARIA

Rendimiento:12 und/Día

Costo unitario por und 74.77

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>21.65</b>
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.0700	11.38
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.6667	15.4100	10.27
<b>MATERIALES</b>						<b>4.74</b>
020080003	PERNO 3/8" x 8" + 2A + T	pza	-	2.0000	2.3700	4.74
<b>EQUIPO</b>						<b>48.38</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	21.6500	1.08
490050008	CAMIONETA PICK UP 1 ton	hm	1.0000	0.6667	70.9400	47.30

CU0050035 FABRICACIÓN DE POSTES DE FIERRO

Rendimiento:10 und/Día

Costo unitario por und 102.63

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>33.78</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	27.6600	4.43
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.2800	17.02
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.8000	15.4100	12.33
<b>MATERIALES</b>						<b>67.16</b>
390010003	LIJA	hja	-	1.0000	1.6900	1.69
540020007	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO NEGRO	gln	-	0.0105	32.7200	0.34
540020006	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO BLANCO	gln	-	0.0105	35.0800	0.37
650010006	TUBO NEGRO ISO i Ø 2" e=3mm	m	-	3.6000	17.9900	64.76
<b>EQUIPO</b>						<b>1.69</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	33.7800	1.69

CU0050034 INSTALACIÓN DE POSTES DE FIERRO

Rendimiento:10 und/Día

Costo unitario por und 89.87

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>33.78</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	27.6600	4.43
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.2800	17.02
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.8000	15.4100	12.33
<b>EQUIPO</b>						<b>1.69</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	33.7800	1.69
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>54.40</b>
CU0050014	EXCAVACIÓN MANUAL - subpartida	m³	-	0.1500	51.7800	7.77
CU0050059	CONCRETO CLASE G (f'c= 175 kg/cm²)	m³	-	0.1500	310.8400	46.63

CU0050001 COLOCACIÓN DE SEÑAL INFORMATICA

Rendimiento:8 und/Día

Costo unitario por und 302.97

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>32.48</b>
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	17.0700	17.07
470040007	PEÓN	hh	1.0000	1.0000	15.4100	15.41
<b>MATERIALES</b>						<b>98.24</b>
020080002	PERNO 3/4" x 18" + T + A	pza	-	8.0000	12.2800	98.24
<b>EQUIPO</b>						<b>172.25</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	32.4800	1.62
490050008	CAMIONETA PICK UP 1 ton	hm	1.0000	1.0000	70.9400	70.94
490060013	MINICARGADOR 70 HP	hm	1.0000	1.0000	99.6900	99.69

CU0050013 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO - subpartida

Rendimiento:14 m<sup>2</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>2</sup> **69.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>41.10</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	27.6600	1.58
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.2800	12.16
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.0700	9.75
470040007	PEÓN	hh	2.0000	1.1429	15.4100	17.61
<b>MATERIALES</b>						<b>26.25</b>
021060034	Alambre negro N° 8	kg	-	0.2000	3.5400	0.71
020020006	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	-	0.2000	3.6300	0.73
300020007	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADO	gln	-	0.0400	138.5000	5.54
430080001	MADERA TORNILLO	p <sup>2</sup>	-	1.7500	6.5700	11.50
450010001	TRIPLAY 4" x 8" x 18mm PARA ENCOFRADO	pln	-	0.0800	97.0700	7.77
<b>EQUIPO</b>						<b>2.06</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	41.1000	2.06

CU0050015 ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> - subpartida

Rendimiento:250 kg/Día

Costo unitario por kg **4.18**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.04</b>
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.0700	0.55
470040007	PEÓN	hh	1.0000	0.0320	15.4100	0.49
<b>MATERIALES</b>						<b>3.09</b>
021060039	Alambre negro N° 16	kg	-	0.0300	3.5400	0.11
030020001	ACERO CORRUGADO fy= 4200 Kg/mc <sup>2</sup> GRADO 60	kg	-	1.0500	2.8400	2.98
<b>EQUIPO</b>						<b>0.05</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.0400	0.05

CU0050059 CONCRETO CLASE G (fc= 175 kg/cm<sup>2</sup>)Rendimiento:18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> **310.84**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>178.93</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	7.5000	21.8100	163.58
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.5500	16.2900	8.96
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.4800	13.3100	6.39
<b>EQUIPO</b>						<b>10.43</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
490060012	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P <sup>3</sup> (8P <sup>3</sup> )	hm	1.0000	0.4444	5.4000	2.40
490060023	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	6.9900	3.11
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>23.11</b>
CU0050060	AGREGADOS PARA CONCRETO	m <sup>3</sup>	-	1.2500	14.8900	18.61
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.1800	25.0000	4.50

CU0050061 CONCRETO CLASE F (f<sub>c</sub>= 175 kg/cm<sup>2</sup>)Rendimiento:18 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> 304.35

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>98.37</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	27.6600	6.15
470040003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	21.2800	28.37
470040001	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	17.0700	22.76
470040007	PEÓN	hh	6.0000	2.6667	15.4100	41.09
<b>MATERIALES</b>						<b>137.74</b>
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	6.0000	21.8100	130.86
300020006	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.1500	16.2900	2.44
340090001	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln	-	0.2800	13.3100	3.73
341060001	COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, ETC	%eq	-	5.0000	14.2500	0.71
<b>EQUIPO</b>						<b>14.25</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	98.3700	4.92
480060001	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 p <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.4444	13.9900	6.22
490060023	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	6.9900	3.11
<b>SUB-PARTIDAS</b>						<b>53.99</b>
CU0050055	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m <sup>3</sup>	-	1.2500	13.6600	17.08
CU0050057	PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>	-	0.7500	30.6200	22.97
CU0050058	ARENA ZARANDEADA	m <sup>3</sup>	-	0.5000	18.8700	9.44
CU0050017	AGUA - subpartida	m <sup>3</sup>	-	0.1800	25.0000	4.50

CU0050022 CAPTAFAROS

Rendimiento:32 und/Día

Costo unitario por und 26.01

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>5.32</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2500	21.2800	5.32
<b>MATERIALES</b>						<b>20.42</b>
300020023	CAPTAFAROS	pza	-	1.0000	20.4200	20.42
<b>EQUIPO</b>						<b>0.27</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.3200	0.27

CU0050006 EXTRACCIÓN DE MATERIAL (CANTERA)

Rendimiento:600 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> 6.01

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.10</b>
470040003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	21.2800	0.28
470040007	PEÓN	hh	4.0000	0.0533	15.4100	0.82
<b>EQUIPO</b>						<b>4.91</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	1.1000	0.06
490050029	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0133	364.3000	4.85

CU0050024 ZARANDEO DE ARENA

Rendimiento:177 m<sup>3</sup>/DíaCosto unitario por m<sup>3</sup> 13.74

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.28</b>
470040002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0045	27.6600	0.12
470040001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0452	17.0700	0.77
470040007	PEÓN	hh	2.0000	0.0904	15.4100	1.39
<b>EQUIPO</b>						<b>11.46</b>
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.2800	0.11
490050010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 - 155 HP 3.0 YD3	hm	0.2058	0.0093	200.3200	1.86
490010002	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15HP	hm	1.0000	0.0452	61.0800	2.76
490060008	GRUPO ELECTRÓGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	0.0452	148.9300	6.73