

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA
Departamento Ingeniería Civil**

ASIGNATURA

PROYECTO FINAL

**RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE
HIERRO SOBRE ARROYO “LAS
CALAVERAS”. COMPARACIÓN
ECONÓMICA - AMBIENTAL CON
RESPECTO A UN NUEVO PUENTE
PROYECTADO DE HORMIGÓN ARMADO.**

AUTORES

**GARRAPPA SOFÍA
RODRIGUEZ ANALÍA VALERIA**

RAFAELA (SF), mayo de 2016.

RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO SOBRE ARROYO “LAS CALAVERAS”. COMPARACIÓN ECONÓMICA - AMBIENTAL CON RESPECTO A UN NUEVO PUENTE PROYECTADO DE HORMIGÓN ARMADO.

PROYECTO FINAL

ELABORADO POR

GARRAPPA SOFÍA

RODRIGUEZ ANALÍA VALERIA

BAJO LA DIRECCIÓN DE

ING. CIVIL **MARCO BOIDI**

ING. CIVIL **RUBÉN ROSETTI**

RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO SOBRE ARROYO “LAS CALAVERAS”. COMPARACIÓN ECONÓMICA - AMBIENTAL CON RESPECTO A UN NUEVO PUENTE PROYECTADO DE HORMIGÓN ARMADO.

Ing. Civil Marco BOLDI Director	Ing. Civil Rubén ROSETTI Co-Director

RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO SOBRE ARROYO “LAS CALAVERAS”. COMPARACIÓN ECONÓMICA - AMBIENTAL CON RESPECTO A UN NUEVO PUENTE PROYECTADO DE HORMIGÓN ARMADO.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN		
Ing. Civil Hugo BEGLIARDO Jurado	Ing. Civil Carlos PAIROLA Jurado Presidente	Ing. Civil Daniel RICOTTI Jurado

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a la *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela* por brindarnos la oportunidad de poder realizar una carrera de grado de manera gratuita.

A todos los profesores que nos han transmitido sus conocimientos, experiencias e ideologías para formarnos como profesionales, en especial a nuestro Director de Proyecto, **Ing. Marco Boidi** y nuestro Co-Director de Proyecto, **Ing. Rubén Rosetti**, por su dedicación y voluntad para con nosotras. Por su calidad humana y profesional.

A todas las personas que formaron parte de nuestras vidas académica, social y laboral especialmente a nuestras familias, por su apoyo incondicional desde el primer momento en que nos embarcamos en esta larga pero bienaventurada carrera.

A todos ellos, muchas gracias.

Sofía Garrappa y Analía Rodríguez.

PRÓLOGO

La importancia de la recuperación y mantención de nuestra historia juega una parte fundamental en nuestro rol como sociedad. Es ella la que nos identifica como tal y nos ayuda a promover un mayor interés por nuestro pasado, por lograr una identidad propia en el mundo actual.

El presente trabajo está claramente orientado en enfatizar la importancia de la recuperación de nuestros elementos históricos, los cuales nos muestran su nobleza al perdurar en el tiempo sin presentar demasiada entropía. Ellos forman parte de nuestro patrimonio cultural y como futuros profesionales debemos realzar dichos valores.

El proyecto titulado “Reconstrucción del Puente de Hierro sobre Arroyo “Las Calaveras”. Comparación Económica - Ambiental con Respecto a un Nuevo Puente Proyectado de Hormigón Armado” es un proyecto que intenta evidenciar y resaltar el gran significado que dicho puente tiene para los habitantes de las localidades vecinas de Rafaela y Lehmann. Los resultados que arroje pueden servir como base para que el Municipio de cualquiera de las localidades pueda intervenir y plasmar el deseo de muchos. Se debe lograr una inserción de dicho patrimonio, activarlo como recurso de atracción turística garantizando, luego de su recuperación y su obligada futura mantención, el legado que debemos transmitir a las sociedades venideras.

Personalmente, estamos profundamente orgullosas y satisfechas de haber podido realizar el presente trabajo y poder aportar algo significativo a la comunidad.

INDICE

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES	1
1.1 CONCEPTO	1
1.2 COMPOSICIÓN	1
1.2.1 Superestructura	2
1.2.2 Infraestructura	2
1.2.3 Apoyos	2
1.2.4 Obras complementarias	2
1.3 CLASIFICACIÓN	3
1.3.1 Según la finalidad	4
1.3.2 Según el material	4
1.3.3 Según el tiempo de utilización	6
1.3.4 Según el estado de movilidad	6
1.3.5 Según el tipo estructural	6
1.4 HISTORIA	7
1.5 TRANSITO Y TRANSPORTE	8
1.6 UBICACIÓN Y ANTECEDENTES	9
1.7 OBJETIVO	10

CAPITULO 2

ANALISIS DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE	13
2.1 MATERIAL	13
2.2 SITUACIÓN ORIGINAL	13
2.3 DIMENSIONES	15
2.4 SITUACIÓN ACTUAL	16

CAPITULO 3

RECONSTRUCCION DE LA SUPERESTRUCTURA	19
3.1 ALTERNATIVA DE RECONSTRUCCIÓN	19
3.2 TABLERO	19
3.2.1 Análisis de carga del tablero	22
3.2.2 Hipótesis	23
3.2.3 Carga permanente	23
3.2.4 Sobrecarga	23
3.2.5 Impacto	24
3.2.6 Temperatura, contracción, acortamiento elástico y fluencia lenta del hormigón	24
3.2.7 Viento	25
3.2.8 Frenado	25

3.3	CALCULO DEL TABLERO	26
3.3.1.	Especificaciones y dimensiones	26
3.3.2.	Cálculo momento de tramo	26
3.3.3.	Cálculo momento de apoyo	28
3.3.4.	Momento máximo solicitante	29
3.3.5.	Armadura principal a flexión	30
3.3.6.	Armadura secundaria a flexión	30
3.3.7.	Verificación al corte	30
3.4	CÁLCULO DE LOSA DE APROXIMACIÓN	31
3.4.1.	Armadura Principal a Flexión:	31
3.4.2.	Armadura Secundaria a Flexión:	32
3.5	VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA EXISTENTE	32
3.5.1.	Máximos esfuerzos en miembros	35
3.5.2.	Verificación	44
3.5.2.1	Montante extremo	49
3.5.2.2	Diagonal interna	50
3.5.2.3	Viga transversal de sección variable	53
3.5.2.4	Viga longitudinal	53
3.6	APOYOS ELASTOMÉRICOS	54
3.6.1.	Especificaciones y dimensiones	54
3.6.2.	Verificación del neopreno. 300x300x3 (0,7+8+1,4)	54
3.6.2.1.	Compresión	54
3.6.2.2.	Obtención de la constante K	55
3.7	ROBLONES	55
3.7.1.	Verificación del roblón	56
3.7.1.1.	Corte	56
3.8	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	58
3.9	PROCESO CONSTRUCTIVO	59
CAPITULO 4		
ESTRUCTURA INTERMEDIA E INFRAESTRUCTURA		61
4.1.	GENERALIDADES	61
4.2.	DESARROLLO	63
4.2.1	Estado 1	63
4.2.2.	Estado 2.	66
4.2.3.	Estado 3.	68
4.2.4	Estado 4.	69
4.1.	CÁLCULO PILOTES	69
4.1.1.	Armaduras de pilotes	70
4.2.	VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO	70
4.3.	CÁLCULO MURO	71
4.3.1.	Armadura	71
4.3.2.	Verificación al corte de muro	72

4.3.3.	Armadura de solera	72
4.3.4.	Verificación al corte solera	74
4.4.	VERIFICACIÓN AL PUNZONADO	75
4.5.	CALCULO MUROS LATERALES	76
4.6.	CÁLCULO PILOTES	78
4.6.1.	Armaduras de pilotes	79
4.7.	VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO	80
4.8.	MURO LATERAL	80
4.8.1.	Armadura	80
4.8.2.	Verificación al corte del muro.	81
4.8.3.	Armadura de solera	82
4.8.4.	Verificación al corte de la solera	82
4.9.	VERIFICACIÓN AL PUNZONADO	83
CAPITULO 5		
PROYECTO PUENTE DE HORMIGON ARMADO		85
5.1.	GENERALIDADES	85
5.2.	ALCANTARILLA	85
5.3.	DIMENSIONES	86
CAPITULO 6		
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		89
6.1.	GENERALIDADES	89
	Estudio de impacto ambiental (EsIA)	89
	Evaluación de impacto ambiental (EIA)	89
6.2.	PRESENTACIÓN	89
6.3.	MARCO CONCEPTUAL	89
6.4.	DESARROLLO METODOLÓGICO	90
6.5.	RESULTADOS GLOBALES OBTENIDOS	91
6.5.1.	MATRIZ N°1. PUENTE DE HIERRO. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	92
6.5.2.	MATRIZ N°1. PUENTE DE HIERRO. ETAPA DE OPERACIÓN.	94
6.5.3.	MATRIZ N°2. ALCANTARILLA DE HºAº. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	96
6.5.4.	MATRIZ N°2. ALCANTARILLA DE HºAº. ETAPA DE OPERACIÓN.	98
6.6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS GLOBALES OBTENIDOS	100
6.6.1.	Puente de Hierro	100
6.6.2.	Alcantarilla de hormigón	101
6.7.	CONCLUSIONES FINALES.	101
CAPITULO 7		
CÓMPUTO Y PRESUPUESTO		103

7.1. GENERALIDADES	103
7.2. PUENTE DE HIERRO	103
7.3. ALCANTARILLA DE HORMIGÓN ARMADO	104
CAPITULO 8	
COMPARACIONES Y CONCLUSIONES	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXO I	113
LIMPIEZA POR CHORRO O SANDBLASTING	113
PRINCIPIOS DEL PROCESO	113
EQUIPOS	114
TIPOS DE ABRASIVOS	114
APLICACIONES	115
Especificaciones para la preparación de superficies	115
NORMATIVA	115
SEGURIDAD	116
CONCLUSIONES	117
ANEXO II	119
NORMA UNE EN ISO 12944	119
ANEXO III	129
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, USOS y	129
CARACTERÍSTICAS DE PINTURAS PARA SUPERFICIES METÁLICAS	129
ANEXO IV	137
CÓMPUTO Y PRESUPUESTO PUENTE DE HIERRO	137
ANÁLISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS	137
ANEXO V	147
CÓMPUTO Y PRESUPUESTO ALCANTARILLA DE HºAº	147
ANÁLISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS	147
ANEXO VI	161
PLANOS	161
ANEXO VII	167
MATRICES ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL	167
PUENTE DE HIERRO	167
ANEXO VIII	173

MATRICES ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL ALCANTARILLA DE HORMIGÓN ARMADO	173
ANEXO IX	179
IMÁGENES 3D	179

INDICE FIGURAS

FIGURA 1: Esquema de puente.	1
FIGURA 2.A: Partes principales de un puente.	3
FIGURA 2.B: Elementos de un puente.	3
FIGURA 3: Ubicación geográfica.	9
FIGURA 4: Ubicación Puente de Hierro.	10
FIGURA 5: Recorridos posibles entre Rafaela y Lehmann.	11
FIGURA 6: Puente de hierro habilitado a la circulación.	14
FIGURA 7: Vista estribo norte.	14
FIGURA 8: Columnas de quebracho.	15
FIGURA 9: Revestimiento de mampostería.	15
FIGURA 10: Estado del puente post incendio de estribos.	16
FIGURA 11: Estado actual del puente.	17
FIGURA 12: Ausencia de estribo norte.	17
FIGURA 13: Roblones y Planchuela corroídos.	18
FIGURA 14: Sistema constructivo.	20
FIGURA 15: Conector de corte.	21
FIGURA 16.A: Planta estructura metálica tablero.	21
FIGURA 16.B: Disposición de chapas Fierro Deck.	22
FIGURA 17: Corte transversal de la estructura.	22
FIGURA 18: Corte longitudinal de la estructura.	23
FIGURA 19: Esquema de cargas de viento.	25
FIGURA 20: Línea de influencia.	27
FIGURA 21: Esquema de cálculo.	27
FIGURA 22: Cargas aplicadas.	27
FIGURA 23.A: Momentos flectores. Tramo.	27
FIGURA 23.B: Esfuerzos de Corte. Tramo.	28
FIGURA 24: Línea de influencia.	28
FIGURA 25: Esquema de cálculo.	28
FIGURA 26: Cargas aplicadas.	28
FIGURA 27.A: Momentos flectores. Apoyos.	29
FIGURA 27.B: Diagrama de Corte. Apoyos.	29

FIGURA 28: Cargas para momento de tramo.	29
FIGURA 29: Momento Flector. Tramo.	29
FIGURA 30: Diagrama de corte. Tramo.	30
FIGURA 31: Carga permanente superestructura.	32
FIGURA 32: Carga Multitud compacta.	33
FIGURA 33: Carga aplanadora en Posición 1.	33
FIGURA 34: Carga aplanadora en Posición 2.	34
FIGURA 35.A: Esquema en planta carga aplanadora en Posición 3.	34
FIGURA 35.B: Perspectiva carga aplanadora en Posición 3.	35
FIGURA 36.A: Diagrama de momentos cordón inferior.	36
FIGURA 36.B: Esfuerzos de corte cordón inferior.	36
FIGURA 37.A: Diagrama de momentos cordón superior.	37
FIGURA 37.B: Esfuerzos de corte cordón superior.	38
FIGURA 38.A: Diagrama de momentos montante extremo.	39
FIGURA 38.B: Esfuerzos de corte montante extremo.	39
FIGURA 40.A: Diagrama de momento viga variable.	42
FIGURA 40.B: Esfuerzos de corte viga variable.	43
FIGURA 41.A: Diagrama de momento viga longitudinal.	44
FIGURA 41.B: Esfuerzos de corte viga longitudinal.	44
FIGURA 42: Diagrama axil cordón inferior.	46
FIGURA 43: Diagrama axil cordón superior.	46
FIGURA 44: Diagrama axil montante interior.	47
FIGURA 45: Diagrama axil montante extremo.	47
FIGURA 46: Diagrama axil diagonal externa.	48
FIGURA 47: Montante con planchuelas adicionales.	49
FIGURA 48.A: Vista en corte diagonal interna.	51
FIGURA 48.B: Vista en perspectiva diagonal interna.	51
FIGURA 49: Ubicación en el puente de elementos modificados.	52
FIGURA 50: Diagrama flector viga longitudinal.	52
FIGURA 51: Diagrama flector viga transversal.	53
FIGURA 52.A: Ubicación del bulón en la estructura.	56
FIGURA 52.B: Roblón recubierto.	56
FIGURA 53: Esfuerzos en el nudo.	57
FIGURA 54: Tornillos a reemplazar.	57

FIGURA 55: Sandblasting o arenado	59
FIGURA 56.A: Corte A-A muro de contención.	62
FIGURA 56.B: Planta muro de contención.	62
FIGURA 57: Empujes activo y pasivo.	63
FIGURA 58: Cargas actuantes Estado 1.	64
FIGURA 59: Cargas resultantes Estado 1.	66
FIGURA 60: Cargas actuantes Estado 2	66
FIGURA 61: Cargas resultantes Estado 2.	67
FIGURA 62: Cargas resultantes Estado 3.	68
FIGURA 63: Cargas resultantes Estado 4.	69
FIGURA 64: Momento en muro.	71
FIGURA 65: Corte en $h/2$ del muro.	72
FIGURA 66: Momento en solera.	73
FIGURA 67: Corte en $h/2$ de la solera.	74
FIGURA 68: Cargas muro lateral.	76
FIGURA 69: Muro lateral, punto A de giro.	77
FIGURA 70: Cargas resultantes Muro lateral.	78
FIGURA 71: Momento en muro lateral.	80
FIGURA 72: Corte en $h/2$ del muro lateral.	81
FIGURA 73: Momento de la solera de muro lateral.	82
FIGURA 74: Esquema de alcantarilla tipo A2-DPV.	85

INDICE TABLAS

TABLA 1: Cargas permanentes.	23
TABLA 2: Categoría de puentes según el reglamento de DVN	23
TABLA 3: Esfuerzos en cordón inferior.	35
TABLA 4: Esfuerzos en cordón superior.	37
TABLA 5: Esfuerzos en montante extremo.	38
TABLA 6: Esfuerzos en montante medio.	40
TABLA 7: Esfuerzos en diagonal extrema.	40
TABLA 8: Esfuerzos en viga variable.	42
TABLA 9: Esfuerzos en viga longitudinal.	43
TABLA 10: Verificación a pandeo de elementos.	48
TABLA 11: Pesos propios por longitud total.	65
TABLA 12: Cálculo de momentos Estado 1.	65
TABLA 13: Cálculo de momentos Estado 2.	67
TABLA 15: Cálculo de momentos muro lateral.	78
TABLA 16: Datos de la alcantarilla.	86
TABLA 17: Discriminación de impactos.	91
TABLA 18: Resultados Matriz N°1. Etapa de construcción. Medio Biofísico. (Parte A).	92
TABLA 19: Resultados Matriz N°1. Etapa de construcción. Medio Socioeconómico. (Parte B).	93
TABLA 20: Resumen resultados Matriz N°1. Etapa de construcción.	93
TABLA 21: Resultados Matriz N°1. Etapa de operación. Medio Biofísico. (Parte C).	94
TABLA 22: Resultados Matriz N°1. Etapa de operación. Medio Socioeconómico. (Parte D).	95
TABLA 23: Resumen resultados Matriz N°1. Etapa de operación.	95
TABLA 24: Resultados Matriz N°2. Etapa de construcción. Medio Biofísico. (Parte A).	96
TABLA 25: Resultados Matriz N°2. Etapa de construcción. Medio Socioeconómico. (Parte B).	97
TABLA 26: Resumen resultados Matriz N°2. Etapa de construcción.	97
TABLA 27: Resultados Matriz N°2. Etapa de operación. Medio Biofísico. (Parte C).	98
TABLA 28: Resultados Matriz N°2. Etapa de operación. Medio Socioeconómico. (Parte D).	99
TABLA 29: Resumen resultados Matriz N°2. Etapa de operación.	99
TABLA 30: Comparativa entre ambas obras de arte.	110

INDICE GRAFICOS

GRÁFICO 1: Porcentajes Matriz N°1. Etapa de Construcción.	94
GRÁFICO 2: Porcentajes Matriz N°1. Etapa de Operación.	96
GRÁFICO 3: Porcentajes Matriz N°2. Etapa de Construcción.	98
GRÁFICO 4: Porcentajes Matriz N°2. Etapa de Operación.	100

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 CONCEPTO

Se denomina PUENTE a una obra destinada a la transposición de obstáculos que impiden la continuidad de una vía. Estos obstáculos pueden ser ríos, brazos de mar, lagos, depresiones del terreno, estrechos, desfiladeros, valles u otras vías. Figura 1. El poder cruzar estos tipos de obstáculos ha jugado siempre un papel muy importante en la historia de los asentamientos humanos.

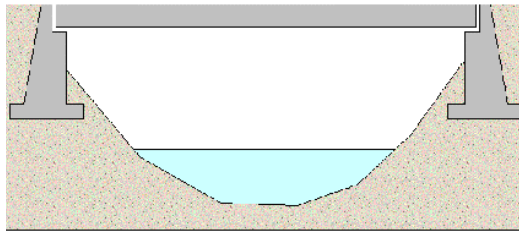


Figura 1: Esquema de puente.

Un puente, es mucho más que un elemento de unión, tiene además la función de resistir las cargas que transitan sobre él, de resistir el embate de las aguas de los ríos, manteniéndose erguido a pesar de la socavación que se genera en sus bases. Debe enfrentar el viento que se genera en las grandes quebradas, las heladas y el peso de la nieve en las grandes alturas, los movimientos de la tierra en los sismos y finalmente los embates de la naturaleza y el desgaste que se acumula sobre si, con el paso del tiempo¹.

1.2 COMPOSICIÓN

Definiremos a continuación las partes constitutivas de un puente, con la terminología habitual en nuestro país. Esta descripción es aplicable en términos generales, a cualquier tipo de puente, en forma absolutamente independiente de si se trata de un puente metálico o de hormigón, o si es un puente de luces moderadas o grandes. Figura 2a y 2b.

La obra civil de un puente puede dividirse básicamente en:

- Puente propiamente dicho
- Accesos

Los accesos pueden ser terraplenes o constituir en sí otras estructuras de puentes; en este sentido, se reserva la palabra "viaducto" cuando se quiere referir a los puentes largos, que presentan gran cantidad de vanos y altura constante. Dentro del puente propiamente dicho se distinguen 4 partes:

- Superestructura
- Infraestructura
- Apoyos
- Obras complementarias

¹ Curso de Diseño Estructural de Puentes, 2002, <http://www.construaprende.com/pdfx/curso-de-diseno-estructural-de-puentes-4.pdf>.

1.2.1 Superestructura

Está constituida por todos los elementos estructurales o constructivos, que forman parte de la obra que permite el tránsito sobre la misma para salvar el obstáculo. Este conjunto se denomina "tablero" y en él se identifican los siguientes elementos y materiales:

- Losa de tablero: estructura que soporta en forma directa las cargas del tránsito y la carpeta de rodamiento, transmitiéndolas a las vigas de tablero (en los puentes viga) o directamente a los pilares y estribos (en los puentes losa y alcantarillas).
- Vigas longitudinales o principales: son los elementos de mayor relevancia portante en la superestructura de los puentes viga (no existen en los puentes y alcantarillas tipo losa). Transmiten las cargas del tablero a los apoyos.
- Vigas transversales o de arriostamiento: unen transversalmente a las vigas principales, distribuyendo las cargas y dándole rigidez al conjunto.
- Calzada: es la zona de tránsito vehicular.
- Capa o Carpeta de Rodamiento o de Desgaste: se agrega a la losa de calzada para protegerla del desgaste producido por el tránsito y para protegerla de la infiltración de agua y otros líquidos.
- Juntas: permiten la dilatación de la estructura.
- Barandas o defensas: protegen el tránsito peatonal y/o vehicular de desvíos y caídas.

1.2.2 Infraestructura

Está formada por todas las estructuras que dan apoyo a la superestructura, transmitiendo las cargas al suelo. Dentro de la infraestructura consideraremos incluidas a las fundaciones. Los apoyos intermedios se denominan "pilas", en tanto que los extremos se denominan "estribos" y sirven como identificación con los terraplenes de acceso.

- Estribos: pueden ser cerrados (actúan además como contención frontal del terraplén) o abiertos (dejan caer el terraplén con su talud natural; requieren protección de taludes)
- Fundaciones: Ubicadas bajo pilas y estribos, reciben las fuerzas que actúan en ellos y las distribuyen en el suelo para que las soporte. De acuerdo con las características físico-mecánicas de los suelos en el lugar de emplazamiento, pueden ser directas o indirectas

1.2.3 Apoyos

Existen elementos intermedios entre la superestructura y la infraestructura, llamados Dispositivos de Apoyo, a través de los cuales se transmiten las acciones de una a la otra.

1.2.4 Obras complementarias

Estos trabajos se ejecutan con el objeto de mejorar las condiciones de operación de la estructura; ellos son:

- Losa de aproximación: vincula la losa de calzada (rígida) con el suelo (flexible).

- Veredas: posibilitan el tránsito peatonal.
- Guardarruedas: Cordón que delimita los extremos de la calzada y protege y guía al tránsito vehicular. A diferencia de las veredas, su ancho de 0,50m, no permite el tránsito peatonal.
- Desagües: aseguran el escurrimiento de las aguas pluviales. La ubicación de los desagües se realiza en el tablero y los extremos.
- Protecciones:
 - contra erosión de taludes, márgenes y cauce.
 - contra impacto de embarcaciones: témpanos, rodados.
- Señalización
 - horizontal
 - vertical
 - luminosa (caminera, balizamiento fluvial, balizamiento aéreo)
- Limpieza de cauce
- Iluminación
- Forestación

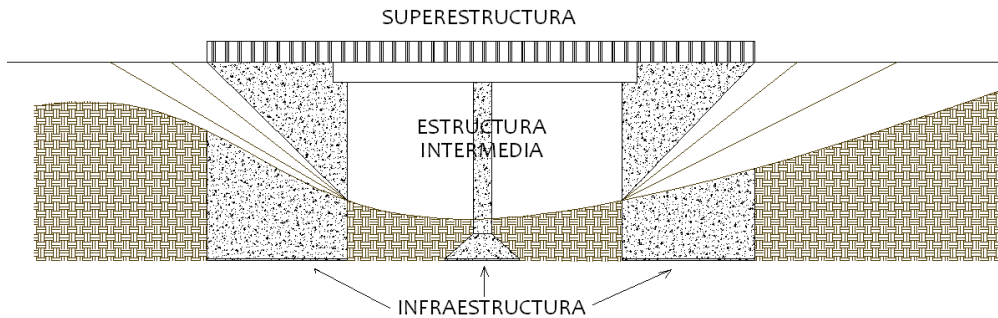


Figura 2.a: Partes principales de un puente.

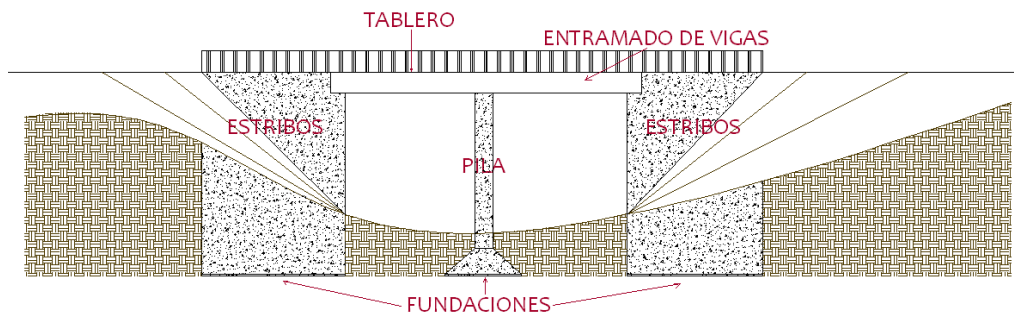


Figura 2.b: Elementos de un puente.

1.3 CLASIFICACIÓN

A través de la historia, los puentes en sus variados tipos y formas, han evolucionado sustancialmente dependiendo fundamentalmente de dos aspectos: conocimiento que tiene el hombre de las características de los materiales y del comportamiento de estos desde el punto de vista de la resistencia a los diferentes esfuerzos que son sometidos.

El primero ha motivado el desarrollo de nuevos tipos, desde los inicios cuando los materiales utilizados eran la madera y la piedra, luego cuando apareció el acero como material para la construcción que más tarde se combinaría con el hormigón para formar el hormigón armado, gran salto este en la evolución de los materiales no solo para la construcción de puentes sino también para todo tipo obras de la rama de la construcción. Después al aparecer los aceros de un alto límite elástico se dio paso al hormigón pretensado, importantísimo avance en la búsqueda de salvar grandes luces sin la necesidad de colocar pilas intermedias. Referente al segundo aspecto, acerca del conocimiento del comportamiento de los materiales desde el punto de vista de la resistencia a los diferentes esfuerzos, a permitido la reducción en las secciones de los elementos componentes del puente y además usar los criterios técnicos provenientes de los resultados obtenidos de diversos análisis para llegar a conformar así, nuevos tipos con una adaptación mejor del puente como conjunto a la función estructural encomendada.

A continuación, se realizará una clasificación según diferentes aspectos:

1.3.1 Según la finalidad

→ Puentes carreteros

Permiten la circulación de vehículos, y salvan distintos obstáculos como ríos, bañados y otras vías de comunicación en ciudades.

→ Puentes ferroviarios

Permiten la circulación de trenes, como los anteriores salvan obstáculos diversos como ríos, acantilados y depresiones.

→ Puentes peatonales, comúnmente denominados pasarelas

Son utilizados para poder realizar el cruce caminando de avenidas de altas velocidades, rutas de gran densidad de tráfico o autopistas.

→ Puente para soporte de tuberías

Se utilizan para el pasaje y soporte de cañerías que transportan diferentes fluidos.

→ Puentes canales (soportan vías navegables)

Es conducto artificial que sirve para llevar agua de un lugar a otro, abasteciendo a una población.

→ Puentes para pistas de aeropuertos

Puentes construidos para que permitan operaciones de aterrizaje y despegue de aviones en los aeropuertos.

1.3.2 Según el material

→ Puentes de madera

La madera es un material que utilizó el hombre para hacer sus primeras construcciones; un tronco de árbol sobre un río fue seguramente el primer puente artificial. Éstos puentes son fáciles y rápidos de construir y siempre más económicos, comparados con los de piedra, por ejemplo.

Los puentes de madera han planteado siempre el problema de la durabilidad por lo cual se les han dado el carácter de previsual.

Hoy en día se siguen construyendo pasarelas de madera, aunque solamente en casos excepcionales, porque resultan más costosas que las metálicas o las de hormigón.

→ Puentes de piedra o mampostería

Los puentes de piedra fueron muy desarrollados por los romanos. Son muy resistentes, compactos y duraderos, aunque en la actualidad su construcción es muy costosa.

Los cuidados necesarios para su mantenimiento son escasos, ya que resisten muy bien los agentes climáticos. Desde que el hombre consiguió dominar la técnica del arco, este tipo de puentes dominó durante siglos. Sólo la revolución industrial con las nacientes técnicas de construcción con hierro pudo amortiguar este dominio.

→ Puentes de hormigón armado

Los puentes de hormigón armado son resistentes, permiten superar luces mayores que los puentes de piedra, aunque menores que los de hierro. Tienen gastos de mantenimiento muy escasos, ya que son muy resistentes a la acción de los agentes atmosféricos.

Se imponen diferentes soluciones para este tipo de material:

De viga: Es la primera y más sencilla solución que inventa el hombre para salvar una distancia. En la antigüedad, antes de conocer el hormigón armado, hubo que descartarlos ya que la madera por flexión no permitía cubrir grandes distancias.

De arco:

- Sobre tablero. El arco soporta el peso del tablero del que está colgado.
- Bajo tablero. El tablero está encima del arco que es quien soporta el peso del puente.

Colgante: El tablero cuelga de grandes pilares. Aquí no hay arcos.

→ Puentes de hormigón pretensado

Se denomina hormigón pretensado a la tecnología de construcción de elementos estructurales de hormigón sometidos intencionadamente a esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Dichos esfuerzos se consiguen mediante barras, alambres o cables de alambres de acero que son tensados y anclados al hormigón. Esta técnica se emplea para superar la debilidad natural del hormigón frente a esfuerzos de tracción.

El hormigón pretensado es el material predominante en puentes de vigas, en puentes construidos "in situ" de largos tramos entre pilas, o construidos por métodos especiales como voladizos, empuje, etc.

→ Puentes metálicos

Los puentes metálicos son estructuras imponentes que se construyen con rapidez. El empleo del hierro significó una transformación radical en la construcción en general, y en los puentes en particular; sus posibilidades eran mucho mayores que las de los materiales conocidos hasta entonces, y por ello se produjo un desarrollo muy rápido de las estructuras metálicas, que pronto superaron en dimensiones a todas las construidas anteriormente.

Hoy en día sigue siendo el material de las grandes obras, y en especial de los grandes puentes, si bien el hierro que se utiliza ahora no es el mismo que se utilizó en los orígenes, porque el material también ha evolucionado significativamente;

El rápido desarrollo a principios del s. XIX de los puentes metálicos se debió básicamente a dos causas fundamentales: En primer lugar, el nuevo material tenía muchas más posibilidades que los anteriores, porque su capacidad resistente era mucho más alta; y en segundo lugar, se empezó a conocer con cierto rigor el comportamiento resistente de las estructuras, lo que permitió a la hora de proyectar un puente, dimensionar sus distintos

elementos cuantificando su grado de seguridad, y con ello ajustar al máximo sus dimensiones.

→ Puentes mixtos

Un puente mixto, en términos de ingeniería civil, es un puente formado por acero y hormigón sin mezclarse como se da en el hormigón armado y en el pretensado.

Debido a las propiedades de cada uno de los dos elementos que componen este tipo de puentes, se puede sacar el mejor provecho de cada uno de ellos. Así, mientras el hormigón resiste la compresión, las barras de acero resisten la tracción.

Una de las principales ventajas de los puentes mixtos, y por ello sustituyen a los puentes pretensados, incluso en luces pequeñas, es que su construcción se puede hacer igual que la de un puente metálico con las ventajas que esto representa por su mayor ligereza: una vez montado el cajón metálico sólo queda hacer el tablero de hormigón (in situ o prefabricado).

1.3.3 Según el tiempo de utilización

→ Puentes permanentes

En los puentes permanentes el límite de tiempo está dado por el correspondiente a la vida útil de los mismos.

→ Puentes provisorios

Los puentes provisorios son construidos por un periodo de tiempo relativamente corto. Uno de los materiales más empleados es la madera, aunque en los últimos años ha aumentado el empleo de puentes provisorios con superestructura en vigas reticuladas de acero. Estos son más costosos que los de madera, pero pueden ser desmontados y usados muchas veces.

1.3.4 Según el estado de movilidad

→ Puentes fijos

Aparecen anclados de forma permanente en las pilas.

→ Puentes móviles

Pueden desplazarse en parte, para dar paso a embarcaciones.

1.3.5 Según el tipo estructural

→ Puente losa

La estructura de éste tipo de puente, consiste en una plancha de hormigón reforzado o pre-esforzado, madera o metal, y sirve de tablero al mismo tiempo.

Los puentes del tipo losa sólo alcanzan a salvar luces pequeñas, generalmente hasta 10mts., esto se debe a que el costo se incrementa para luces mayores y por el peso propio de la misma estructura.

→ Puente en viga.

Pueden ser vigas simplemente apoyadas o continuas, de alma llena o reticulada.

Los puentes de vigas utilizan como elemento estructural vigas paralelas a la carretera, que soportan esfuerzos de componente vertical y transmiten las cargas recibidas a las pilas y estribos del puente.

Sobre las vigas se dispone una losa de hormigón reforzado que sirve de base a la calzada. Las vigas más simples están formadas por perfiles de acero o secciones rectangulares de hormigón reforzado.

→ Puente en ménsula

Es un puente en el cual una o más vigas principales trabajan como ménsula. Normalmente, las grandes estructuras se construyen por la técnica de volados sucesivos, mediante mensuras consecutivas que se proyecta en el espacio a partir de la ménsula previa. Los pequeños puentes peatonales pueden construir con vigas simples, pero los puentes de mayor importancia se construyen con grandes estructuras reticuladas de acero o vigas tipo cajón

→ Puentes en arco

Es un puente con apoyos a los extremos del vano, entre los cuales se halla una estructura con forma de arco, por donde se transmiten las cargas. El tablero puede estar apoyado o colgado de esta estructura principal, dando origen a distintos tipos de puentes.

Los puentes en arco trabajan transfiriendo el peso propio del puente y las sobrecargas de uso hacia los apoyos mediante la compresión del arco, donde se transforma en un empuje horizontal y una carga vertical. Normalmente la esbeltez del arco (relación entre la flecha máxima y la luz) es alta, haciendo que los esfuerzos horizontales sean mucho mayores que los verticales. Por este motivo son adecuados en sitios capaces de proporcionar una buena resistencia al empuje horizontal.

→ Puentes colgantes

Es un puente sostenido por un arco invertido formado por numerosos cables de acero, del que se suspende el tablero del puente mediante tirantes verticales. Desde la antigüedad este tipo de puentes han sido utilizados por la humanidad para salvar obstáculos. A través de los siglos con la introducción y mejora de distintos materiales de construcción este tipo de puentes son capaces en la actualidad de soportar el tráfico rodado e incluso líneas del ferrocarril ligeras.

→ Puentes atirantados

Es aquel cuyo tablero está suspendido de uno o varios pilones centrales mediante obenques. Se distingue de los puentes colgantes porque en estos los cables principales se disponen de pila a pila, sosteniendo el tablero mediante cables secundarios verticales, y porque los puentes colgantes trabajan principalmente a tracción, y los atirantados tienen partes a tracción y otras a compresión.

1.4 HISTORIA

La construcción de puentes aparece como una de las actividades más antiguas del hombre. Tiene su origen en la misma prehistoria y es parte de la historia de la Ingeniería Estructural.

Desde tiempos remotos, los puentes han sido el testimonio más visible del pensamiento de los ingenieros de cada época. En términos prácticos el puente ha sido el nexo comunicativo más elemental del hombre en su conquista de la naturaleza.

Estudiar la historia de los puentes, significa adentrarnos en el estudio del propio hombre, de su idiosincrasia en cada época, y de lo que los ingenieros han diseñado y han aportado a la historia de la humanidad, realizando esas grandes obras que hoy admiramos.

Como se dijo, el origen de estas estructuras es tan antiguo como la civilización misma y la necesidad del hombre de salvar accidentes naturales para construir rutas por las que desplazarse. En un primer momento los puentes eran construidos con piedras y maderas, lo que hacía que cumplieran su finalidad, pero sin alcanzar grandes propósitos, ya que esta forma de construirlos impedía que soportasen grandes cargas, y por norma general, acababan destruidos, bien por la acción del hombre o bien por la fuerza de la naturaleza.

No fue hasta la llegada de los romanos cuando la construcción de puentes sufrió su primer gran avance en términos de construcción: el arco. Los puentes de arco, construidos con piedras y cemento, permitían soportar grandes cargas al tiempo que resistían las inclemencias meteorológicas sin más inconveniente. Tanto es así que no son pocos los puentes romanos que se siguen utilizando en nuestros días y que forman parte de la red de carreteras, como el Puente de Alcántara. Por desgracia la caída del Imperio tuvo graves consecuencias: la mayor parte de las estructuras se vieron más como un punto débil en términos de defensa estratégica que como una ventaja, por lo que fueron destruidas. No obstante, el parate tecnológico que hubo en este aspecto fue tal que la técnica constructiva (piedras, madera y arco) apenas varió desde los romanos hasta el imperio napoleónico.

Años después, se comenzaron a construir puentes de ladrillo y cemento. Parece increíble, pero aunque el cemento ya fue utilizado por los romanos, su uso vuelve a ser un descubrimiento en las técnicas constructivas: esta tecnología se había perdido con el paso del tiempo y nadie había vuelto a usarla.

Tuvimos que esperar hasta el siglo XVIII para volver a ver nuevos avances en estas construcciones. Hans Ulrich, Johannes Grubenmann, y otros comenzaron a desarrollar las vigas, facilitando la construcción de puentes robustos.

Afortunadamente, no hubo que esperar otros seiscientos años para seguir innovando, y durante el siglo XIX llegaron grandes avances en la construcción de puentes. En primer lugar, el hierro, que pese a no dar buenos resultados debido a su escasa fuerza elástica para soportar grandes cargas, abrió el camino hacia algo innovador y definitivo: el acero. Comenzó así una revolución constructiva que llenó nuestra orografía de puentes metálicos, sobre todo a raíz del desarrollo de la tecnología creada por Gustave Eiffel, que permitió crear puentes en sitios inauditos y poder crear nuevas vías de comunicación en sitios impensables.

1.5 TRANSITO Y TRANSPORTE

A lo largo de todo el siglo XIX y primeras décadas del XX los puentes metálicos y los de albañilería serían de uso común en el ferrocarril. Si bien no se dispone de estadísticas precisas de cuáles eran los más habituales, la memoria visual apela a una mayor presencia de puentes metálicos.

Estos puentes son especialmente atractivos desde el punto de vista técnico e histórico y, como ha quedado reflejado, están íntimamente ligados al ferrocarril. La construcción de puentes de éste tipo ha dejado un legado de obras de gran importancia en nuestro país, dentro de las cuales no podemos dejar de mencionar:

- Puente Barraca Peña: Un puente basculante para uso ferroviario que cruza el Riachuelo en la ciudad de Buenos Aires.
- Puente Carmen de Patagones – Viedma: Un puente ferroviario, levadizo a contrapeso hidráulico, único en todo el mundo. Es conocido localmente como Puente Viejo. Une esas dos ciudades (Carmen de Patagones y Viedma) cruzando el Río Negro.
- Puente giratorio de Ensenada: También conocido como puente giratorio de La Plata. Esta obra permitía el acceso ferroviario desde Ensenada, sobre el Canal Oeste, al sector portuario.
- Viaducto La Polvorilla: Es el nombre que recibe el más conocido de los viaductos por los cuales transita el Tren a las Nubes en el ramal C-

14 del Ferrocarril General Belgrano de la red ferroviaria argentina. Ubicado en la provincia de Salta, atraviesa una quebrada ancha y profunda por donde corre un afluente del río San Antonio de los Cobres.

- Puente Pacífico: Es un puente ferroviario de Ciudad de Buenos Aires, emplazado en la intersección de las avenidas Santa Fe y Juan B. Justo, dentro del barrio de Palermo. Por sus vías cruza el Ferrocarril General San Martín.
- Puente Internacional San Roque González de Santa Cruz: Es un puente ferroviario erecto sobre el río Paraná, que comunica a las ciudades de Posadas, en la Argentina, y Encarnación, en el Paraguay.

No queda ninguna duda que, a la vista de la información apuntada, el estudio de los puentes ferroviarios desborda y abarca diferentes ramas del conocimiento. Los diferentes enfoques y análisis podrían resumirse en el estudio del proceso histórico de construcción de los puentes ferroviarios, los diferentes hitos que quedaron marcados en la historia de la tecnología, la interpretación del paisaje ferroviario que pudo ser tan diferente sin los puentes del ferrocarril y el análisis de los materiales y su adaptación a los recursos del territorio.

El presente proyecto se trata de una investigación, cuyo objetivo final debe estar orientado a la puesta en valor de este inmenso legado del patrimonio industrial, que comenzó a fraguarse allá por la mitad del siglo XIX y que hoy en día merece la pena ser conocido, interpretado y difundido.

1.6 UBICACIÓN Y ANTECEDENTES

Rafaela, cabecera del Departamento Castellanos, es una ciudad que se encuentra en el centro-oeste de la Provincia de Santa Fe, a la vera de la Ruta Nacional N° 34. Figura 3. Su ubicación puede considerarse estratégica en cuanto a los puertos del Pacífico, ya que se encuentra sobre la vía comercial en dirección a los mismos.



Figura 3: Ubicación geográfica.

Es la tercera ciudad más poblada de la provincia y la tercera en importancia, detrás de Rosario y Santa Fe. Es conocida como "La Perla del Oeste" debido a las bellezas naturales y culturales. Actualmente, según el último censo del año 2010, posee una población aproximada de 100.000 habitantes².

² Wikipedia, www.wikipedia.org/wiki/Rafaela.

En lo que a historia se refiere, Rafaela fue formada en 1881 por la compañía colonizadora del alemán, Guillermo Lehmann. El nombre fue atribuido por el fundador en honor a Rafaela Rodríguez de Egusquiza, quien fuera la esposa de su amigo y colaborador Félix Egusquiza.

Con la reunificación del Estado Nacional y el fin de la guerra civil, se extendieron las vías férreas. Rafaela pronto se convirtió en un nudo ferroviario, permitiendo acelerar el crecimiento de la población. El 14 de julio de 1885 se crea la comuna y se decreta como ciudad el 26 de enero de 1913 (al alcanzar una población de 8242 habitantes). La ciudad limita al sur con Susana, al norte con Lehmann, al oeste con Presidente Roca y al este con Bella Italia, formando con estas localidades el Aglomerado de Rafaela³.

Lehmann es una Comuna localizada en el Departamento Castellanos, provincia de Santa Fe. Se encuentra a 110 km de la capital provincial y a 15 Km de la ciudad de Rafaela. Si bien no existe Acta fundacional de la localidad, la misma forma parte del Aglomerado de la ciudad de Rafaela por lo que se podría decir que se formó en una fecha cercana a la misma.

A pocos kilómetros del centro de Rafaela, sobre el antiguo “camino central” que une esta ciudad con la localidad de Lehmann, se encuentra el puente carretero en estudio. En la Figura 4 se observa el lugar.⁴



Figura 4: Ubicación Puente de Hierro.

1.7 OBJETIVO

Debido a la relación, tanto industrial como comercial, que vinculan a las localidades de Rafaela y Lehmann es necesario que exista una vía segura y directa para poder recorrer los 15 km. que las separan.

“La Ruta Nacional Nº 34 es una arteria principal de la red troncal nacional, que vincula al noroeste argentino con la zona de puertos de la región centro. Es una vía de transporte de personas y de materias primas (granos, combustibles, etc.), y un nodo de comunicaciones del Mercosur con el corredor bioceánico norte”. (Senado de la Nación. Secretaría Parlamentaria. Dirección General de Publicaciones, PROYECTO DE COMUNICACIÓN (S-1408/12)). Debido

³ www.heraldicaargentina.com.ar/3-SF-Rafaela.htm

⁴ Google Earth. www.google.com/earth

a todos estos factores y al impacto del desmantelamiento del servicio ferroviario argentino que sobrevino en un crecimiento exponencial del parque automotor, integrado tanto por vehículos livianos como por pesados, hacen que la vía en cuestión tenga un alto Tránsito Medio Diario Anual⁵ (TMDA = 6200 en el tramo que une la salida de Rafaela con la intersección de R.P.13) y que el riesgo de tránsito se incremente diariamente, con desenlaces fatales.

El camino más directo para comunicar ambas localidades, y evitar la circulación de los habitantes por la Ruta Nacional N°34, es “El Puente de Hierro” que cruza el arroyo Las Calaveras. Este es un pequeño cauce que escurre con muy baja pendiente y tiene un ancho de muy pocos metros. Su caudal depende principalmente de las lluvias, siendo en periodos de estiaje sensiblemente bajo y en época de lluvias alto y desbordante.

Se utilizó una imagen de Google Earth, Figura 5, para facilitar el entendimiento de lo antes mencionado.

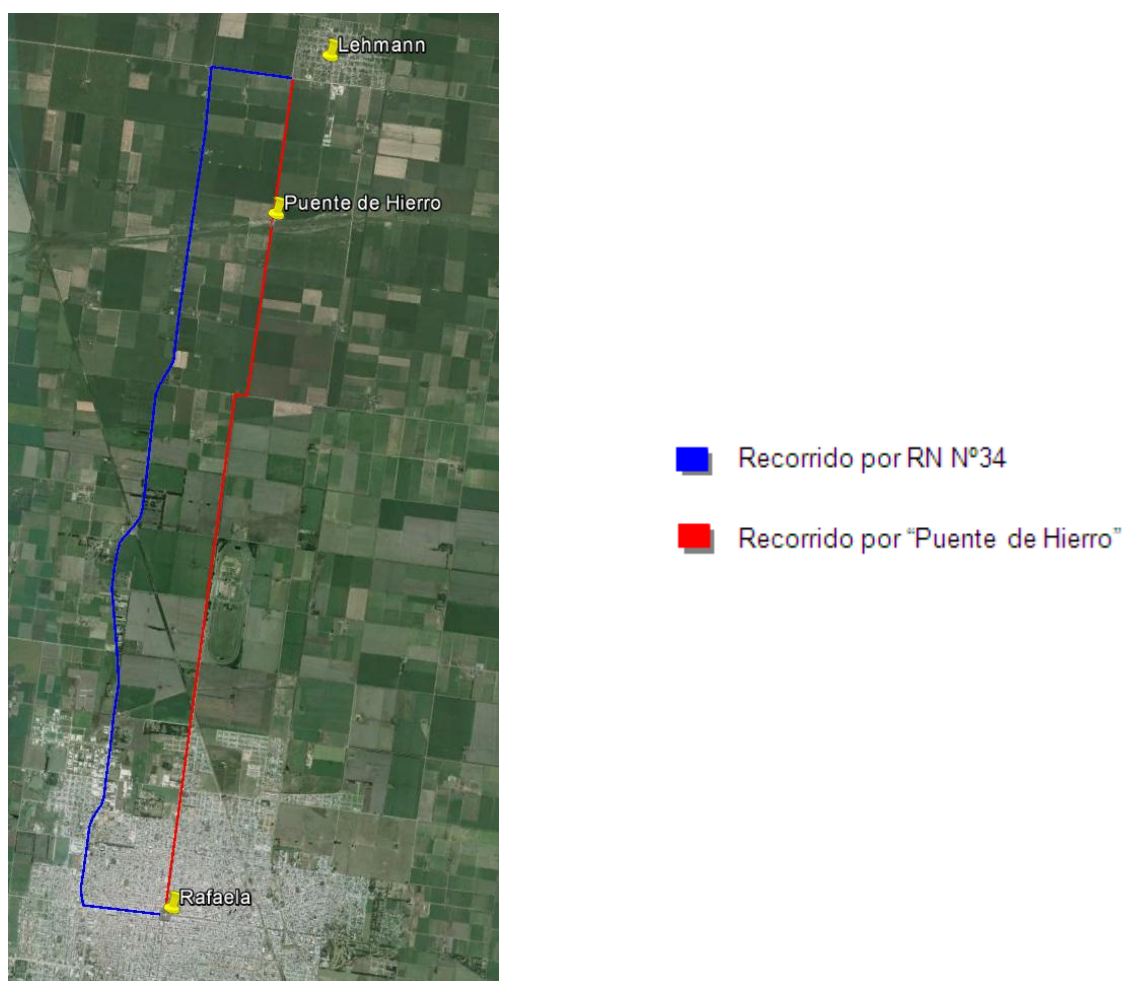


Figura 5: Recorridos posibles entre Rafaela y Lehmann.

No caben dudas, que este puente es desproporcionado para el pequeño arroyo a salvar, teniendo en cuenta la época en que se construyó. Es un puente preparado para el paso de un ferrocarril y tiene una luz de casi 21.3m. Es más, no existe en la región otro puente de estas características para uso carretero. Estos son algunos de los motivos que impulsan a la reconstrucción y recuperación del histórico puente.

Debido a lo expuesto, se plantea el estudio y recuperación del mismo, con el fin de poder reactivar el movimiento vehicular por esta vía.

⁵ Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial. ondat.fra.utn.edu.ar

En el presente trabajo se desarrollará y calculará:

- Superestructura, que comprende la verificación de la estructura existente y el cálculo del tablero.
- Estructura intermedia extrema, que comprende el cálculo de los muros de contención.
- Infraestructura, que comprende el diseño y cálculo de las fundaciones.

Además se realizará una comparativa entre el proyecto de recuperación y un proyecto de un puente nuevo de hormigón armado (Alcantarilla tipo A2 de Dirección Provincial de Vialidad).

CAPITULO 2

ANALISIS DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

2.1 MATERIAL

El material de composición será el principal objeto de estudio del presente capítulo, pues será quien contemple la mayor intervención a la hora de pensar en reconstruir, restablecer, reutilizar.

Se sabe que cuando el óxido de hierro se calienta a altas temperaturas, este se reduce al metal y el material resultante se denomina arrabio.

Los materiales básicos que componen el arrabio son minerales de hierro, coque y caliza. Éste también contiene impurezas, como hierro de carburo (Fe_3C) que hacen el material duro y quebradizo. Es, sin embargo, la materia prima de la que el hierro fundido, hierro forjado y el acero pueden ser producidos.

El hierro forjado es un hierro con un contenido muy bajo de carbono (0,04-0,08%), en contraste con hierro fundido (2,1% a 4%), y tiene fibrosas inclusiones conocidas como escoria hasta el 2% en peso. Es resistente, maleable, dúctil y fácil de soldar. La demanda de hierro forjado alcanzó su punto máximo en la década de 1860 con la adaptación de los buques de guerra acorazados y los ferrocarriles.

Teniendo en cuenta la placa que lleva el puente en cuestión, la fecha de construcción del mismo y el fabricante, se supone que el material con el que se compone el puente es hierro pudelado (hierro forjado).

Además de apoyarnos en los datos concretos para determinar el material de composición, también se cuenta con la apariencia que presenta el mismo en la actualidad. El hierro forjado es un metal de construcción que se logra sin modificar demasiado su composición original. Teniendo en cuenta que la corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno, y que también puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna, se deduce que la casi nula corrosión y oxidación que presenta el puente a pesar de su escaso mantenimiento, corresponde a lo mencionado anteriormente.

Es interesante el artículo “Identificación y caracterización de un acero y una fundición utilizados en la construcción de puentes ferroviarios del siglo pasado” de A. Picasso, R. Romero y A. Cuniberti (Año 2000). Las conclusiones de los autores, luego de estudiar puentes ingleses de 1890, ubicados en Uruguay, indican que se trata de un acero de baja aleación, del tipo hierro pudelado, cuya micro estructura revela claramente el proceso de fabricación mediante la deformación en caliente de láminas superpuestas.

Las “inclusiones no metálicas” se refieren a compuestos de silicato de manganeso y hierro, material que se agregaba habitualmente al hierro para obtener el hierro pudelado.

2.2 SITUACIÓN ORIGINAL

Para poder hablar de la situación actual del puente, es necesario primero mencionar como se encontraba en la época donde formaba parte de una vía de comunicación y la población, tanto de Rafaela como de Lehmann, lo utilizaba.

En la Figura 6 se puede observar que el puente se encontraba en perfectas condiciones y habilitado al tránsito, además denota que a pesar de ser un puente ferroviario, se adaptó al entorno logrando así, convertirlo en carretero para facilitar la comunicación entre ambas localidades.



Figura 6: Puente de hierro habilitado a la circulación.

La superestructura está formada en un 80% por hierro forjado, el tablero está formado por vigas de alma llena de sección variable, arriostradas por planchuelas y sobre ésta descansa un entablado de quebracho. La capa de rodamiento está constituida simplemente por suelo, correctamente apisonado.

En la Figura 7 se puede apreciar la calzada, compuesta por un múltiple entramado de durmientes de quebracho.



Figura 7: Vista estribo norte.

Combinando con el contexto, también se observa que las vigas principales del puente descansan sobre columnas compuestas por cuatro durmientes de quebracho colorado. Los mismos se vinculan entre sí por placas de hierro, unidas con pernos de hierro atornillado. Figura 8.



Figura 8: Columnas de quebracho.

Para evitar que la acción del agua socave el suelo, los estribos se revistieron con una mampostería de ladrillo común de 45 (cuarenta y cinco) centímetros de espesor. Figura 9.



Figura 9: Revestimiento de mampostería.

2.3 DIMENSIONES

Según los datos recopilados y la información antes expuesta⁶, el puente en estudio se trata de una estructura metálica simétrica en ambas direcciones, de eje recto compuesto por un solo tramo de 21.30 m, sobre el arroyo “Las Calaveras”.

El puente tiene un esquema estructural isostático simplemente apoyado, que descarga sobre una estructura intermedia, dispuesta en columnas compuestas por cuatro durmientes de quebracho vinculados entre sí por placas de hierro, unidas con pernos de hierro atornillado.

⁶ Ing. Marco Boidi. 2009. El puente de hierro sobre el arroyo las Calaveras.
www.geotecniaycimientos.com.ar

El tablero está compuesto por diez vigas transversales principales de inercia variable en los extremos. Las mismas se componen de planchuelas de hierro forjado, formando un perfil doble T de una longitud de 5.20m y una altura de 48 cm que varía en los extremos, llegando a 31 cm. La separación entre vigas extremas es de 2.31 m y de 2.64 m para vigas centrales.

Se dispone de dos vigas longitudinales principales, compuestas por dos perfiles tipo C de hierro forjado unidos mediante dos planchuelas roblonadas del mismo material. También cuenta con dos vigas longitudinales de repartición, compuestas por una planchuela de hierro forjado unida mediante cuatro perfiles tipo L del mismo material, formando así un perfil tipo doble T.

La superestructura tiene un ancho total de 6.00 m y está formada por una sola trocha de circulación, sin banquetas ni cordones. El tablero se dispone en un espesor total de 90 cm formado por vigas de quebracho, colocadas en tres capas intercaladas. La capa de rodamiento está compuesta por suelo compactado.

Debido a la falta de información y remontándose a las fundaciones realizadas en la época en que fue gestado el puente, se supone que la madera de quebracho puede estar hincada o bien tratarse de fundación directa.

2.4 SITUACIÓN ACTUAL

Conforme a comentarios de personas allegadas a la zona, el puente en cuestión era visitado por mucha gente que se acercaba para disfrutar de la naturaleza y de la pesca en el arroyo "Las calaveras". Se supone que a causa de una fogata producida por algún visitante, comenzó su deterioro.

Teniendo en cuenta la información obtenida de la publicación realizada el día 11 de noviembre de 2011 en el diario local La Opinión, "El 18 de agosto de 2009, un presunto incendio intencional provocó el derrumbe de la cabecera norte del puente". Figura 10.



Figura 10: Estado del puente post incendio de estribos.

Al derrumbarse parte del puente se hizo imposible la circulación a través de él. Al pasar el tiempo, con la exposición a la intemperie y a los ataques del hombre, el puente dejó de cumplir su función, quedando solamente la estructura metálica sin calzada. En la Figura 11 se

puede observar el esqueleto metálico del puente, que al desaparecer los estribos y columnas descendió unos centímetros con respecto al nivel del camino.



Figura 11: Estado actual del puente.

Para comenzar con el desarrollo de este trabajo, se llegó hasta el lugar y se realizaron tareas de relevamientos, visual y fotográfico. Por cuestiones de precaución, las localidades de Rafaela y Lehmann decidieron levantar el nivel de terreno natural con suelo, logrando imposibilitar el cruce de los vehículos por el puente. Esto hizo difícil llegar hasta el lugar donde se emplaza la obra para poder trabajar.

Contemplando la obra de arte desde el costado oeste, se puede ver claramente que la falta de estribos dejó indefenso a los terraplenes permitiendo que el puente se funda en ellos y forme parte de la naturaleza, quedando fuera de servicio. Figura 12.



Figura 12: Ausencia de estribo norte.

Con la exposición a los fenómenos ambientales se puede notar que parte del puente, precisamente en extremos de las vigas transversales, los elementos de unión, planchuelas y roblones, se encuentran corroídos parcialmente, ver Figura 13. Se supone que el fenómeno antes descrito es consecuencia de la falta de mantenimiento, debido a que en esa zona se encontraba la calzada.



Figura 13: Roblones y Planchuela corroídos.

CAPITULO 3

RECONSTRUCCION DE LA SUPERESTRUCTURA

3.1 ALTERNATIVA DE RECONSTRUCCIÓN

Para la recuperación de este elemento histórico y de gran importancia para las localidades que vincula, se plantea la siguiente resolución:

El puente responderá al mismo esquema estructural antes descrito para la superestructura, la que descargará sobre una estructura intermedia compuesta por muros de contención. (Ver planos en Anexo VI).

La variante incorporada a la superestructura será el ancho de circulación. La misma tendrá un ancho total de 6,00 m, con un ancho libre de 5,00 m. Estará formada por una sola trocha de circulación de 3,00 m de ancho y dos bermas de 0,80 m de ancho. La losa de tablero se ejecutará parcialmente in situ, resultando con una inclinación de 2,00% (gálibo). La carpeta de rodamiento será de asfalto con un espesor constante de 10cm. En los extremos se colocarán cordones de hormigón armado de 20 cm tanto de ancho como de alto. Contará con un espesor total de 25 cm (losa in situ + carpeta de rodamiento + fierro deck) la losa de hormigón contará con juntas de contracción cada 3m.

La estructura intermedia estará compuesta por dos estribos, formados por muros de contención de Hormigón Armado, que se fundarán con pilotes de dimensiones y cantidad según la carga establecida.

Los estribos serán del tipo cerrado y además de absorber el empuje de suelo, recibirá la losa de aproximación. Esta última estará formada por dos losas de 5,00 m de ancho y 6,00 m de longitud.

Los dispositivos de apoyo serán de una mezcla de elastómero a base de neopreno, reforzados internamente con láminas de acero ASTM A-36.

A partir de lo expuesto se desarrollará, en primera instancia el diseño y metodología de construcción del tablero. Luego se realizará el cálculo del mismo, mediante el modelizado en un software. Se utilizará el Reglamento de Vialidad Nacional para la determinación de las cargas y para el desarrollo del cálculo.

Concluido el paso anterior, y conociendo las cargas actuantes se procederá a la verificación de la estructura metálica existente.

Para culminar con el proceso de reconstrucción y recuperación de la superestructura, se planteará un tratamiento superficial a la estructura metálica existente.

3.2 TABLERO

Para la resolución del tablero se utilizará el sistema constructivo Fierro Deck.⁷ Figura 14. Este mismo puede aplicarse básicamente para construir cualquier tipo de losas.

El Sistema Constructivo Fierro Deck se compone de tres elementos:

- Placa Colaborante de acero estructural galvanizado.
- Hormigón.
- Malla de contracción.

⁷ www.fierrodeck.com/fierrodeck.php

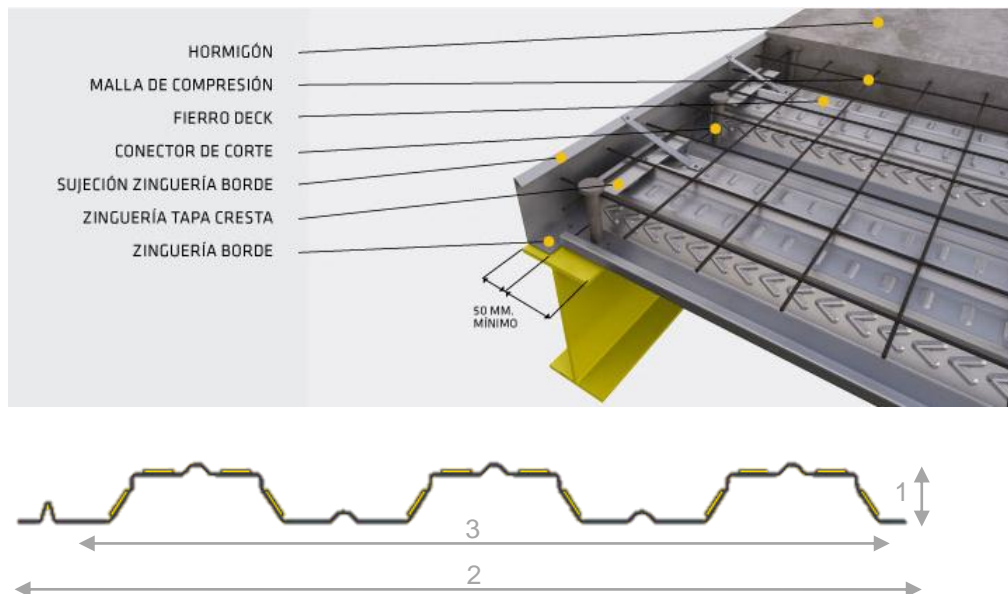


Figura 14: Sistema constructivo.

1. Peralte : 51 mm
2. Ancho total: 983 mm
3. Ancho útil: 945 mm

La placa metálica colaborante, cumple tres funciones:

- Actuar como acero de refuerzo para contrarrestar los esfuerzos de tracción generados en las fibras inferiores de la losa producidas por las cargas de servicio. Las láminas de acero funcionan como un encofrado colaborante, capaces de soportar el hormigón vertido, la armadura metálica y las cargas de ejecución. Posteriormente, las láminas de acero se combinan estructuralmente con el hormigón endurecido y actúan como armadura a tracción, comportándose como un elemento estructural mixto entre el hormigón y el acero.
- Servir de encofrado para recibir el hormigón en estado fresco y las cargas de servicio producidas durante el vaciado del hormigón.
- Actuar como plataforma de trabajo, permitiendo tener una superficie de tránsito libre y segura para poder realizar las labores necesarias sobre la placa colaborante.

El hormigón a utilizarse en la construcción de la losa deberá cumplir con los requisitos establecidos según el Reglamento CIRSOC. Las recomendaciones más relevantes son:

- La resistencia a la compresión de diseño mínima será de 210 MPa. No se tomarán en cuenta los hormigones de resistencias mayores a los 580 MPa.
- Se realizará obligatoriamente el proceso de vibrado a la masa de hormigón para garantizar así la adherencia mecánica entre el acero y el hormigón, logrando de ésta manera, la uniformidad del conjunto.
- El curado del hormigón se efectuará como mínimo hasta 7 días posteriores al vaciado. No se utilizarán aditivos que contengan sales clorhídricas en su composición por que pueden producir efectos corrosivos en la plancha de acero.

La malla de contracción es esencial en una losa estructural para evitar el fisuramiento de la misma, debido a los efectos de temperatura y contracción de fragüe que sufre el hormigón. El recubrimiento mínimo de dicha malla será de 2 cm., quedando sujeto al criterio del diseñador.

El diseño de la malla de temperatura se puede referir a las normas del ACI o a las Normas CIRSOC. El acero diseñado para soportar los momentos negativos, pasará por debajo de la malla de contracción y podrá estar sujeto a ésta.

El planteo estructural del tablero corresponde a una losa derecha que descarga en las vigas transversales de sección variable. La misma será de hormigón sobre placas de Fierro Deck calibre N°22, conectada a la estructura existente mediante conectores de corte⁸. Figura 15. El espesor total (placa + losa in situ) es de 15 cm.

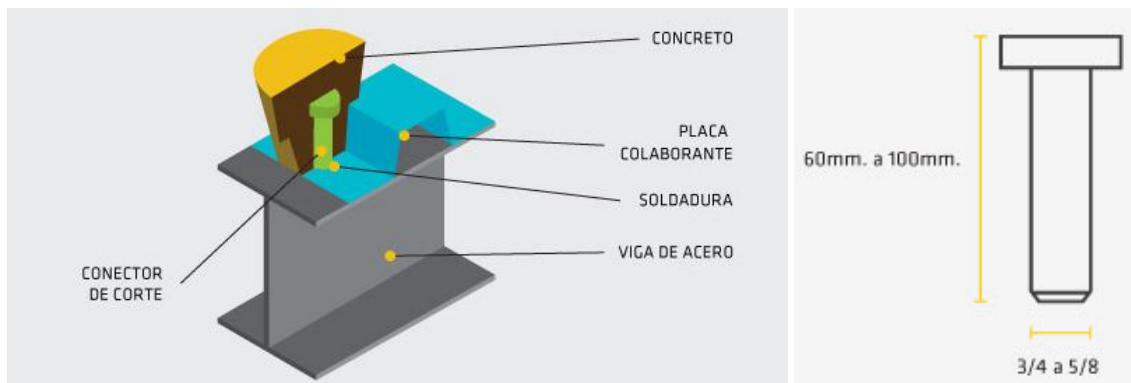


Figura 15: Conector de corte.

La dimensión longitudinal máxima de las placas metálicas es de 14 metros, lo cual obliga a seccionarla en tres elementos. Para continuar con la simetría del puente, la disposición de las placas se diseñó de la siguiente manera. Figuras 16.a y 16.b.

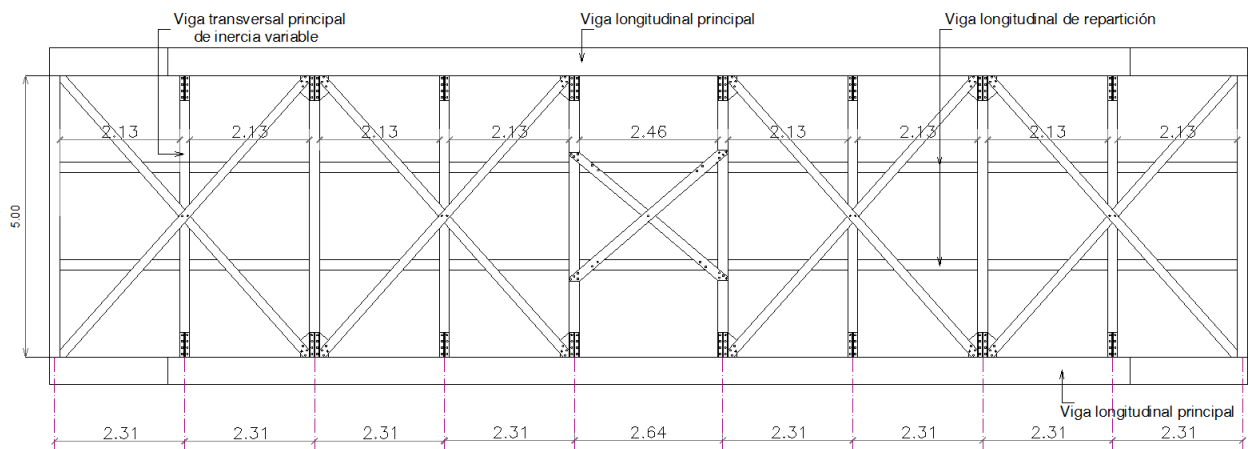


Figura 16.a: Planta estructura metálica tablero.

⁸ www.fierrodeck.com/fierrodeck.php

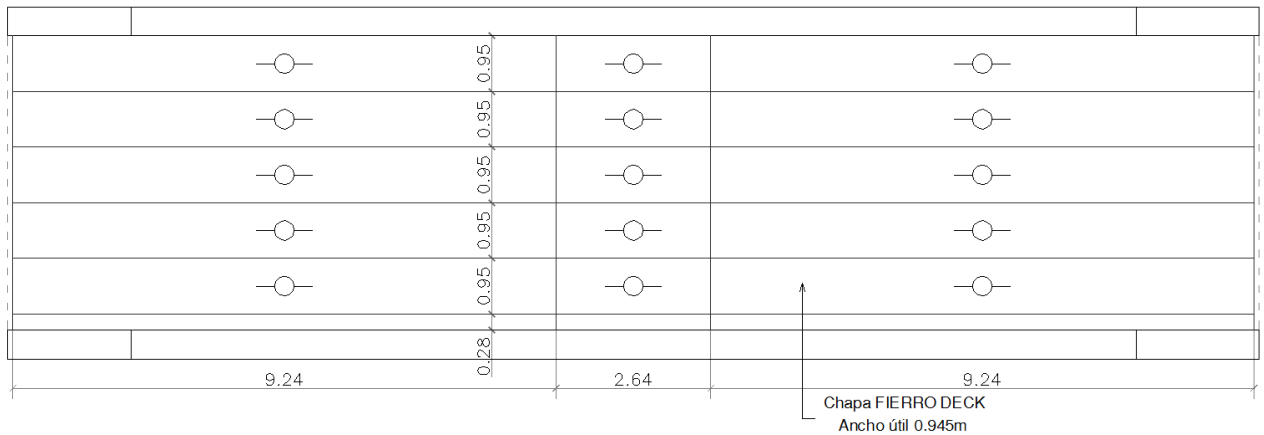


Figura 16.b: Disposición de chapas Fierro Deck.

3.2.1. Análisis de carga del tablero

1. Esquema Estático

- N° Tramos: 1 tramo
- $L1 = 21,3$ m

2. Esquema de Superestructura

- N° Vigas: 10
- Losa: 1 Dirección. Estructura mixta.
- Separación de vigas: 2,31m vigas extremas y 2,64 vigas centrales.
- Ancho de calzada: 5m

3. Esquema de Infraestructura

- Apoyos: Neopreno
- Tipo de Estribos: Cerrado

4. Esquema viga transversal. (Figura 17).

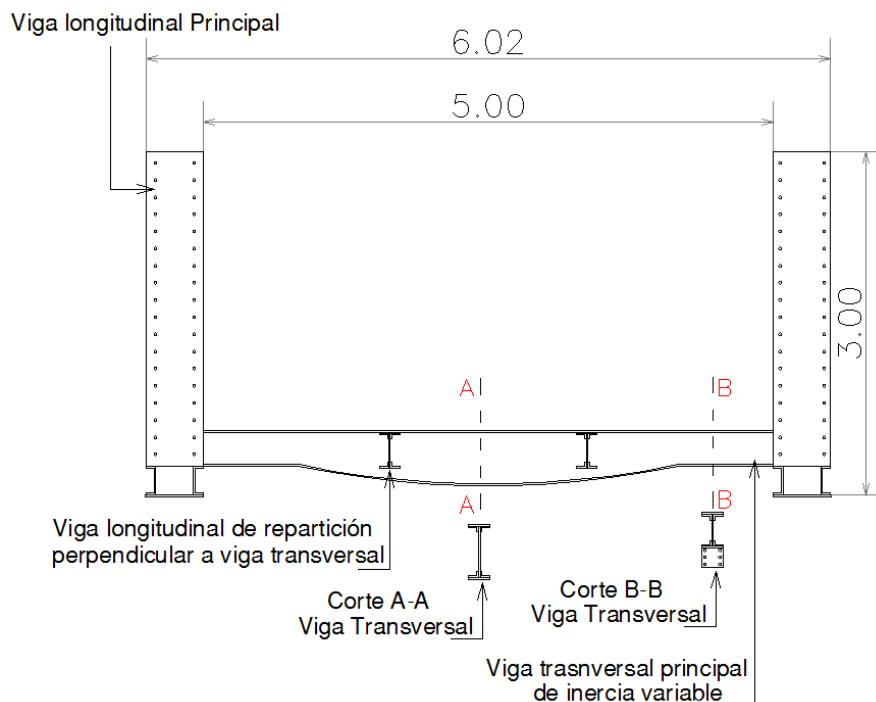


Figura 17: Corte transversal de la estructura.

5. Esquema longitudinal. (Figura 18).



Figura 18: Corte longitudinal de la estructura.

3.2.2. Hipótesis

Se aplica el capítulo A de las “Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado” de la Dirección Nacional de Vialidad.

3.2.3. Carga permanente

En la tabla 1 se pueden apreciar las cargas permanentes presentes en el tablero. El valor del peso propio de la estructura se determinó mediante una planilla de excel en la cual se tuvo en cuenta la sección transversal de cada elemento que la compone en un metro lineal.

Tabla 1: Cargas permanentes.

	Sección [m ²]	Cantidad [u]	Sección Total [m ²]	γ [Kn/m ³]	Total [Kn/m]
g1	-	1	-	78,6	232,7
g2	0,396	9	3,56	25	89
g3	0,264	9	2,376	15	35,64
g4	0,04	2	0,08	25	2
g5				25	1,5
g					360,84

g1: Peso Propio de Estructura metálica

g2: Peso Propio de la losa insitu

g3: Peso Propio de carpeta asfáltica

g4: Peso Propio de cordón

g5: Peso Propio de baranda

g: Carga lineal total

3.2.4. Sobrecarga

Según Dirección Nacional de Vialidad (DNV), el puente en estudio se clasifica dentro de la categoría A-30. Para el cálculo tenemos en cuenta el peso de la aplanadora correspondiente a dicha categoría. Tabla 2.

Tabla 2: Categoría de puentes según el reglamento de DVN

	CATEGORIA DE PUENTES			
	A-30	A-25	A-20	Especial
Aplanadora, peso total (KN)	300	250	200	Carga según el caso
Aplanadora, rodillo delantero (KN)	130	100	80	
Aplanadora, cada rodillo trasero (KN)	85	75	60	
Multitud compacta (KN/m ²)	6	6	5	
Sobrecarga en veredas (KN/m ²)	4	4	4	

Según norma, se considera una aplanadora por cada faja de circulación, considerando a cada faja de un ancho mínimo 3m.

$$\text{Carriles} = \frac{5m}{3m} = 1,67 \text{ Carriles} \approx 1 \text{ aplanadoras} \quad (1)$$

Cuando el ancho de la calzada es superior a dos fajas de circulación, se efectúa una reducción en el peso de las aplanadoras. Para más de cuatro fajas se toma el 85%.

Teniendo en cuenta que se somete al puente a una verificación, la cantidad de carriles se limita a uno. Debido a esto no se considera la reducción en el peso de la aplanadora

Carga aplanadora adoptada:

Rodillo delantero $130 \text{ KN} \times 1 = 130 \text{ KN} (43,33\%)$

Rodillo trasero $85 \text{ KN} \times 2 = 170 \text{ KN} (56,67\%)$

Carga total $300 \text{ KN} (100\%)$

En las zonas libres de aplanadoras de la calzada se coloca una sobrecarga de multitud compacta:

$L_c = 20,3m \rightarrow$ Longitud de la línea de influencia cargada

$p =$ Carga de multitud compacta

$$p = 3,65 + \frac{800000}{L_c^3 + 50L_c^2 + 334000} = 3,65 + \frac{800000}{20,3^3 + 50 \times (20,3)^2 + 334000} \quad (2)$$

$$p = 5,85 \frac{kN}{m^2}$$

3.2.5. Impacto

Para el cálculo de los esfuerzos originados por la sobrecarga móvil o de las tensiones producidas por la misma, la sobrecarga será afectada por un coeficiente de impacto según sea el caso.

Tablero de la calzada: $\varphi = 1,4$

Vigas principales: $\varphi = 1,35 - 0,005 \times l = 1,248$

Dispositivos de apoyos: $\varphi = 1,248$

Estructura intermedia: $\varphi = 1$

(3)

3.2.6. Temperatura, contracción, acortamiento elástico y fluencia lenta del hormigón

Temperatura (ϵ_t)

$\Delta t = 25^\circ$ Según reglamento DNV: T° media de obra $\pm 20^\circ$ a $\pm 30^\circ$

$\alpha t = 10 \times 10^{-6} C^{-1}$ Coeficiente de dilatación longitudinal

$\epsilon_t = \Delta t \times \alpha t = 25 \times 10^{-5}$ Deformación específica por temperatura

Contracción del hormigón (ϵ_r)

$\epsilon_r = 25 \times 10^{-5}$ Según reglamento DNV: para pórticos y sistemas similares

Fluencia lenta del hormigón en la obra definitiva (ϵ_f)

$$\epsilon_f = 24 \times 10^{-5}$$

Deformación específica total (ϵ_{TOT})

$$\epsilon_{TOT} = 74,0 \times 10^{-5} \quad \text{Deformación específica total } \epsilon_{TOT} = \epsilon_t + \epsilon_r + \epsilon_f \quad (4)$$

3.2.7. Viento

Se trata de una acción secundaria que actúa en sentido transversal al eje del puente, aplicada sobre la superestructura.

La acción del viento se considera como una presión horizontal con distintas intensidades y aplicada en distintas superficies según se considere el puente descargado o cargado.

- Puentes vacíos: $P_{VD}=2,50 \text{ KN/m}^2$ (s/ CIRSOC 102 corresponde a $V_o = 162\text{Km/h}$)
- Puentes cargados: $P_{VC}= 1,5 \text{ KN/m}^2$ (s/ CIRSOC 102 corresponde a $V_o = 126\text{km/h}$)

Las superficies expuestas a la acción de viento se determinarán de acuerdo a las dimensiones efectivas del puente en la forma que se indica a continuación:

1) Puentes descargados: En estructuras con vigas de alas llena se tomará la proyección vertical de la viga principal exterior y de la parte del tablero que sobresalga.

2) Puentes cargados: Se sumará a las superficies calculadas de acuerdo a 1), la proyección vertical de la sobrecarga que sobresalga del tablero.

La superficie correspondiente a la sobrecarga móvil se considerará como una faja continua de 2m de altura sobre el nivel de la vereda o guardarruedas cubriendo una sola de las fajas de tránsito, cuando así resulte el más desfavorable. Figura 19. De acuerdo a lo expuesto, se tiene:

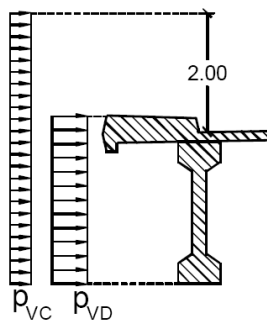


Figura 19: Esquema de cargas de viento.

Para llevar a cabo el cálculo del puente no se tendrá en cuenta el esfuerzo que produce el viento en la estructura, ya que la misma se conforma de cerchas reticuladas, por lo que se puede considerar que el viento traspasa las cerchas sin producir esfuerzos considerables.

3.2.8. Frenado

Porcentaje de carga vertical, la máxima entre la multitud compacta y aplanadoras sin coeficiente de impacto.

El frenado de vehículos se tomará en cuenta aplicando una fuerza horizontal en el plano del tablero de $1/25$ de la sobrecarga equivalente a la multitud compacta, sin impacto, distribuida sobre todo el largo y ancho de la calzada, debiendo adoptarse como mínimo una fuerza de 0.15 veces el peso de una aplanadora por cada faja de circulación.

$L = 20,3 \text{ m}$ Longitud del tramo cargado
 $A = 5 \text{ m}$ Ancho para determinar la multitud de compacta
 $p = 5,85 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$ Sobrecarga multitud de compacta

$$H_f = \frac{5,85 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5 \text{ m} \times 20,3 \text{ m}}{25} = 23,75 \text{ KN} \quad (5)$$

$$H_f = 0,15 \times 255 \text{ KN} \times 1 = 38,25 \text{ KN}$$

Adoptamos el mayor valor de los anteriores:

$$H_f = 38,25 \text{ KN}$$

3.3 CALCULO DEL TABLERO

El cálculo de los momentos, esfuerzos de corte y esfuerzos normales, así como de las tensiones originadas por los mismos se realizará en general con arreglo a la teoría de la elasticidad, suponiendo que el hormigón es un material homogéneo, isótropo y elástico que obedece la ley de Hooke de proporcionalidad entre tensiones y deformaciones y que las armaduras se deforman solidaria y conjuntamente con el hormigón en razón de la adherencia entre ambos materiales. En particular se supondrá que las secciones sometidas a flexión simple o compuesta permanecen planas después de deformarse.

3.3.1. Especificaciones y dimensiones

Tipo H°	H-30	
Tipo A°	IV	
$L_c=S$	2,64 m	Separación entre ejes de vigas principales
d	0,15 m	Espesor total del tablero
s	0,10 m	Espesor de la capa de rodamiento
t	1,20 m	Ancho rodillo delantero
a_y	1,40 m	$a_y = t+2 s$
a_x	0,30 m	$a_x = 0,10+2 s$
b	2,06 m	$b = a_x + \frac{2}{3}L_c$ Ancho activo
P	238 KN	$P = Rd \varphi$
A	2,88 m ²	$A = a_y \times b$ Superficie de repartición del peso del Rd
p	82,64 $\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$	$p = P/A$
g	3,75 $\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$	$g = d \times \gamma_{H^\circ}$ pesos propio tablero

Las cargas actuantes serán:

$$g^* = 7,73 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \quad g^* = g \times b \quad (6)$$

$$p^* = 170 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \quad p^* = P/a_y \quad (7)$$

3.3.2. Cálculo momento de tramo

Para hallar el momento de tramo, se carga la losa teniendo en cuenta la línea de influencia. Los momentos máximos se producen cuando el eje delantero del rodillo, se encuentra en el

centro de la losa. Se puede considerar o no una carga de muchedumbre a ambos lados del rodillo, por cuanto su influencia es muy pequeña.

En la Figura 20 se puede ver como se aplican las cargas para obtener el mayor momento de tramo.

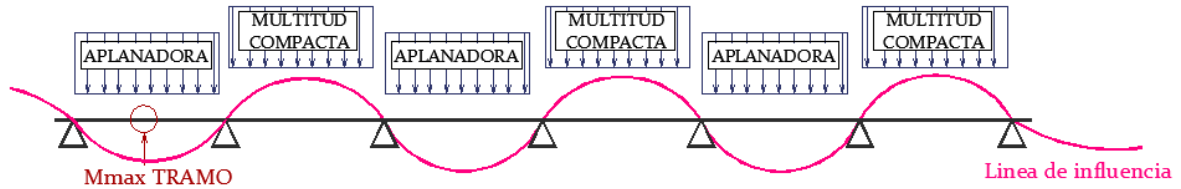


Figura 20: Línea de influencia.

La cantidad total de tramos para evaluar la losa son 9. Las cargas a aplicar corresponden al peso propio (losa de H°A° + carpeta asfáltica) y al peso de la aplanadora. Las mismas se colocan de manera tal de conseguir la sollicitación más desfavorable para el momento de tramo. El ancho activo a evaluar es de 1,98m. En la Figura 21 se muestra una representación de las cargas, la cual se ingresa al software de cálculo para la obtención de los diagramas de esfuerzos.

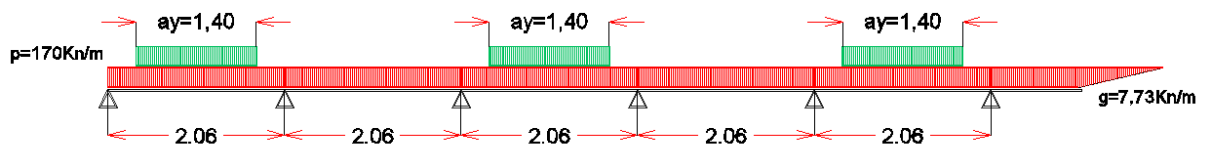


Figura 21: Esquema de cálculo.

Luego de analizar la estructura, se obtienen los siguientes valores y esquemas del Software RAM Advanse⁹. La Figura 22 muestra las cargas a las que está sometido el tablero. Las Figuras 23.a y 23.b hacen referencia al diagrama de momento y al diagrama de esfuerzos de corte.

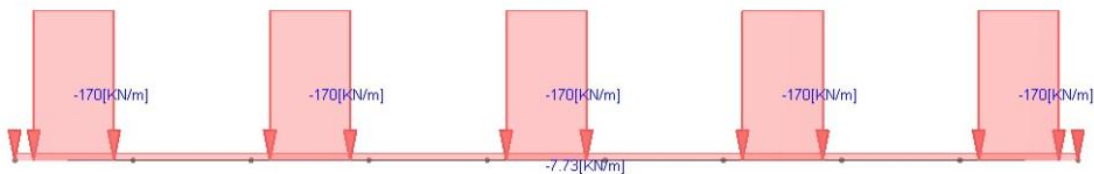


Figura 22: Cargas aplicadas.

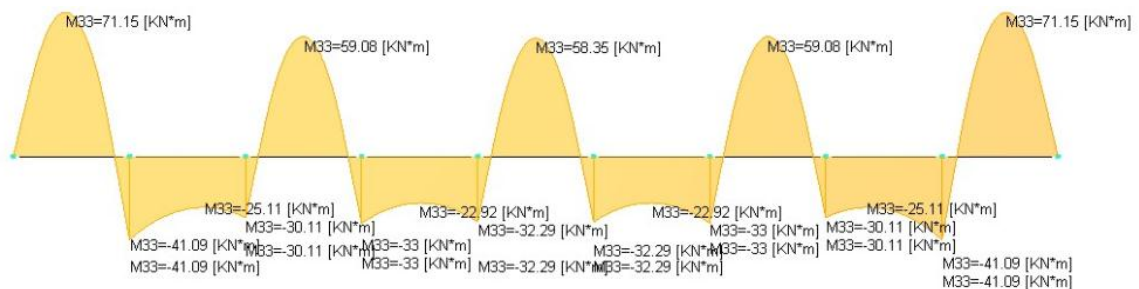


Figura 23.a: Momentos flectores. Tramo.

⁹Bentley, 2009.

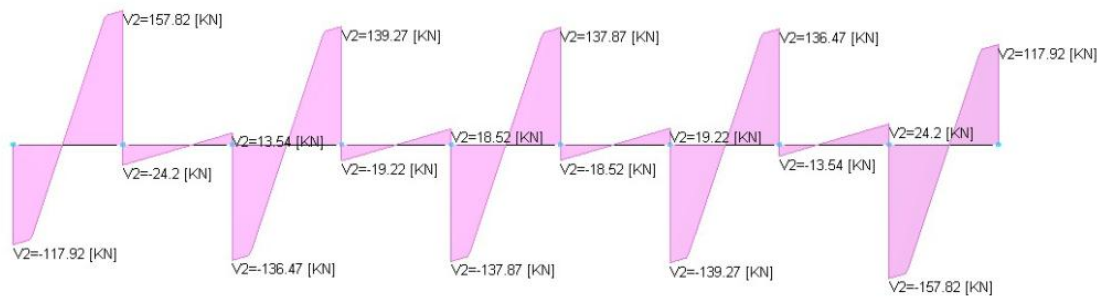


Figura 23.b: Esfuerzos de Corte. Tramo.

3.3.3. Cálculo momento de apoyo

Para hallar el momento de apoyo, se cargó la losa teniendo en cuenta la línea de influencia. Los momentos máximos se producen cuando el eje delantero del rodillo, se encuentra en el centro de la losa y en dos tramos continuos. Se puede considerar o no una carga de muchedumbre a ambos lados del rodillo, por cuanto su influencia es muy pequeña.

En la Figura 24 se puede observar como se aplican las cargas para obtener el mayor momento de apoyo.

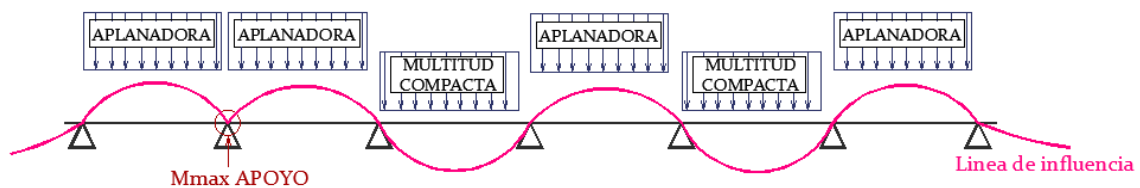


Figura 24: Línea de influencia.

La cantidad total de tramos para evaluar la losa son 9. Las cargas a aplicar corresponden al peso propio (losa de H°A° + carpeta asfáltica) y al peso de la aplanadora. Las mismas se colocan de manera tal de conseguir la sollicitación más desfavorable para el momento de apoyo. El ancho activo a evaluar es de 1,98m. En la Figura 25 se muestra una representación de las cargas, la cual se ingresa al software de cálculo para la obtención de los diagramas de esfuerzos.

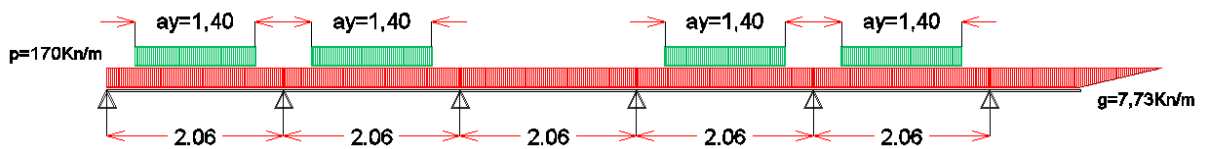


Figura 25: Esquema de cálculo.

Luego de analizar la estructura, se obtienen los siguientes valores y esquemas del Software RAM Advanse. La Figura 26 corresponde a las cargas que han sido aplicadas. Las Figuras 27.a y 27.b corresponden al diagrama de momentos y de esfuerzos de corte, respectivamente.

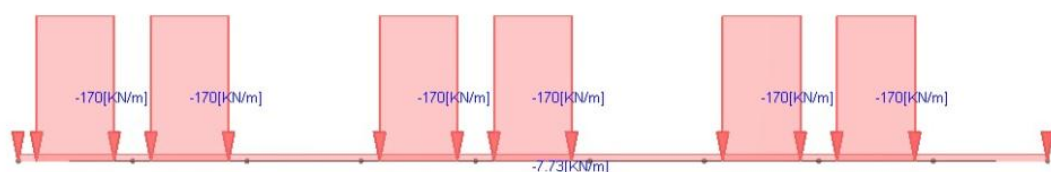


Figura 26: Cargas aplicadas.

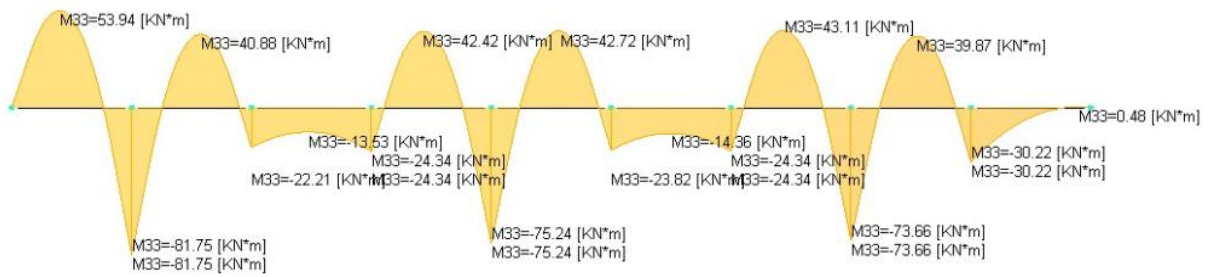


Figura 27.a: Momentos flectores. Apoyos.

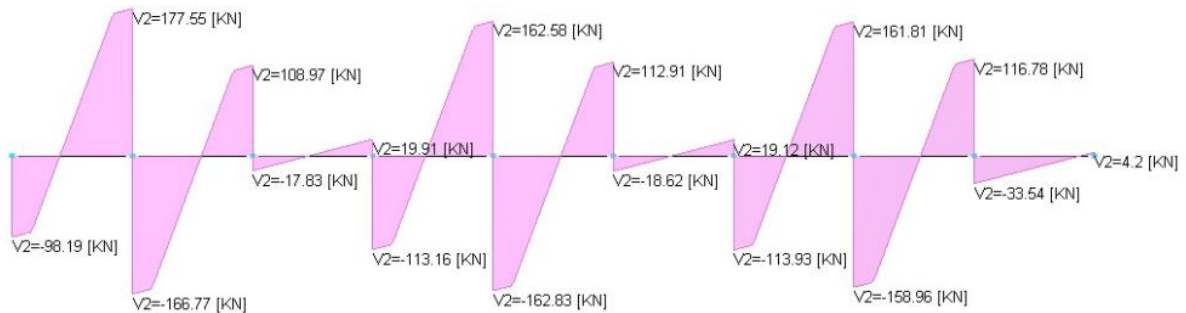


Figura 27.b: Diagrama de Corte. Apoyos.

3.3.4. Momento máximo solicitante

Debido a que la mayor luz de los 9 tramos correspondientes a la estructura se encuentra en el centro de la misma, y que dicha posición es la más desfavorable bajo la acción de las cargas actuantes, se calculará suponiendo una losa continua de espesor 15 cm y un ancho activo $b = 2,06$ m. Figura 28.

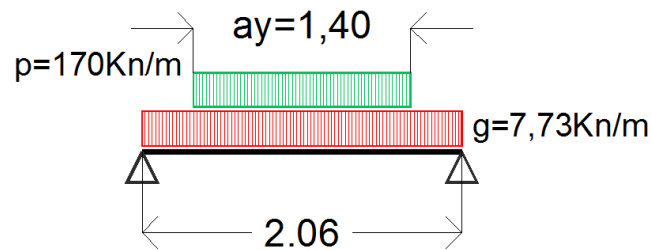


Figura 28: Cargas para momento de tramo.

Los valores resultantes de dicho cálculo se pueden apreciar en los diagramas de momento flector y esfuerzos de corte. Figuras 29 y 30.

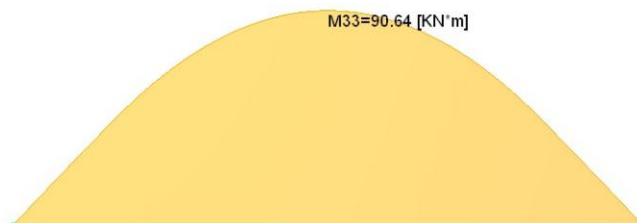


Figura 29: Momento Flector. Tramo.

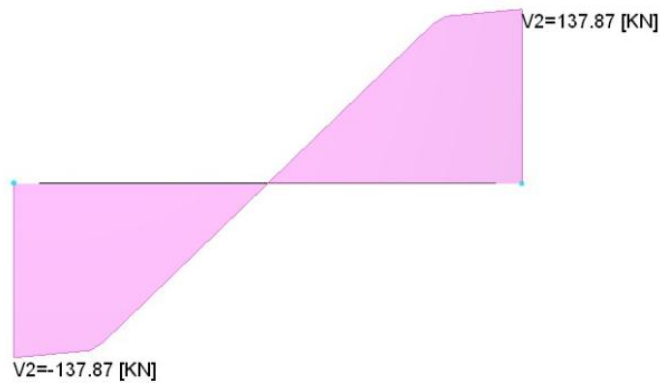


Figura 30: Diagrama de corte. Tramo.

Como los resultados obtenidos evaluados en un ancho activo de 2.06m son superiores a los obtenidos evaluando la estructura de manera global, se procederá al cálculo de las armaduras con los siguientes valores.

Momento máximo positivo: 90,64 KNm

Corte: 137,87 KN

3.3.5. Armadura principal a flexión

$$M_{apoyo} = \frac{M}{b} = \frac{90,64 \text{ KNm}}{2,06 \text{ m}} = 44 \frac{\text{KNm}}{\text{m}} \quad (8)$$

$$A_s = kh \times \frac{M}{h} \quad (9)$$

$$A_s = 0,46 \times \frac{4,4 \frac{\text{Tm}}{\text{m}}}{0,13 \text{ m}} = 15,6 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow 1\emptyset 16 \text{ c} / 12,5 \text{ cm}$$

3.3.6. Armadura secundaria a flexión

$$A_{sec} = 0,20 \times A_s \quad (10)$$

$$A_{sec} = 0,20 \times 15,6 \text{ cm}^2 = 3,12 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow 1\emptyset 8 \text{ c} / 16 \text{ cm}$$

$$Q_{apoyo} = \frac{Q}{b} \quad (11)$$

$$Q_{apoyo} = \frac{137,87 \text{ KN}}{2,06 \text{ m}} = 66,93 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

3.3.7. Verificación al corte

$$\tau_0 = \frac{Q}{b \times k_z} \quad (12)$$

$$\tau_0 = \frac{Q}{b \times k_z} = \frac{66,93 \frac{\text{KN}}{\text{m}}}{100 \text{ cm} \times 0,9 \times 13 \text{ cm}} = 0,057 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} < 0,06 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

3.4 CÁLCULO DE LOSA DE APROXIMACIÓN

Se trata de una losa de ancho igual a 5m, un extremo de la misma apoya sobre el muro de sostenimiento de la estructura intermedia, y el otro extremo sobre el terreno natural. Su función es vincular la losa de calzada que es rígida con el suelo que es flexible, para que al circular con un vehículo el cambio de superficies no sea tan brusco.

$$b = 2,06 \text{ m} \quad b = ax + \frac{2}{3}L_c \quad \text{Ancho activo} \quad (13)$$

$$p = 182 \text{ KN} \quad P = Rd \varphi \quad \text{Carga aplanadora} \quad (14)$$

Momento de tramo:

→ Aplanadora:

$$M_{Tr \text{ aplanadora}} = \frac{PxL}{\frac{4}{b}} \quad (15)$$

$$M_{Tr \text{ aplanadora}} = \frac{227,5KNm}{2,06 \text{ m}} = 110,44 \frac{KNm}{m}$$

→ Peso propio:

$$M_{Tr \text{ peso propio}} = \frac{qxl^2}{\frac{8}{b}} \quad (16)$$

$$M_{Tr \text{ peso propio}} = \frac{15,63KNm}{2,06 \text{ m}} = 7,59 \frac{KNm}{m}$$

Momento máximo:

$$M_{max} = 110,44 \frac{KNm}{m} + 7,59 \frac{KNm}{m} = 118,03 \frac{KNm}{m}$$

$$h = kh \times \sqrt{\frac{M}{1m}} \quad (17)$$

$$h = 8,4 \times \sqrt{\frac{11,8 \frac{KNm}{m}}{1m}} = 28,85cm$$

Se adopta:

h: Losa aproximación = 28cm

d: Losa aproximación = 30cm

r: Recubrimiento = 2cm

3.4.1. Armadura Principal a Flexión:

$$Kh = \frac{h}{\sqrt{\frac{M}{1m}}} \quad (18)$$

$$Kh = \frac{28cm}{\sqrt{\frac{11,8 \frac{Tnm}{m}}{1m}}} = 8,15 \quad Ks = 0,45$$

de ecuación (9) $As = 0,45 \times \frac{11,8 \frac{tnm}{m}}{0,28m} = 18,96 \text{ cm}^2$

$As = 1 \text{ } \emptyset \text{ } 16mm \text{ cada } 10,5cm$

3.4.2. Armadura Secundaria a Flexión:

de ecuación (10) $Asec. = 0,2 \times 18,96 \text{ cm}^2 = 3,79 \text{ cm}^2$

$As = 1 \text{ } \emptyset \text{ } 8mm \text{ cada } 13cm$

3.5 VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA EXISTENTE

Para la verificación de la estructura metálica se tuvieron en cuenta distintos estados de cargas y sus combinaciones.

CP: Carga permanente. Se compone del peso propio del tablero de H°A°, peso propio de la chapa colaborante y los accesorios de Fierro Deck, peso propio carpeta asfáltica, peso propio cordón y baranda. El valor correspondiente a CP=-16,9KN/m y se aplica de manera distribuida en cada una de las vigas transversales. Figura 31.

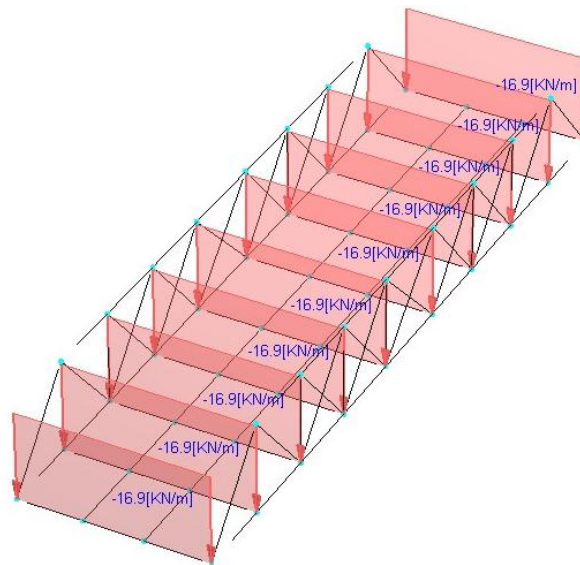


Figura 31: Carga permanente superestructura.

MC: Multitud compacta. Valor $-14,5\text{KN/m}$. Dicha carga también se aplica de forma distribuida sobre las vigas transversales. Figura 32.

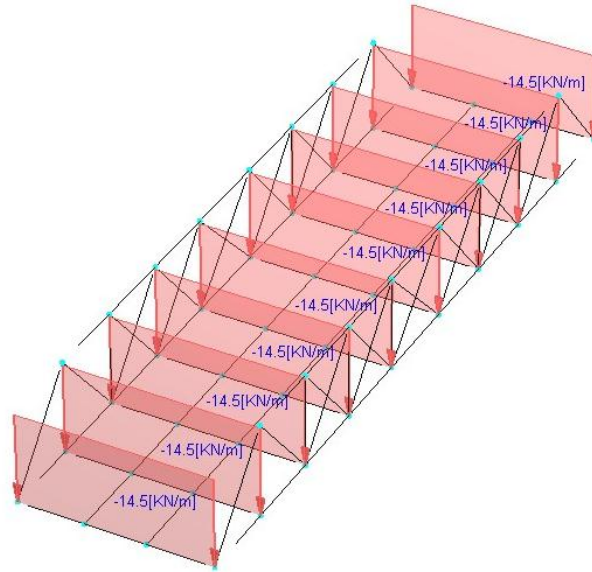


Figura 32: Carga Multitud compacta.

A1: El valor de esta carga se compone por el peso de las tres ruedas de la aplanadora, el valor es de la de adelante -130Kn y las de atrás -85Kn cada una. Se decidió ubicar la Aplanadora a 30cm de la cercha derecha del puente, logrando así la situación más desfavorable a la que puede estar sometida la misma. Figura 33.

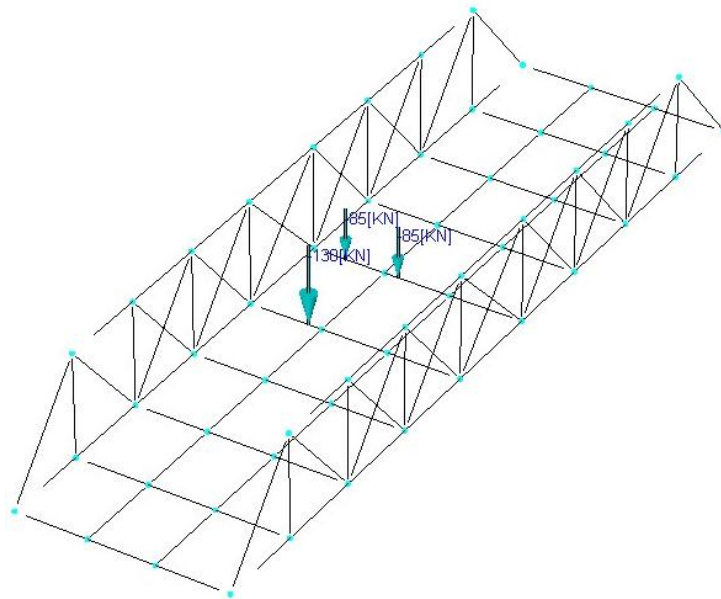


Figura 33: Carga aplanadora en Posición 1.

A2: El valor de esta carga se compone por el peso de las tres ruedas de la aplanadora, el valor correspondiente a la rueda delantera equivale a -130KN y el equivalente a las ruedas traseras es -85KN cada una. Se ubicó la Aplanadora en el medio de la longitud total del puente, logrando así que la carga se reparta de igual manera para cada cercha. Figura 34.

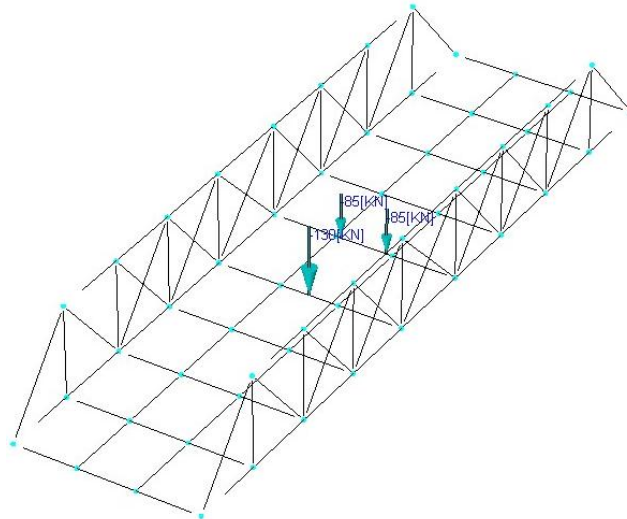


Figura 34: Carga aplanadora en Posición 2.

A3: El valor de esta carga se compone por el peso de las tres ruedas de la aplanadora; éstas se ubicaron en la mitad de la longitud de la losa de mayor luz, que coincidentemente se ubica en el medio de la longitud del puente.

Las cargas puntuales sobre la losa se transmiten a 45° hacia las vigas transversales más cercanas, debido a ello la carga se aplica de forma distribuida en las vigas. Figura 35.a.

El valor de la carga distribuida que representa a la rueda delantera es $-52,85\text{KN/m}$.

Al graficar la carga distribuida de cada rueda trasera, se puede observar que en el centro de la viga estas se superponen, es por ello que el valor se incrementa. Los valores correspondientes son $-54,2\text{KN/m}$ y $-27,1\text{KN/m}$.

Esta distribución de cargas permite observar cual es el resultado de los esfuerzos en las vigas transversales cuando la mayor carga cae sobre las losas. Figura 35.b.

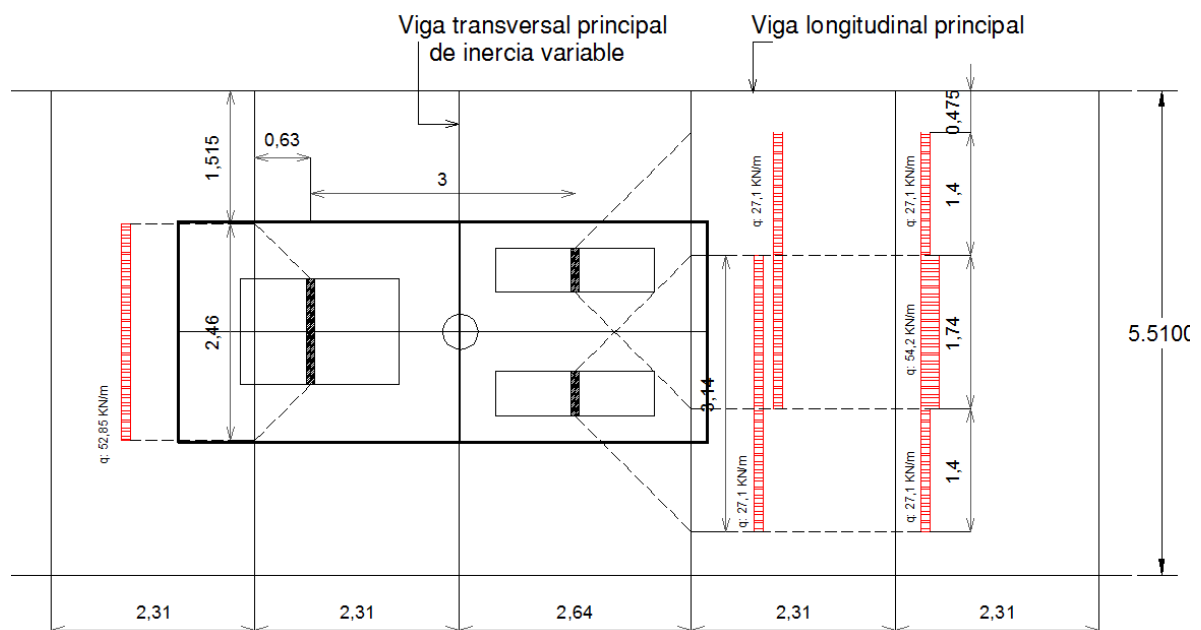


Figura 35.a: Esquema en planta carga aplanadora en Posición 3.

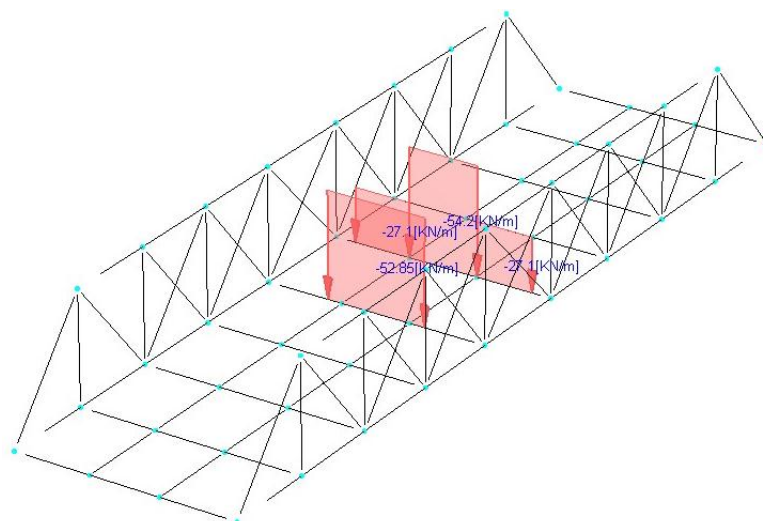


Figura 35.b: Perspectiva carga aplandadora en Posición 3.

En las combinaciones se tuvo en cuenta el coeficiente de impacto para cada elemento.

- Combinación 1: CP+1,325 MC+1,325 A1
- Combinación 2: CP+1,325 MC+1,325 A2
- Combinación 3: CP+1,325 MC+1,325 A3

3.5.1. Máximos esfuerzos en miembros

De cada una de las combinaciones antes descritas se obtuvieron los esfuerzos de corte, momento y axil para cada uno de los elementos que componen la cercha, como se puede observar en las tablas siguientes. Ver tabla 3 a Tabla 9. De los mismos se extrajo el de mayor valor para la verificación.

Tabla 3: Esfuerzos en cordón inferior.

CORDÓN INFERIOR 51x25				
Estado: C1=CP+1.325MC+1.325A1				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	1863.92	846.98	32.34	1905.56
Min	-6.77	-842.48	-35.98	-78.72
Estado: C2=CP+1.325MC+1.325A2				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	1753.97	812.72	38.68	1845.66
Min	-6.47	-809.39	-43.27	-74.41
Estado: C3=CP+1.325MC+1.325A3				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	1753.01	812.42	35.69	1845.17
Min	-6.47	-809.10	-38.73	-74.37

En las Figuras 36.a y 36.b se observan el diagrama de momentos y el diagrama de esfuerzos de corte respectivamente, del cordón inferior.

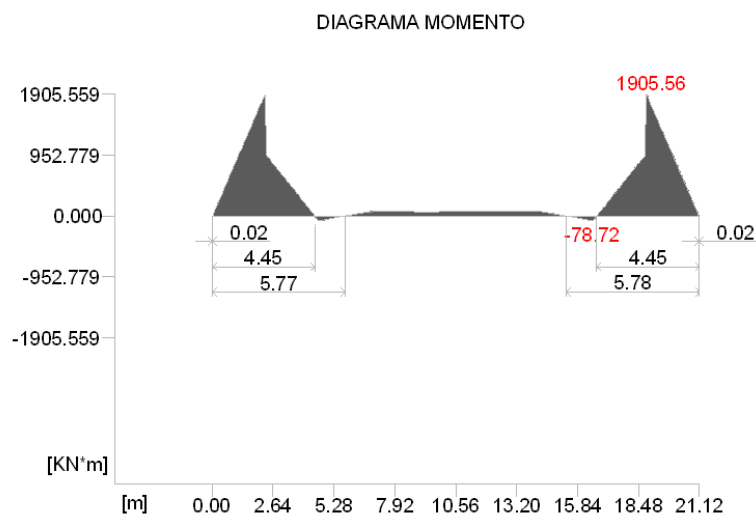


Figura 36.a: Diagrama de momentos cordón inferior.

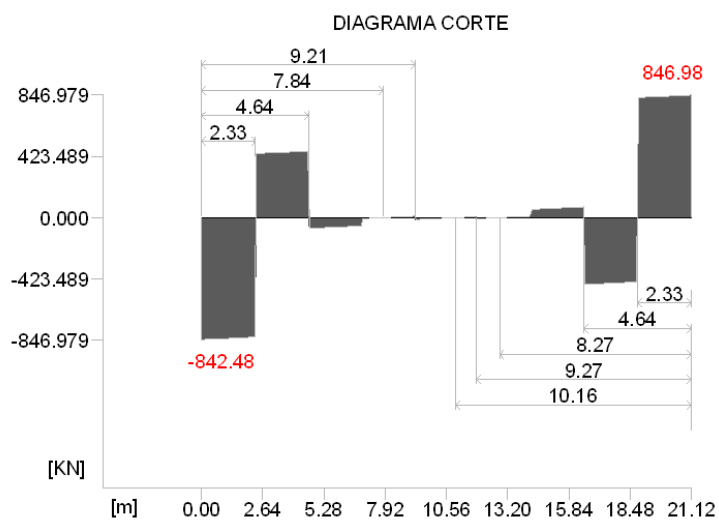


Figura 36.b: Esfuerzos de corte cordón inferior.

Tabla 4: Esfuerzos en cordón superior.

CORDÓN SUPERIOR 51x27				
Estado: C1=CP+1.325MC+1.325A1				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-1220.95	81.70	0.10	167.87
Min	-1896.53	-81.43	-0.10	0.00
Estado: C2=CP+1.325MC+1.325A2				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-1171.40	80.32	0.03	164.67
Min	-1782.55	-80.09	-0.03	0.00
Estado: C3=CP+1.325MC+1.325A3				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-1170.98	80.31	0.03	164.64
Min	-1781.54	-80.08	-0.03	0.00

En las Figuras 37.a y 37.b se observan el diagrama de momentos y el diagrama de esfuerzos de corte respectivamente, del cordón superior.

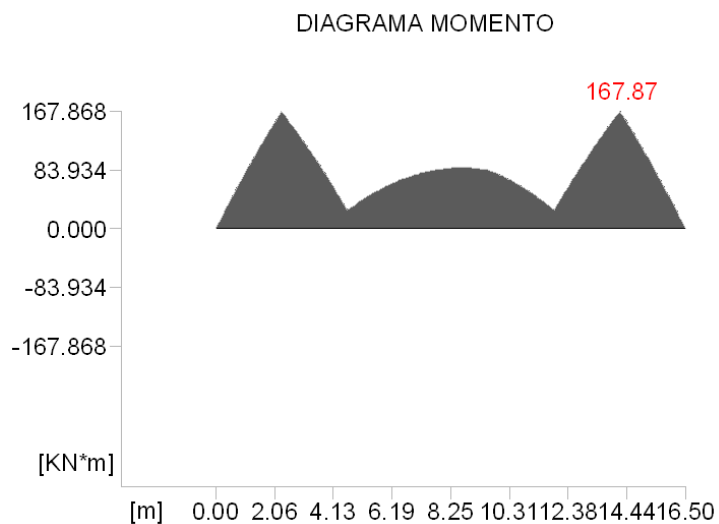


Figura 37.a: Diagrama de momentos cordón superior.

DIAGRAMA CORTE

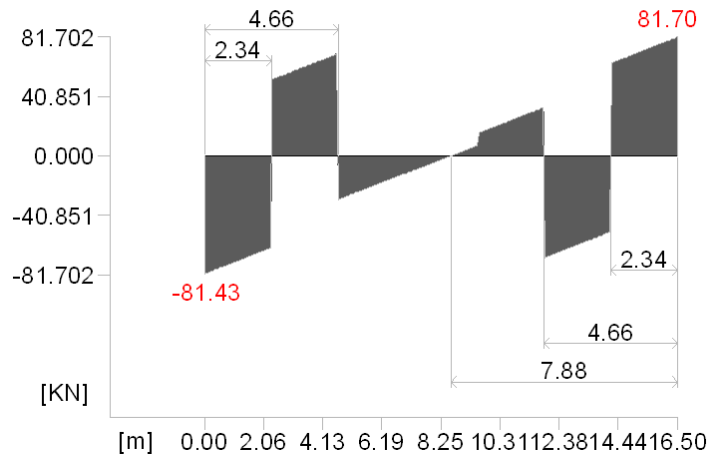


Figura 37.b: Esfuerzos de corte cordón superior.

Tabla 5: Esfuerzos en montante extremo.

MONTANTE EXTREMO 43x15,5				
Estado: $C1=CP+1.325MC+1.325A1$				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-1146.89	-343.04	0.09	0.00
Min	-1157.41	-343.04	0.09	-939.92
Estado: $C2=CP+1.325MC+1.325A2$				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-1097.34	-332.22	0.06	0.00
Min	-1107.86	-332.22	0.06	-910.28
Estado: $C3=CP+1.325MC+1.325A3$				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-1096.91	-332.13	0.05	0.00
Min	-1107.43	-332.13	0.05	-910.05

En las Figuras 38.a y 38.b se observan los diagramas de momentos y esfuerzos de corte del montante extremo.

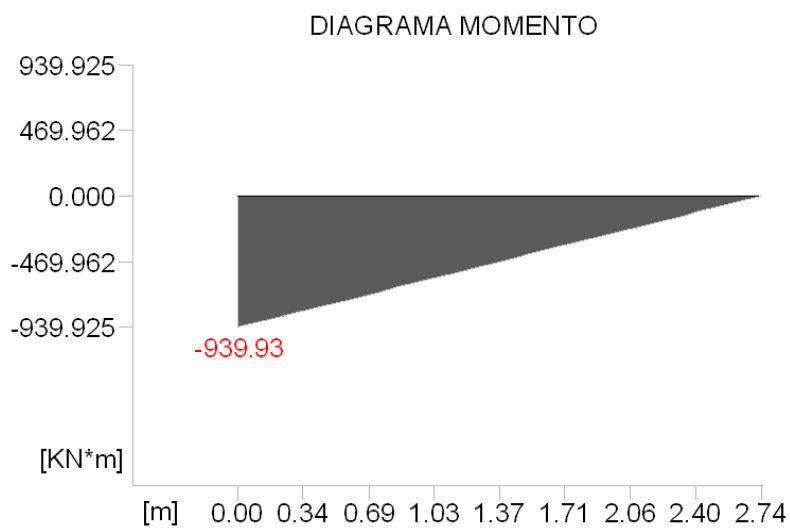


Figura 38.a: Diagrama de momentos montante extremo.

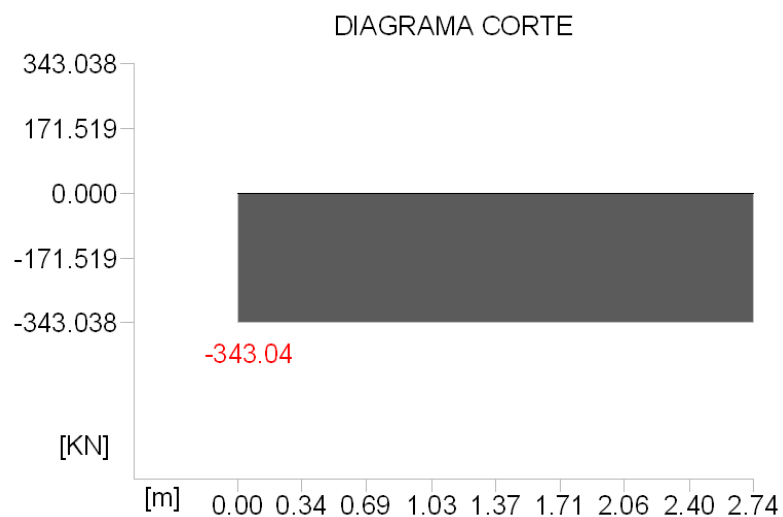


Figura 38.b: Esfuerzos de corte montante extremo.

Tabla 6: Esfuerzos en montante medio.

MONTANTE MEDIO 43x22,5				
Estado: C1=CP+1.325MC+1.325A1				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-405.63	0.00	0.16	0.00
Min	-419.32	0.00	0.16	0.00
Estado: C2=CP+1.325MC+1.325A2				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-365.57	0.00	0.09	0.00
Min	-379.26	0.00	0.09	0.00
Estado: C3=CP+1.325MC+1.325A3				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	-365.21	0.00	0.09	0.00
Min	-378.89	0.00	0.09	0.00

Tabla 7: Esfuerzos en diagonal extrema.

DIAGONAL EXTREMA 51x27				
Estado: C1=CP+1.325MC+1.325A1				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	10.54	8.97	-0.19	8.04
Min	-10.74	-8.97	-0.19	0.00
Estado: C2=CP+1.325MC+1.325A2				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (Kn*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	10.54	8.97	0.06	8.04
Min	-10.74	-8.97	0.06	0.00
Estado: C3=CP+1.325MC+1.325A3				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	10.54	8.97	0.05	8.04
Min	-10.74	-8.97	0.05	0.00

En las Figuras 39.a y 39.b se observan los diagramas de momentos y esfuerzos de corte de la Diagonal Extrema.

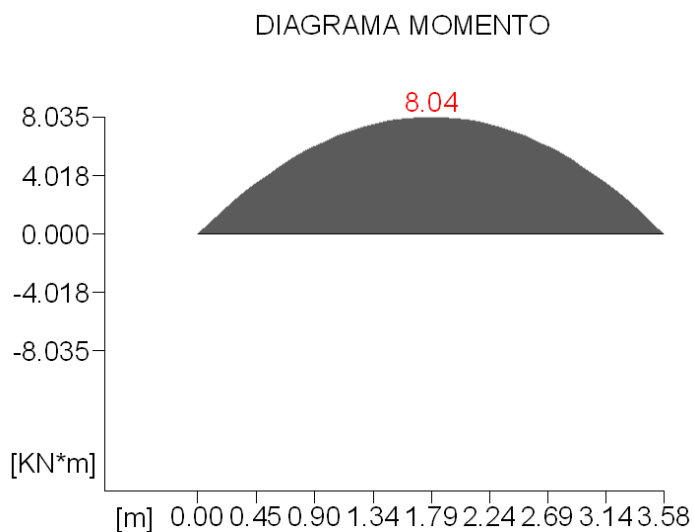


Figura 39.a: Diagrama de momentos diagonal extrema.

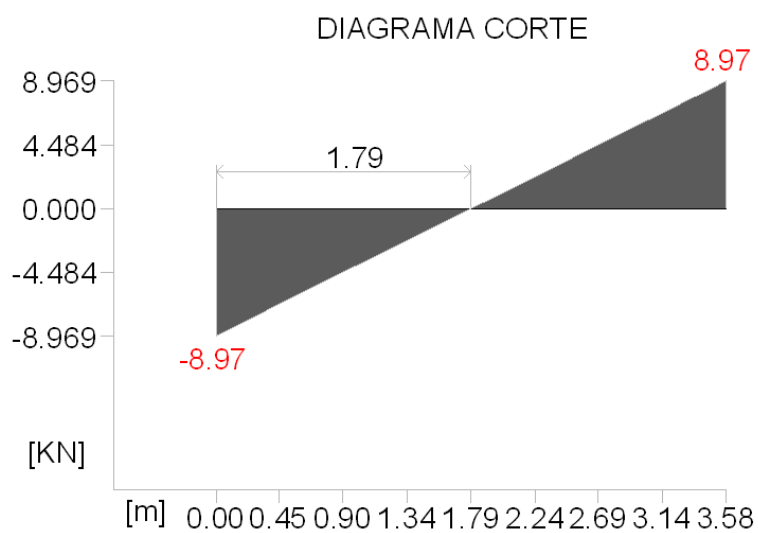


Figura 39.b: Esfuerzos de corte diagonal extrema.

Tabla 8: Esfuerzos en viga variable.

VIGA VARIABLE 48x18				
Estado: $C1=CP+1.325MC+1.325A1$				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	1.18	245.56	2.30	302.90
Min	1.18	-170.64	2.30	-28.56
Estado: $C2=CP+1.325MC+1.325A2$				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	1.18	208.09	0.01	371.81
Min	1.18	-208.11	0.01	-32.99
Estado: $C3=CP+1.325MC+1.325A3$				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	1.18	207.79	-0.02	320.46
Min	1.18	-208.42	-0.02	-31.94

En las Figuras 40.a y 40.b se observan los diagramas de momentos y esfuerzos de corte de la viga variable.

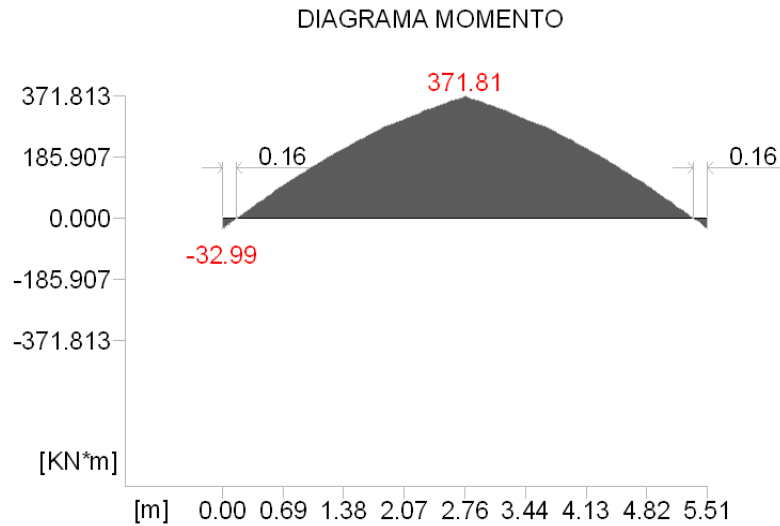


Figura 40.a: Diagrama de momento viga variable.

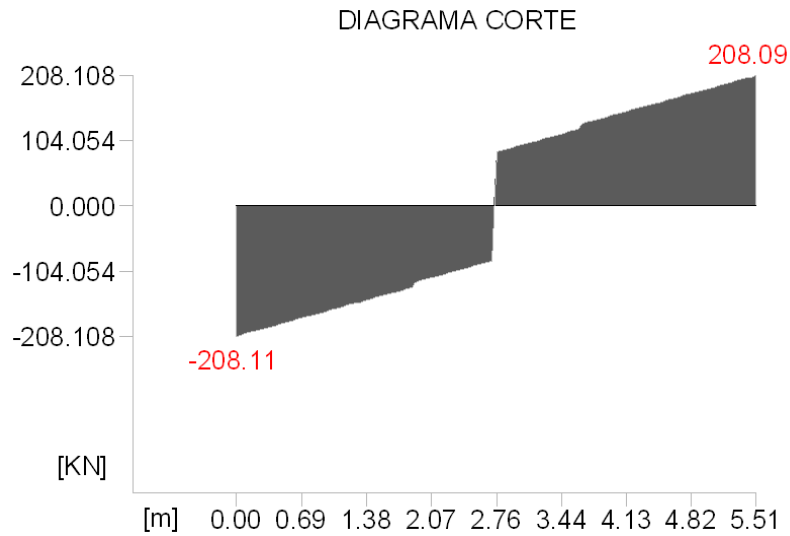


Figura 40.b: Esfuerzos de corte viga variable.

Tabla 9: Esfuerzos en viga longitudinal.

VIGA LONGITUDINAL 30,5x18				
Estado: C1=CP+1.325MC+1.325A1				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	19.92	3.81	0.77	2.51
Min	19.92	-3.81	0.77	0.00
Estado: C2=CP+1.325MC+1.325A2				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	18.10	3.81	0.37	2.51
Min	18.10	-3.81	0.37	0.00
Estado: C3=CP+1.325MC+1.325A3				
	Axial (KN)	Corte V2 (KN)	Torsión (KN*m)	Momento 33 (KN*m)
Max	18.08	3.81	0.25	2.51
Min	18.08	-3.81	0.25	0.00

En las Figuras 41.a y 41.b se observan el diagrama de momentos y el diagrama de esfuerzos de corte respectivamente, de la viga longitudinal.

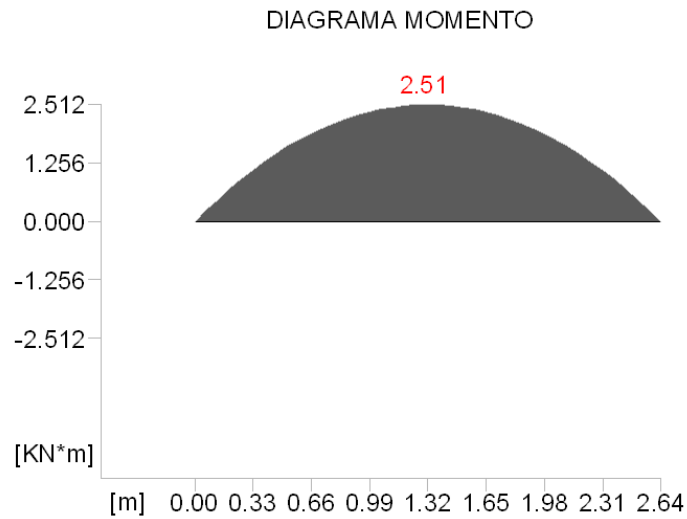


Figura 41.a: Diagrama de momento viga longitudinal.

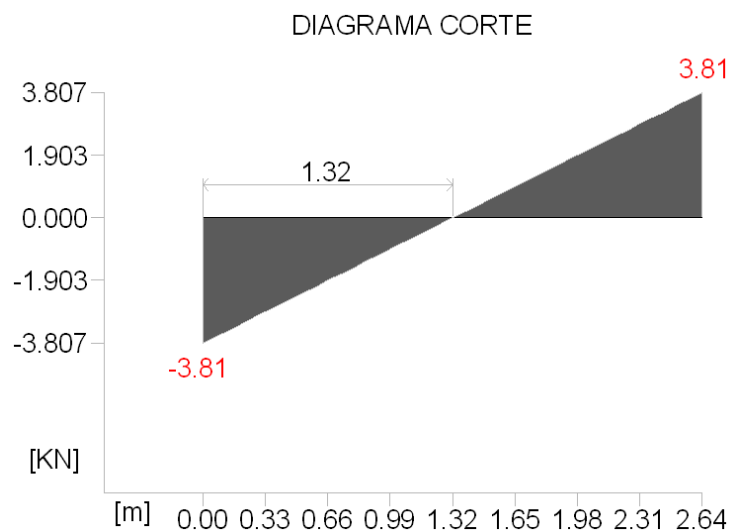


Figura 41.b: Esfuerzos de corte viga longitudinal.

3.5.2. Verificación

Una vez finalizada la evaluación de la estructura metálica en el software Ram Advanse, se obtuvieron cada uno de los esfuerzos anteriormente descritos y con estos se verificó cada elemento que la compone.

La estructura principal del puente no es más ni menos que una cercha, donde los esfuerzos predominantes en estos elementos estructurales son los axiles, es por eso que a continuación se detalla la verificación a pandeo que se realizó a cada elemento comprimido.

“El pandeo es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión”¹⁰.

¹⁰ Departamento de Mecánica aplicada. Facultad de Ingeniería. U.N.N.E. Estabilidad II, capítulo 10.

Las comprobaciones de la estabilidad frente al pandeo, se realizaron teniendo en cuenta las disposiciones contenidas en el Reglamento CIRSOC 302–1982 "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero" y sus recomendaciones.

Se tuvo en cuenta un acero ST33¹¹, para poder lograr una comprobación más exacta, ya que al ser un acero dulce de poco contenido de carbono, no se puede tener en cuenta el usualmente utilizado acero F24 según norma CIRSOC 301.

La tensión admisible σ_{adm} . se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{\gamma} \quad (19)$$

Siendo:

σ_{adm} Tensión admisible

σ_f Tensión de fluencia del acero

γ Coeficiente de seguridad¹²

En este caso se utilizó una tensión admisible igual a 1250Kg/cm².

Como la esbeltez de todos los elementos comprimidos resultaron menores a 100, el cálculo se llevó a cabo utilizando el coeficiente omega ω ¹³.

Ecuaciones utilizadas para elementos:

– Comprimidos:

$$\sigma_{adm} = \frac{N \omega}{A} \quad (20)$$

– Traccionados:

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{A} \quad (21)$$

– Flexionados:

$$\sigma_{adm} = \frac{M}{W} \quad (22)$$

El cálculo se llevó a cabo de manera manual, es decir, sin el apoyo de un software de cálculo. Los datos fueron volcados en una planilla Excel.

A continuación, en las siguientes Figuras se podrán visualizar los diagramas de esfuerzos axiales de los elementos en estudio.

¹¹ Norma DIN 1050 Instituto Alemán de Normalización.

¹² Reglamento CIRSOC 301. 1982. Capítulo 4. Tabla 6.

¹³ Norma DIN 1050 Instituto Alemán de Normalización.

Cordón inferior y superior. Esfuerzos axiles. Figuras 42 y 43.

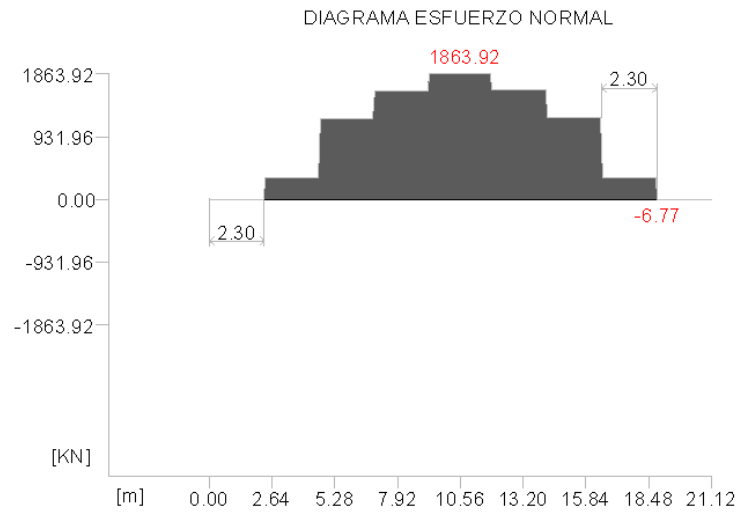


Figura 42: Diagrama axil cordón inferior.

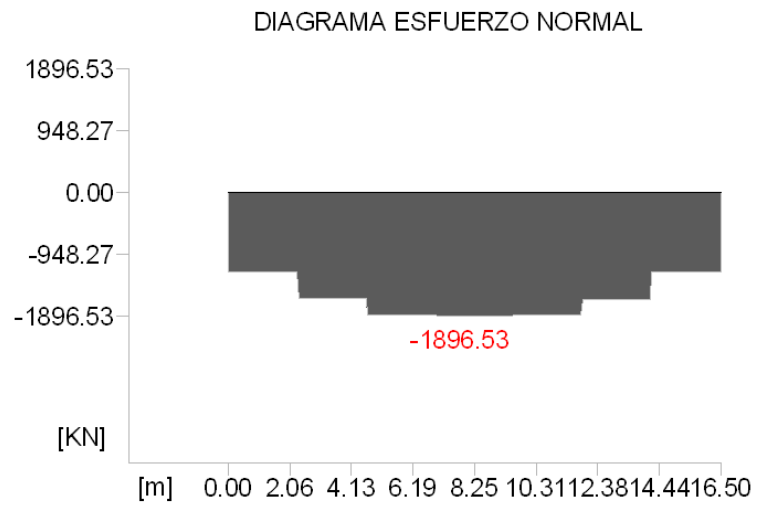


Figura 43: Diagrama axil cordón superior.

Montante interior y extremo. Esfuerzos axiles. Figuras 44 y 45.

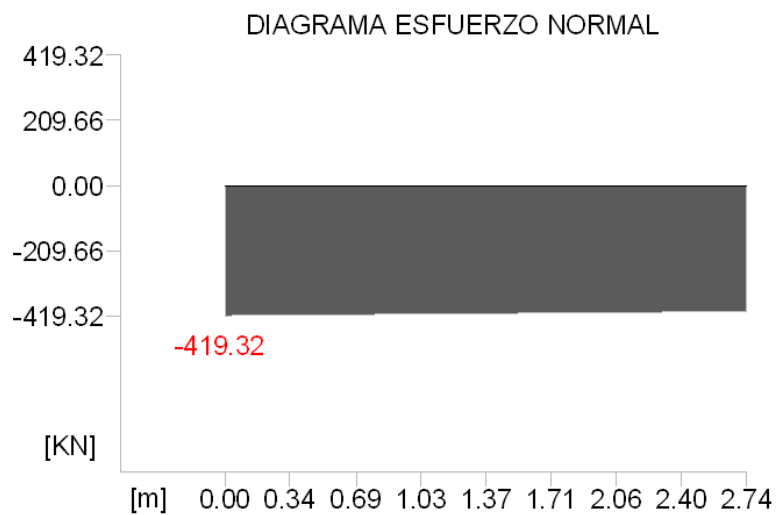


Figura 44: Diagrama axil montante interior.

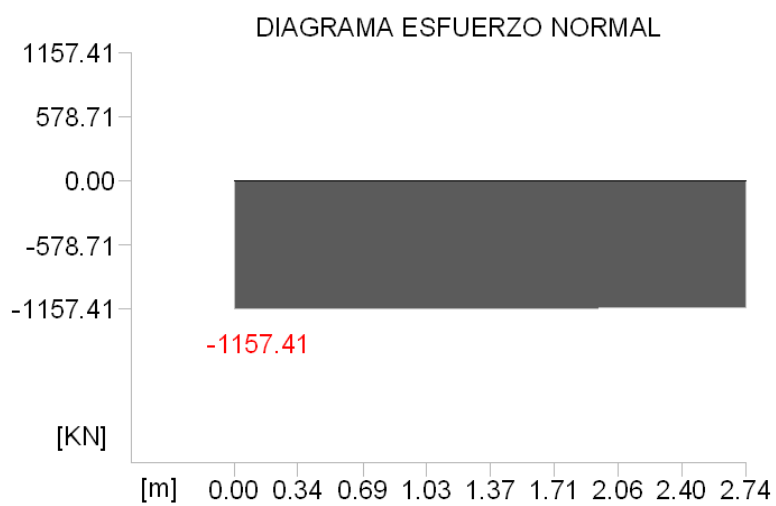


Figura 45: Diagrama axil montante extremo.

Diagonal externa. Esfuerzos axiales. Figura 46.

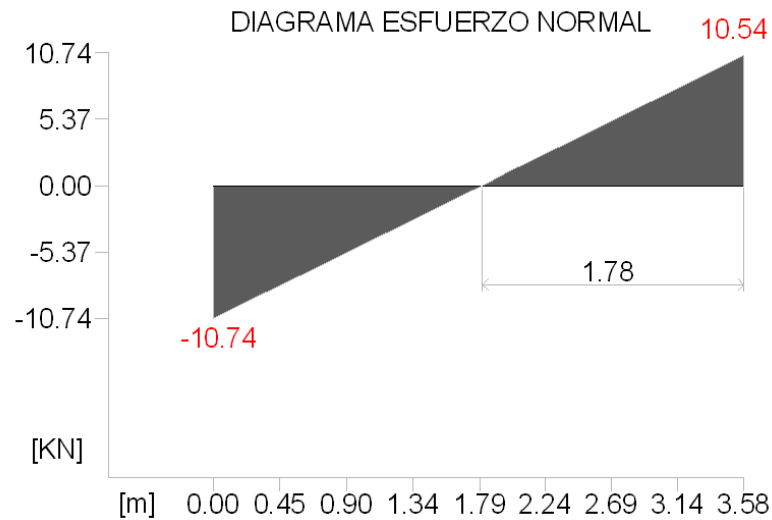


Figura 46: Diagrama axil diagonal externa.

A continuación se presenta la Tabla 10 que reúne todos los datos necesarios para la verificación de cada uno de los elementos sometidos a compresión.

Tabla 10: Verificación a pandeo de elementos.

ELEMENTO	MONTANTE EXTREMO	MONTANTE MEDIO	DIAGONAL EXTERNA	DIAGONAL INTERNA	CORDÓN SUPERIOR	CORDÓN INFERIOR
ÁREA (cm ²)	136,5	177,5	276	26,25	276	270
MOMENTO DE INERCIA (cm ⁴)	1042,7	17368,7	42853,5		42853,5	
RADIO DE GIRO	2,76	9,89	12,46		12,46	
LONG. PANDEO (cm)	274,00	274,00	358,40		264,00	
λ	99,14	27,70	28,76		21,19	
ω	1,88	1,07	1,08		1,04	
CARGA (Kg)	115741	41932	1074	68720	189653	186392
SIGNO	-	-	-	+	-	+
TENSIÓN DE TRABAJO (Kg/cm ²)	1594,09	252,77	4,20	2617,90	714,63	690,34
TENSIÓN ADMISIBLE (Kg/cm ²)	1250,0	1250,0	1250,0	1250,0	1250,0	1250,0

En dicha tabla se puede observar que el montante extremo y la diagonal interna no verifican, es decir que la tensión a la que está sometido es mayor a la admisible del material. Debido a ello, se desarrollará la verificación y el cálculo de ambos elementos. De esta manera se brindará una solución para la problemática planteada.

3.5.2.1 Montante extremo

Longitud de Cálculo [m]	2,74
Esfuerzo de Compresión [Kg]	-115741
Sección [cm ²]	136,5
Coeficiente ω [Norma DIN 1050]	1,88
de ecuación (20) $\sigma_{Trabajo} St33 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right]$	$\frac{N \times \omega}{A} = \frac{-115741 \times 1,88}{136,5 \text{ cm}^2} = -1549,09 \frac{Kg}{cm^2}$
$\sigma_{adm} St33 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right]$	1250 $\frac{Kg}{cm^2}$ [Norma DIN 1050]

$\sigma_{adm} = 1250 \frac{Kg}{cm^2} > 1549,09 \frac{Kg}{cm^2}$	NO VERIFICA
---	--------------------

Se obtuvo la tensión de trabajo del montante extremo y se comparó con la tensión admisible, se comprueba que la tensión de trabajo es superior a la admisible.

La tensión de trabajo depende de la sección de la pieza en estudio, por eso es necesario aumentar dicha sección para conseguir que la tensión de trabajo verifique.

Se verificará la tensión dependiendo del material que se tenga, ya que el existente es un acero clasificado por la norma alemana DIN 1050 como ST33, y el agregado es un acero clasificado por la norma CIRSOC 301, como acero F24.

La carga que resiste la sección existente se calcula de la siguiente manera:

$$\text{de ecuación (20)} \quad N = \frac{\sigma_{adm} \times A}{\omega} = \frac{1250 \frac{kg}{cm^2} \times 136,5 \text{ cm}^2}{1,88} = \mathbf{90757,98 \text{ Kg}}$$

La sección que se agregará deberá resistir la siguiente carga:

$$N = 115741 \text{ Kg} - 90757,98 \text{ Kg} = \mathbf{24983,02 \text{ Kg}}$$

En la Figura 47 se observa la sección original del montante extremo y la sección modificada con planchuelas de acero F24, identificadas con color rojo.

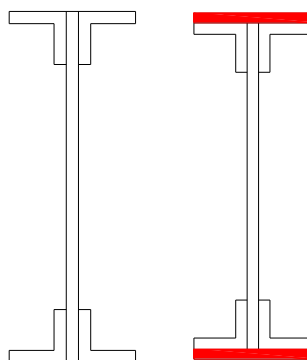


Figura 47: Montante con planchuelas adicionales.

Dimensiones Planchuela [cm] 15,24 x 1,27

Sección Planchuela x 2 [cm²] 38,7

De la ecuación (22)

$$\sigma_{\text{Trabajo St33}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad \frac{N \times \omega}{A} = \frac{90757,98 \times 1,88 \text{ Kg}}{136,5 \text{ cm}^3} = 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{adm St33}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ [Norma DIN 1050]}$$

$$\sigma_{\text{Trabajo F24}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad \frac{N \times \omega}{A} = \frac{24983,02 \times 1,88 \text{ Kg}}{38,7 \text{ cm}^3} = 1213,64 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{adm F24}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad 1500 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ [Norma CIRSOC 301]}$$

$\sigma_{\text{adm St33}} = 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} > 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	VERIFICA
$\sigma_{\text{adm F24}} = 1500 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} > 1213,64 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	VERIFICA

3.5.2.2 Diagonal interna

Longitud de Cálculo [m] 3,58

Esfuerzo de Tracción [Kg] 68720 x 2

Sección [cm²] 26,25 x 2

De la ecuación (23)

$$\sigma_{\text{Trabajo St33}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad \frac{N}{A} = \frac{137443 \text{ Kg}}{52,5 \text{ cm}^3} = 2617,96 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{adm St33}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ [Norma DIN 1050]}$$

$\sigma_{\text{adm}} = 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} > 2617,96 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	NO VERIFICA
--	--------------------

En la Tabla 10 se obtuvo la tensión de trabajo de la diagonal interna y se comparó con la tensión admisible, se comprueba que la tensión de trabajo es superior a la admisible.

La tensión de trabajo depende de la sección de la pieza en estudio, por eso es necesario aumentar esa sección para conseguir que la tensión de trabajo verifique.

Como antes se mencionó, se verificará la tensión dependiendo del material con el cual se trabajará.

La carga que resiste la sección existente se desarrollará a continuación:

$$N = \sigma_{adm} \times A = 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 52,5 \text{ cm}^2 = \mathbf{65625 \text{ Kg}}$$

La sección que se agrega deberá soportar la siguiente carga:

$$N = 137443 \text{ Kg} - 65625 \text{ Kg} = \mathbf{71818 \text{ Kg}}$$

En las Figuras 48.a y 48.b se puede observar la sección original de la diagonal compuesta por dos planchuelas y la sección modificada con 2 planchuelas de acero F24, identificadas con color rojo.

Para mayor entendimiento, en la Figura 49 se puede apreciar la posición real de cada elemento en el puente de hierro.

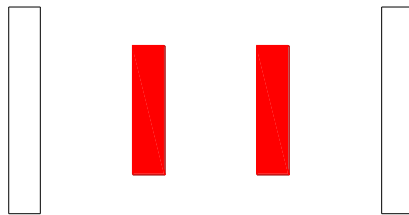


Figura 48.a: Vista en corte diagonal interna.

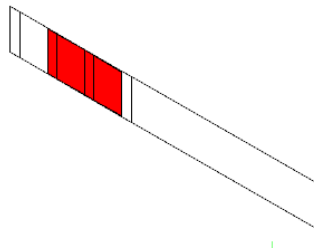


Figura 48.b: Vista en perspectiva diagonal interna.

Dimensiones Planchuela [cm] 10,16 x 2,54

Sección Planchuela x 2 [cm²] 51,61

De la ecuación (21)

$$\sigma_{Trabajo \text{ St33}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \qquad \frac{N}{A} = \frac{65625 \text{ Kg}}{52,5 \text{ cm}^2} = 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm \text{ St33}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \qquad 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ [Norma DIN 1050]}$$

$$\sigma_{Trabajo \text{ F24}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \qquad \frac{N}{A} = \frac{71818 \text{ Kg}}{51,61 \text{ cm}^2} = 1391,55 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm \text{ F24}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \qquad 1500 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ [Norma CIRSOC 301]}$$

$\sigma_{adm} \text{ St33} = 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} > 1250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	VERIFICA
$\sigma_{adm} \text{ F24} = 1500 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} > 1391,55 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	VERIFICA

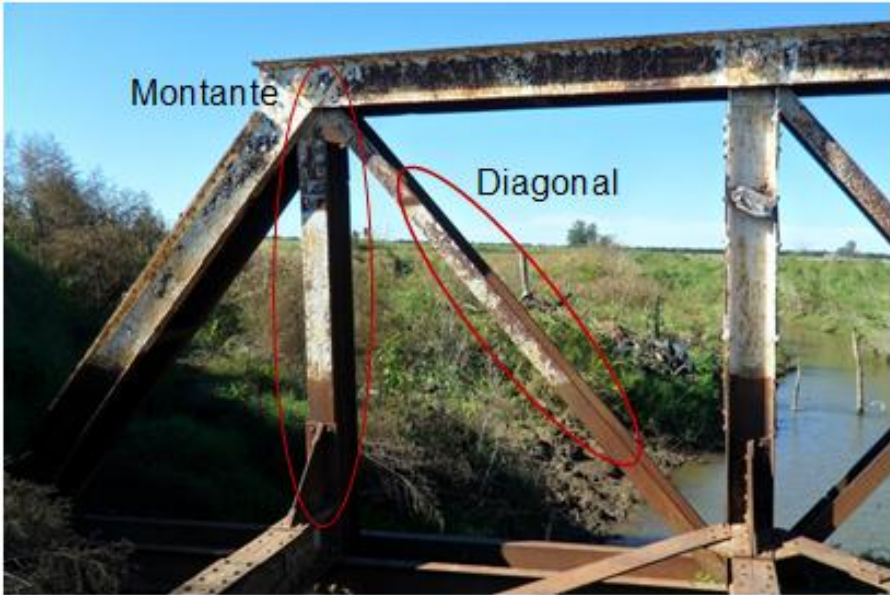


Figura 49: Ubicación en el puente de elementos modificados.

A continuación, en las Figuras 50 y 51 se podrán visualizar los diagramas flectores de los elementos sometidos a esfuerzos de flexión. Se presentarán los diagramas de las vigas longitudinales y transversales respectivamente y luego se procederá a su verificación.

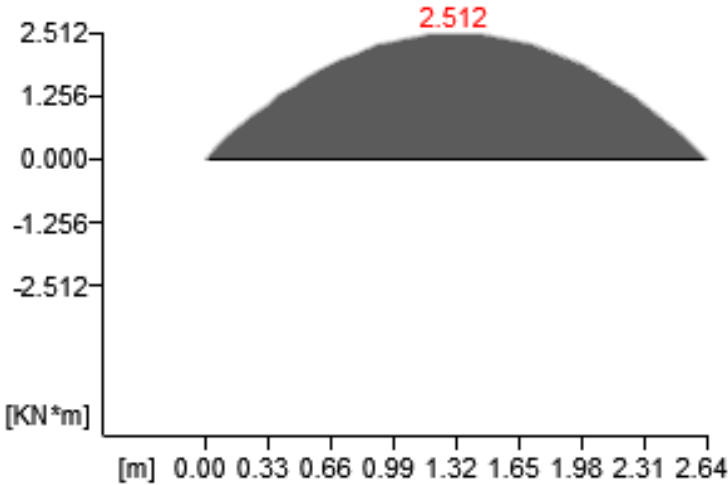


Figura 50: Diagrama flector viga longitudinal.

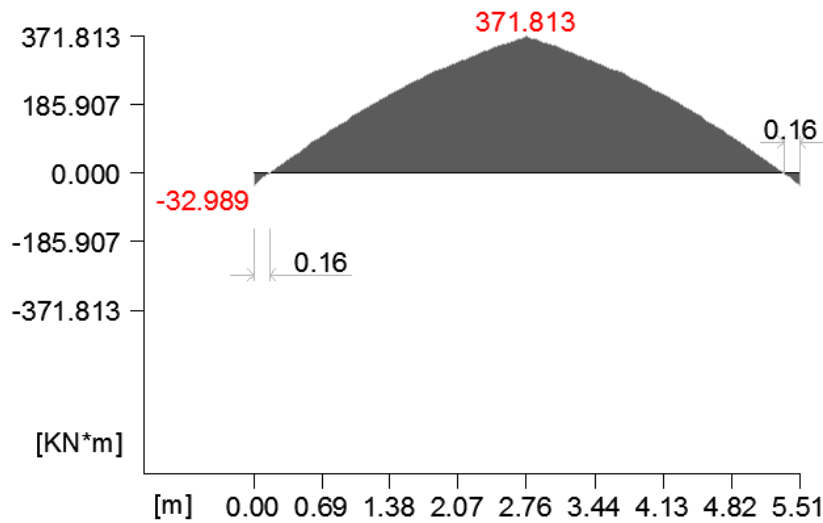


Figura 51: Diagrama flector viga transversal.

3.5.2.3 Viga transversal de sección variable

Longitud de Cálculo [m] 5,50

Momento Máximo [Kgcm] 3718100

$$\text{Módulo resistente } W \left[\text{cm}^3 \right] \frac{J_x}{y} = \frac{73341,25\text{cm}^4}{24 \text{ cm}} = 3055,89 \text{ cm}^3 \quad (23)$$

de la ecuación (22) $\sigma_{\text{adm}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad \frac{M_{\text{máx.}}}{W} = \frac{3718100 \text{ Kgcm}}{3055,89 \text{ cm}^3} = 1216,7 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

$$\sigma_{\text{adm}} = 1400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} > 1216,7 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$$

3.5.2.4 Viga longitudinal

Longitud de Cálculo [m] 2,64

Momento Máximo [Kgcm] 25100

de la ecuación (25) $W \left[\text{cm}^3 \right] \quad \frac{J_x}{y} = \frac{16142,14\text{cm}^4}{15,25 \text{ cm}} = 1058,5 \text{ cm}^3$

$$\sigma_{\text{adm}} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad \frac{M_{\text{máx.}}}{W} = \frac{25100 \text{ Kgcm}}{1058,5\text{cm}^3} = 23,71 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{adm}} = 1400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} > 23,71 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$$

3.6 APOYOS ELASTOMÉRICOS

Todas las estructuras están sujetas a determinados movimientos, como son los originados por los cambios de temperatura, la acción de las cargas externas y los propios de cada estructura, por lo que precisan un elemento de apoyo que hagan posible tales movimientos sin que se dañen.

Los apoyos elastoméricos permiten:

- Desplazamientos simultáneos en dos direcciones distintas.
- Giros simultáneos en tres ejes diferentes.
- Absorción de cargas verticales.
- Absorción de cargas horizontales de corta duración.

Los apoyos elastoméricos pueden conformarse mediante una lámina de neopreno simple o por varias capas intercaladas con chapas metálicas. En este caso el neopreno es vulcanizado conjuntamente con las chapas, de modo que se establece una buena adherencia entre ambos materiales, condición necesaria para el trabajo en conjunto de los mismos. Estos apoyos así contruidos se denominan zunchados.

3.6.1. Especificaciones y dimensiones

Dureza Shore	60	
Fluencia		
Modulo G	$11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	Módulo de elasticidad transversal
a	30cm	Lado de neopreno
b	30cm	Lado de neopreno
Área	900cm ²	
N	3	Número de capas
h	8mm	Espesor neopreno
e _{ce}	0,7mm	Espesor chapa exterior
e _{ci}	1,4mm	Espesor chapa intermedia
Kc	7,113	Coficiente que depende de la relación a/b

3.6.2. Verificación del neopreno. 300x300x3 (0,7+8+1,4)

3.6.2.1. Compresión

$$\text{De la ecuación (21)} \quad \sigma = \frac{N}{A} \leq 100 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma = \frac{84698\text{Kg}}{900 \text{ cm}^2} = 94,11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 100 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Para que no existan problemas de inestabilidad se establece:

$$b \geq 5Nh \tag{24}$$

$30\text{cm} \geq 5 \times 3 \times 0,8\text{cm}$ VERIFICA
--

Tensión tangencial entre placa de acero y lámina de neopreno:

$$\tau = 1,5 \frac{\sigma}{\text{Factor de forma}} \leq 3G \tag{25}$$

$$\tau = 1,5 \frac{\sigma}{\frac{ab}{2(a+b)h}} \leq 3G$$

$$\tau = 1,5 \frac{94,11}{\frac{900}{2(30+30)0,8\text{cm}}} \leq 3G$$

$$\tau = 15,06 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 33 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$$

$$\sigma \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq G \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \left(\frac{94,11}{\frac{900}{2(30+30)0,8}} \right) \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$94,11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 110,42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$

3.6.2.2. Obtención de la constante K

Una vez definidas las características del material y concluida la verificación a compresión, resta por determinar la expresión analítica de las constantes de resorte en función de las características del apoyo, para poder introducir las condiciones de vínculo en el modelo.

$$\delta = N K_c \frac{\sigma_c h^3}{3G b^2} \quad (26)$$

$$\delta = 3 \times 7,113 \times \frac{94,11 \cdot 0,8^3}{3 \times 11 \cdot 30^2} = 0,0346 \text{cm}$$

$$P = K \delta \quad (27)$$

$$K = \frac{P}{\delta} = \frac{73311 \text{ Kg}}{0,0346 \text{ cm}} = 2118815,03 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$K = 2118,82 \frac{\text{KN}}{\text{mm}}$$

3.7 ROBLONES

En todo tipo de construcción metálica resulta necesario enlazar entre si perfiles simples para formar barras compuestas, como también es necesario fijar las barras, ya sean simples o compuestas, en su posición definitiva dentro del conjunto de la construcción.

El puente en estudio transmite los esfuerzos a las vigas principales. Las cargas se transmiten desde el cordón superior al inferior mediante los montantes y las diagonales. Éstos se vinculan mediante un tornillo de diámetro exterior de la rosca de 1 ½", un largo de 0,50m y dos tuercas de cierre.

Los medios de unión deben transmitir los esfuerzos de manera eficiente, debido a ello su cálculo y, en nuestro presente caso verificación, es de mera importancia. En las Figuras 52.a y 52.b se observa el bulón a considerar.



Figura 52.a: Ubicación del bulón en la estructura.



Figura 52.b: Roblón recubierto.

La tensión admisible utilizada para el cálculo es la siguiente:

$$\tau_{adm} = 821 \text{ Kg/cm}^2^{14}$$

La rotura del tornillo puede darse debido:

- A una fatiga excesiva por cortadura
- Al aplastamiento

3.7.1. Verificación del roblón

3.7.1.1. Corte

Como norma general, en estas uniones se recomienda que el bulón no trabaje nunca sometido a esfuerzo de tracción actuando en dirección paralela al eje longitudinal del roblón, sino que trabaje solicitado a esfuerzos que sean transversales a su eje, llamados esfuerzos de cortante generados por una carga actuante P.

¹⁴ www.catedracanciani.com.ar/E1/Metalicas/Coeficientes%20pandeo_web.pdf

La carga P se obtuvo de los valores arrojados por el software de cálculo Ram Advanse. Éstos se observan en la Figura 53. Para la verificación se considera el mayor de los esfuerzos que llega al nudo, en este caso el de la diagonal.

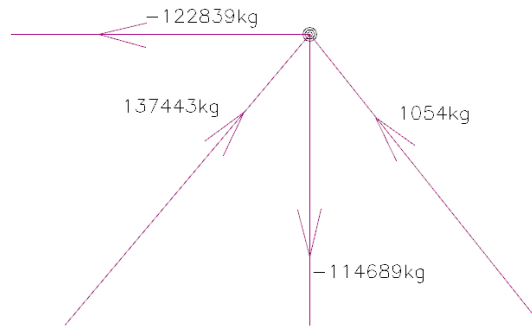


Figura 53: Esfuerzos en el nudo.

Esta carga P de tipo cortante va a generar una tensión de cortadura τ en la sección del roblón, de valor:

$$\tau = \frac{P}{\text{Área}_{\text{bulón}} \times n} \leq \tau_{\text{adm}} \quad (28)$$

Siendo:

$n = N^\circ$ de secciones de corte

$$\text{Área}_{\text{bulón}} = \frac{\pi \times \phi^2}{4} \quad (29)$$

$\phi = 1 \frac{1}{2}'' = 38,1\text{mm}$

$$\tau_{\text{adm roblón}} = 0,80 \times \tau_{\text{adm}} \quad (30)$$

$$\tau_{\text{adm roblón}} = 0,80 \times 821 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau = \frac{137443 \text{ Kg}}{\frac{\pi \times (3,81\text{cm})^2}{4} \times 8} \leq \tau_{\text{adm roblón}}$$

$$\tau = 1506,93 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 720 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{NO VERIFICA}$$

Como se observa en la ecuación, el tornillo existente no verifica para las nuevas cargas.

Se propone cambiar los tornillos que estén más comprometidos por una varilla roscada con la sección necesaria. El diámetro correspondiente será de 2" y su longitud 50cm. El acero utilizado será acero SAE 1045.

Los tornillos a reemplazar serán los de los cuatro extremos superiores que se observan en la Figura 54.

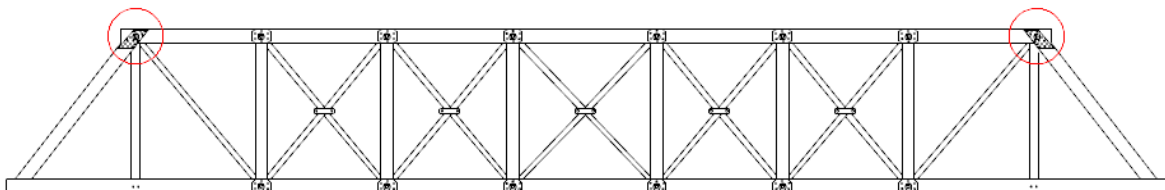


Figura 54: Tornillos a reemplazar.

$$\tau_{\text{adm roblón}} = 1126 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 0,80$$

De ecuación (28)

$$\tau = \frac{137443 \text{ Kg}}{\frac{\pi \times (5,08\text{cm})^2}{4} \times 8} \leq \tau_{\text{adm roblón}}$$

$$\tau = 847,65 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 900 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$$

3.7.1.2. Aplastamiento

$$\sigma_1 = \frac{P}{\emptyset \times t} \leq \sigma_{\text{adm aplastamiento}} \quad (31)$$

$$\sigma_1 = \frac{137443}{5,08\text{cm} \times 14\text{cm}} \leq \sigma_{\text{adm aplastamiento}}$$

$$\sigma_1 = 1932,55 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$$

$$\text{Para acero F24: } \sigma_{\text{adm fl}} = \sigma_{\text{adm aplast.}} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

3.8 TRATAMIENTO SUPERFICIAL

Teniendo en cuenta el análisis y verificación de la estructura que se realizó anteriormente, se procede a la recuperación superficial de la misma. Para llevar a cabo dicho proceso se consideran dos etapas según la Norma ISO 12944 "Norma Mundial de protección frente a la corrosión"¹⁵:

→ ETAPA 1: Se eliminará la cascarilla de laminación, la herrumbre, los recubrimientos de pintura y la materia extraña generada por la exposición de la estructura a la intemperie. Cualquier traza de contaminación se debe presentar sólo como ligeras manchas con forma de pequeños círculos o franjas. Para ello se tratará la superficie en su totalidad con un proceso de arenado, también denominado "sandblasting".

→ ETAPA 2: Se protegerá la superficie con un revestimiento epóxico autoimprimante para superficies metálicas.

- Dos capas x 150 micrones Sika Poxicolor Autoimprimante.¹⁶
- 1 capa x 50 - 60 micrones SikaCor Poliuretano UV.

El sandblasting consiste en la limpieza de las superficies para remover el material no deseado y dejarla lista para aplicar un revestimiento o para adherir otro material, a través de un chorro de abrasivo. Figura 55¹⁷. Este proceso se puede considerar como una verdadera operación de "bombardeo", en la que un sinnúmero de partículas abrasivas son lanzadas a alta velocidad contra el objetivo.

La disposición de un equipo para sandblasting incluye básicamente: compresor, equipo de propulsión y abrasivo. El compresor debe producir suficiente presión y volumen de aire para conducir el abrasivo desde el equipo de propulsión hasta la superficie a limpiar; el equipo de propulsión contiene el abrasivo y lo dosifica constantemente en la corriente de aire y el abrasivo es el componente más importante, ya que es el que produce el acabado de la

¹⁵ www.bernardocencarro.com/uploads/guias/pdf/guia02/es/naranja_cast_2_8.pdf

¹⁶ Hoja técnica de producto. Edición 12/07/2013. N° de identificación: 01 06 02 00 013 0000013. Sika® Poxicolor® Autoimprimante.

¹⁷ www.miesa.com.ar

superficie. Éste debe limpiar con rapidez y eficiencia, tener buena durabilidad, desgastar el mínimo posible los componentes internos del equipo y producir el nivel de acabado deseado, al menor costo posible.

Para la recuperación de la estructura metálica en estudio, el abrasivo elegido es la arena, ya que es el más utilizado para este proceso, donde no es posible recuperar el material abrasivo, como en operaciones al aire libre. La arena es quebradiza y puede dar lugar a la generación de polvo.



Figura 55: Sandblasting o arenado

El producto a utilizar en la segunda etapa de la reconstrucción, es un revestimiento epóxico de dos componentes específicamente formulado para la protección de metales, de alta adherencia al acero y al acero galvanizado. El alto contenido de sólidos en volumen y el bajo contenido de solventes, dan como resultado un excepcional poder cubritivo. Debido a ello, se emplea como única protección (imprimación y capa final) sobre la estructura.

Está preparado para proteger el acero en ambientes de clima marino, sujetos a humedad elevada y condensación, tales como: puentes, embarcaderos, etc.

Respecto a la preparación de la superficie para la aplicación del producto, se debe tener en cuenta ciertas normativas. Una limpieza inadecuada puede causar una falla prematura del recubrimiento. Por esta razón, se recomienda estándares de preparación de las superficies. Según Norma ISO 12944, el grado de preparación de la superficie será Sa*2½¹⁸

3.9 PROCESO CONSTRUCTIVO

Antes de dar inicio al cálculo de la infraestructura, se detallarán y enumerarán las actividades que se llevarán a cabo para lograr la recuperación y reactivación del puente de hierro.

1. **Limpieza del terreno lindante a la obra de arte.** Se deberá realizar una limpieza del lugar de emplazamiento de la obra propiamente dicha y de ambos caminos de comunicación para poder iniciar los trabajos de una manera más ordenada y con la menor cantidad de riesgos.
2. **Obtención de un permiso** de los propietarios de tierras aledañas para la realización de camino provisorio. Se confeccionará una nota la cual se le entregará a los propietarios con el fin de obtener el permiso en cuestión.

¹⁸ Preparación de superficies por chorreado ISO 8501-1.

3. **Construcción del camino provisorio.** Se marcará un camino del tipo provisorio dentro de los terrenos lindantes al puente de hierro con el objetivo de brindar a las diferentes maquinarias que intervendrán en el proceso el suficiente radio de giro para maniobrar sin dificultad. El mismo será diagramado en forma de "U".

4. **Construcción de suelo cemento.** Para poder iniciar los trabajos de recuperación del puente se debe retirar el mismo de su ubicación actual y llevarlo a una zona lindera para trabajar en su tratamiento superficial. Para ello se estabilizará con cemento un sector del campo aledaño de dimensiones suficientes para colocar el puente y trabajar de manera cómoda y segura.

5. **Elevación y corrimiento de la estructura de hierro.** Con la ayuda de una grúa, la estructura metálica se desplazará hacia el lateral y se dispondrá sobre el suelo-cemento. De esta manera se liberará el arroyo y los apoyos existentes para poder iniciar los trabajos de excavación.

6. **Demolición de los estribos existentes.** Se dará inicio a los trabajos de demolición de la mampostería que cubre los estribos y luego se retirarán las columnas de quebracho, mientras en paralelo se realizarán tareas de reacondicionamiento en el puente.

7. **Excavación.** Debido a que se desconoce el sistema de fundación empleado, que dadas las características del suelo, las columnas de quebracho pueden estar hincadas o bien sobre fundación directa, se procederá a realizar una excavación en la zona de los estribos para realizar la demolición de la supuesta fundación.

8. **Fundaciones:** una vez finalizada la excavación y la correspondiente limpieza de la zona, se ejecutarán los estribos (muros de sostenimiento) y pilotes del puente.

9. **Apoyos de neopreno.** Una vez que haya transcurrido el tiempo necesario para que el hormigón alcance su máxima resistencia, se procederá a la colocación de los sistemas de apoyo (neopreno).

10. **Instalación definitiva del puente.** Ya finalizada la colocación del sistema de apoyos se iniciarán los trabajos para la colocación definitiva de la estructura metálica existente. Con la ayuda de una grúa se regresará la estructura a su lugar definitivo.

11. **Losa de tablero.** Terminados los trabajos de infraestructura se comenzará a trabajar con la superestructura del puente. Para ello se dispondrán las placas del sistema Fierro Deck sobre las vigas principales de inercia variable. Luego se doblará y colocará la armadura de losa correspondiente y se procederá a realizar el hormigonado completo.

12. **Losa de aproximación.** Se ejecutarán las losas de aproximación en cada uno de los extremos del puente, según las especificaciones de cálculo.

13. **Carpeta de rodamiento.** Una vez concluida la losa del tablero, se realizará la carpeta asfáltica de rodamiento y los cordones.

14. **Relleno y compactación.** Finalizada la ejecución de la obra de arte, se inician los trabajos de relleno y compactación del área circundante. Se llevará a nivel de calzada el camino sobre el cual se encuentra el puente.

CAPITULO 4

ESTRUCTURA INTERMEDIA E INFRAESTRUCTURA

4.1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se desarrollará el cálculo de los estribos y de los cimientos del puente en estudio.

A continuación se definirá el elemento estribo según el Reglamento AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) LRFD Bridge Construction Specifications. Sección 7:

“Estribo – Estructura que soporta el extremo de un tramo de puente y proporciona apoyo lateral para el material de relleno sobre el cual descansa el camino inmediatamente adyacente al puente.”

En la práctica, los estribos, se pueden realizar de distintas maneras. En este caso se calcularán los estribos como muros en voladizo y los cimientos se materializarán a través de pilotes. Se eligió este tipo de muro ya que el suelo que se emplaza en la zona posee valores bajos de capacidad portante.

Por las condiciones actuales en las que se encuentra el puente en estudio (descalzado totalmente de un estribo, con malezas muy crecidas y con accesos desde ambos laterales bloqueados) y por no contar con los elementos necesarios, se hizo imposible llegar hasta el lugar para poder realizar un estudio de suelo y así conocer sus características entre la más importante, la capacidad portante. Debido a ello, para llevar adelante el cálculo se decidió utilizar un estudio de suelo, brindado por la Municipalidad de Rafaela, de una alcantarilla situada en la misma localidad.

Por los datos obtenidos en el estudio antes mencionado, se presume que la cimentación deberá ser profunda. Partiendo de ésa base y con la ayuda de bibliografía adecuada¹⁹ se comenzó el cálculo con el predimensionado del estribo, materializado como muro de contención. Figura 56.a y 56.b.

¹⁹ Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja m. Das. Quinta edición.

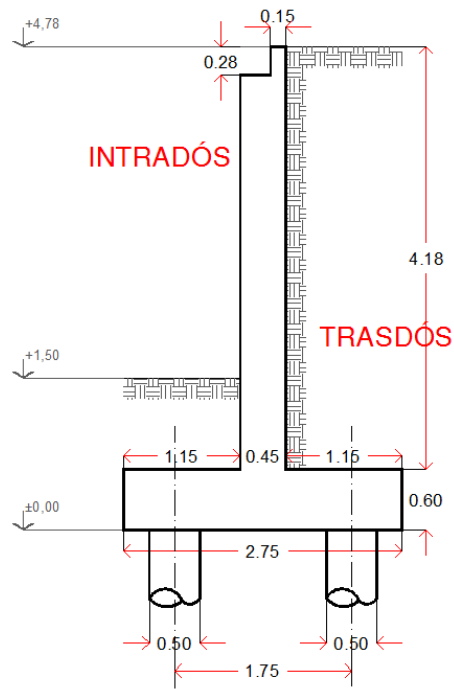


Figura 56.a: Corte A-A muro de contención.

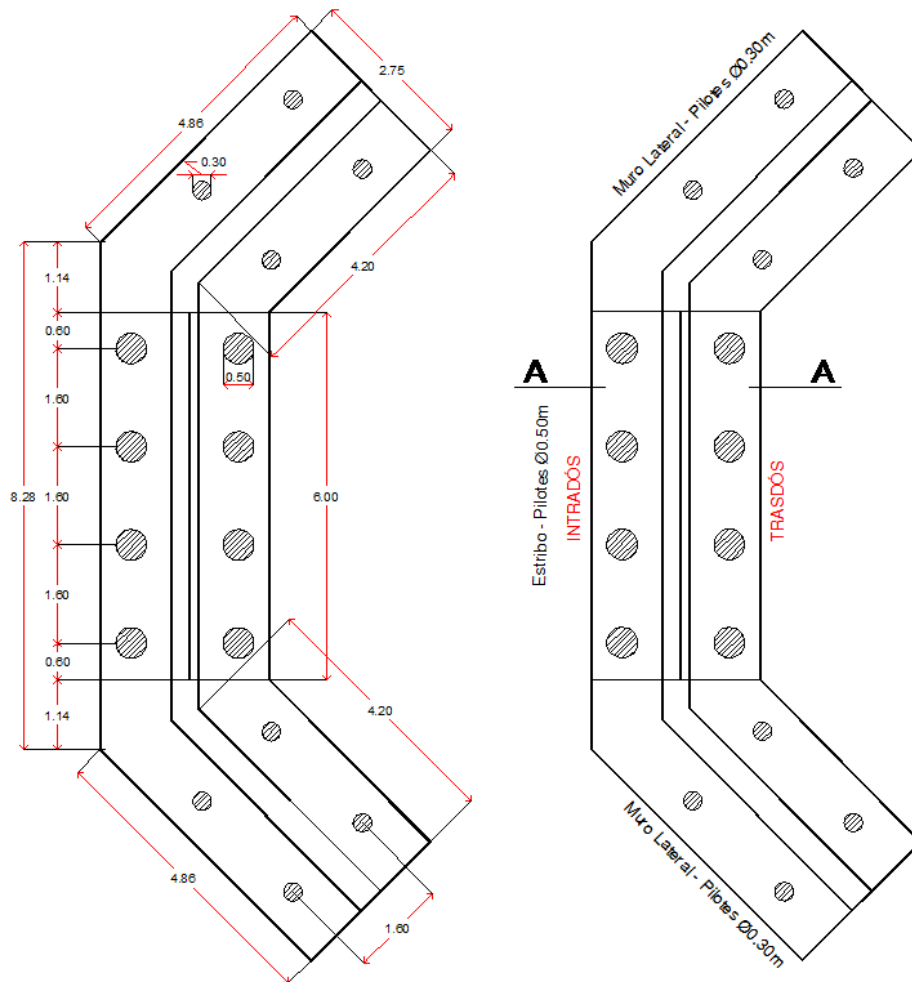


Figura 56.b: Planta muro de contención.

Para el cálculo del estribo se tuvo en cuenta cada una de las cargas que llegan a él y las distintas combinaciones posibles, para encontrar la situación más desfavorable a la cual estará sometido el mismo.

- ESTADO 1 (E1): Puente descargado + Empuje de suelo + Losa de aproximación.
- ESTADO 2 (E2): Puente cargado + Empuje de suelo + Losa de aproximación + Frenado.
- ESTADO 3 (E3): Empuje de suelo sumergido por elevación del nivel de napa + Carga del puente + Frenado.
- ESTADO 4 (E4): Empuje de suelo en estado natural + Carga del puente + Frenado + Agua en el cauce.

4.2. DESARROLLO

Datos para el cálculo:

φ	21°
Cohesión	$30 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$
γ_{Suelo}	$15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$
Tipo H°	H-21

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) = 0,47 \quad (32)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) = 2,12 \quad (33)$$

4.2.1 Estado 1

Puente descargado + Empuje de suelo (Figura 57) + Losa de aproximación (Figura 58).

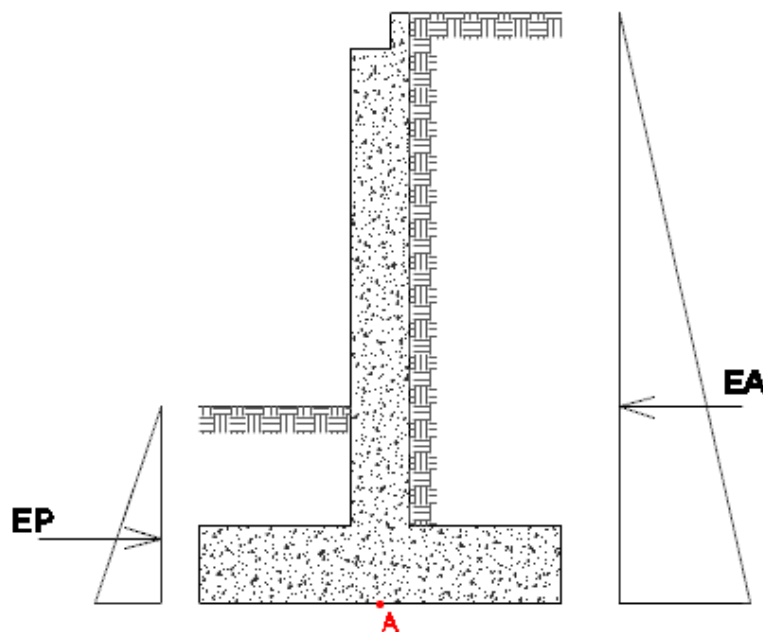


Figura 57: Empujes activo y pasivo.

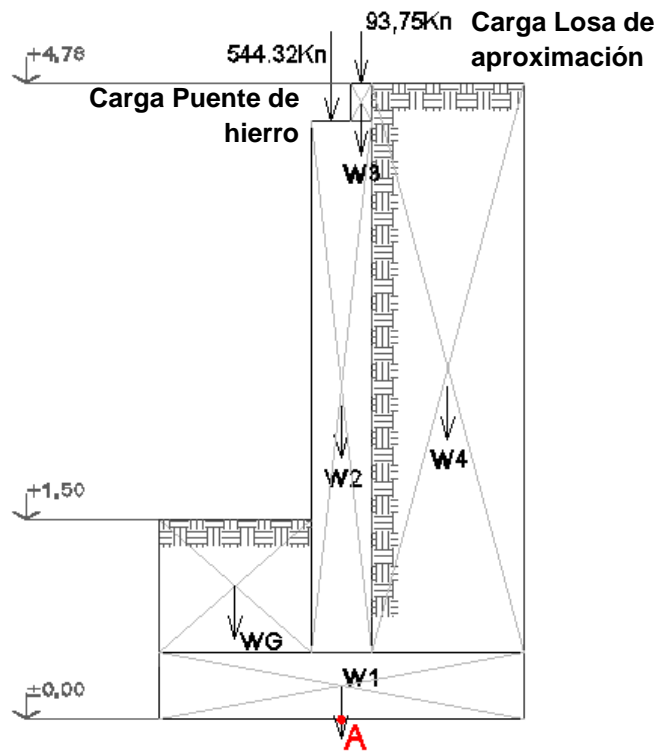


Figura 58: Cargas actuantes Estado 1.

A continuación se obtienen las presiones:

Empuje Activo en la longitud del muro.

$$P_a: \left(\frac{1}{2} K_a \times h^2 \times \gamma_{\text{Suelo}} \right) \quad (34)$$

$$P_a: \left(\frac{1}{2} 0,47 \times (4,78\text{m})^2 \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P_a = 80,54 \frac{\text{KN}}{\text{m}} = 80,54 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 6\text{m} = 483,24\text{KN}$$

$$y = \frac{1}{3}h = 1,593 \text{ m}$$

Empuje Pasivo en la longitud del muro.

$$P_p: \left(\frac{1}{2} K_p \times h^2 \times \gamma_{\text{Suelo}} \right) \quad (35)$$

$$P_p: \left(\frac{1}{2} 2,12 \times (1,50\text{m})^2 \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P_a = 35,8 \frac{\text{KN}}{\text{m}} = 35,8 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 6\text{m} = 214,8\text{KN}$$

$$y = \frac{1}{3}h = 0,5 \text{ m}$$

Peso propio.

En la Tabla 11 se contemplan cada una de las secciones en las que se dividió el perfil del muro Figura 58 para poder determinar el peso propio del mismo.

Tabla 11: Pesos propios por longitud total.

$W_1 = 2,75 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 6\text{m}$	247,5 KN
$W_2 = 3,9 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \times 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 6\text{m}$	263,25 KN
$W_3 = 0,28 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 6\text{m}$	6,3 KN
$W_4 = 1,15 \text{ m} \times 4,18 \text{ m} \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 6\text{m}$	432,63 KN
$W_G = 1,15 \text{ m} \times 0,90 \text{ m} \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 6\text{m}$	93,15 KN
TOTAL	1042,83 KN

Momentos respecto al punto A.

En la Tabla 12 se reunieron todos los datos necesarios para poder determinar el valor del momento correspondiente al Estado 1.

Tabla 12: Cálculo de momentos Estado 1.

Fuerza	KN	Brazo de Palanca	Momento
EA	-483,24	1,59	-769,8
EP	214,8	0,5	107,4
W1	247,5	0	0,00
W2	263,25	0	0,00
W3	6,3	0,15	0,95
W4	432,63	0,8	346,10
WG	93,15	-0,8	-74,52
Peso Puente	544,32	-0,075	-40,82
Peso Losa aprox.	93,75	0,15	14,06
TOTAL			-416,63

$N = 1680,9 \text{ KN}$ $Q = -268,44 \text{ KN}$ $M = -416,63 \text{ KNm}$
--

En la Figura 59 se representa de manera gráfica los esfuerzos actuantes, resultado del Estado 1.

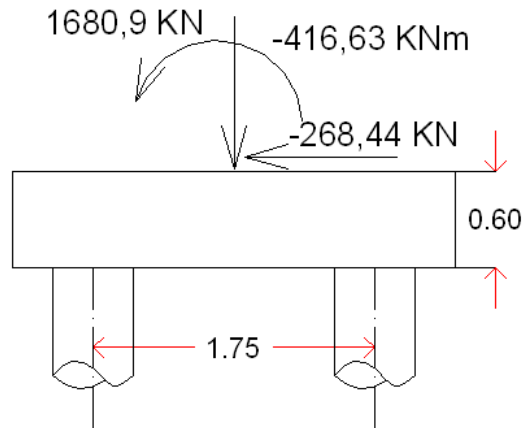


Figura 59: Cargas resultantes Estado 1.

4.2.2. Estado 2.

Puente cargado + Empuje de suelo. Figura 57 + Losa de aproximación + Frenado. Figura 60.

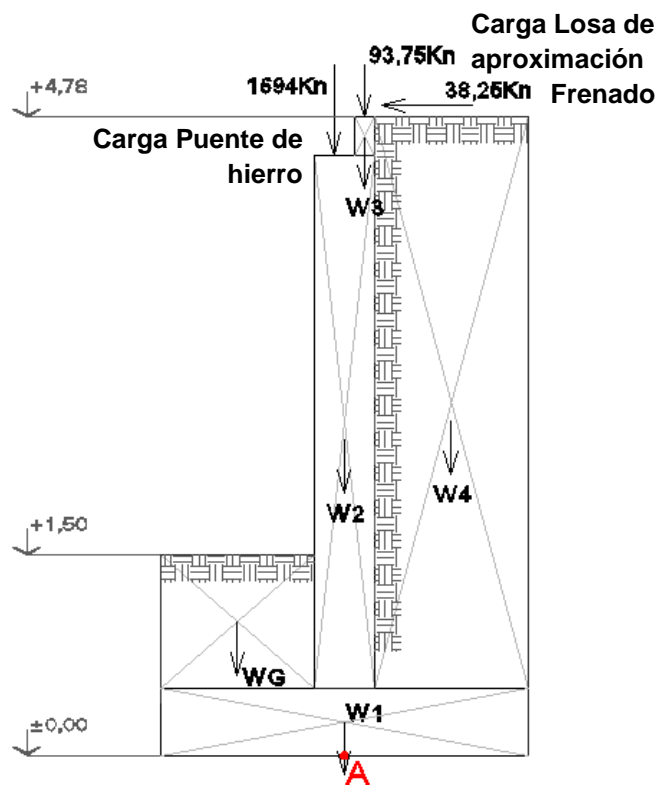


Figura 60: Cargas actuantes Estado 2

Momentos respecto al punto A.

En la Tabla 13 se reunieron todos los datos necesarios para poder determinar el valor del momento correspondiente al Estado 2. En la Figura 61 se puede apreciar los valores de los esfuerzos actuantes, resultado del Estado 2.

Tabla 13: Cálculo de momentos Estado 2.

Fuerza	KN	Brazo de Palanca	Momento
EA	-483,24	1,59	-769,8
EP	214,8	0,5	107,4
W1	247,5	0	0,00
W2	263,25	0	0,00
W3	6,3	0,15	0,95
W4	432,63	0,8	346,10
WG	93,15	-0,8	-74,52
Peso Puente	1694	-0,075	-127,05
Peso Losa aprox.	93,75	0,15	14,06
Frenado	-38,25	4,78	-182,84
TOTAL			-685,7

$N = 2830,6 \text{ KN}$ $Q = -306,7 \text{ KN}$ $M = -685,7 \text{ KNm}$
--

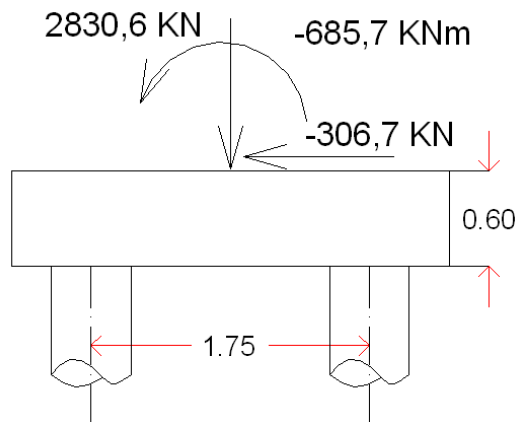


Figura 61: Cargas resultantes Estado 2.

4.2.3. Estado 3.

Puente cargado + Empuje de suelo sumergido por elevación del nivel de napa. Figura 62 + Losa de aproximación + Frenado. (Figura 60).

Respecto al estado E3, existen pocas posibilidades de que el nivel de napa en trasdós sea tal que alcance el máximo, ya que el agua de la napa drena de manera constante hacia el canal, pero considerando un caso eventual se verifica lo siguiente.

Peso específico suelo sumergido:

$$\gamma_{ss} = w_s - v_s \times \gamma_{agua}$$

w_s = Peso de la fase sólida de la muestra

v_s = Volumen de la fase sólida de la muestra

γ_{agua} = Peso específico del agua

$$\gamma_{ss} = 15 \text{ Kn} - 1 \text{ m}^3 \times 10 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3} = 5 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3}$$

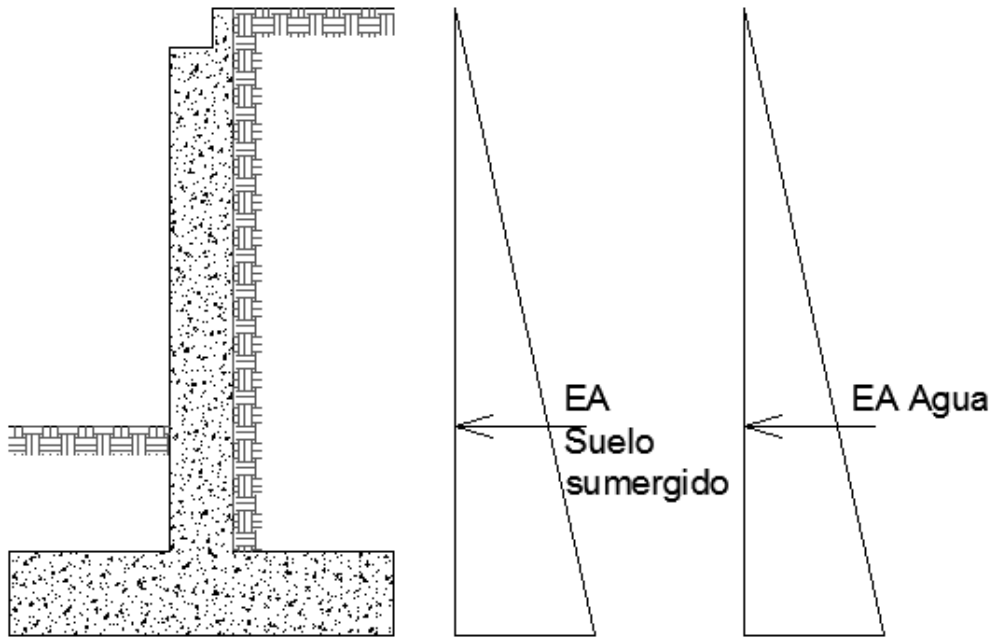


Figura 62: Cargas resultantes Estado 3.

$$\gamma_{ss} = 5 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{agua} = 10 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3}$$

Realizando la superposición de efectos, se puede observar en la Figura 62 que la presión que ejerce el suelo sumergido más la presión que ejerce el agua, es similar a la presión obtenida del suelo en estado natural.

Empuje suelo sumergido + Empuje del agua = Empuje de suelo en estado natural.

No es necesario calcular el muro para este estado ya que se calculó anteriormente con una presión similar y verifica.

4.2.4 Estado 4.

Puente cargado + Empuje de suelo en estado natural. Figura 57 + Losa de aproximación + Frenado. Figura 60 + Agua en el cauce. Figura 63.

Se demuestra que el agua al tener un valor de peso específico menor al del suelo en estado natural, los empujes van a ser distintos.

El empuje del agua será menor que el empuje del suelo natural, es decir que el primero, colaborará con la estabilidad del estribo.

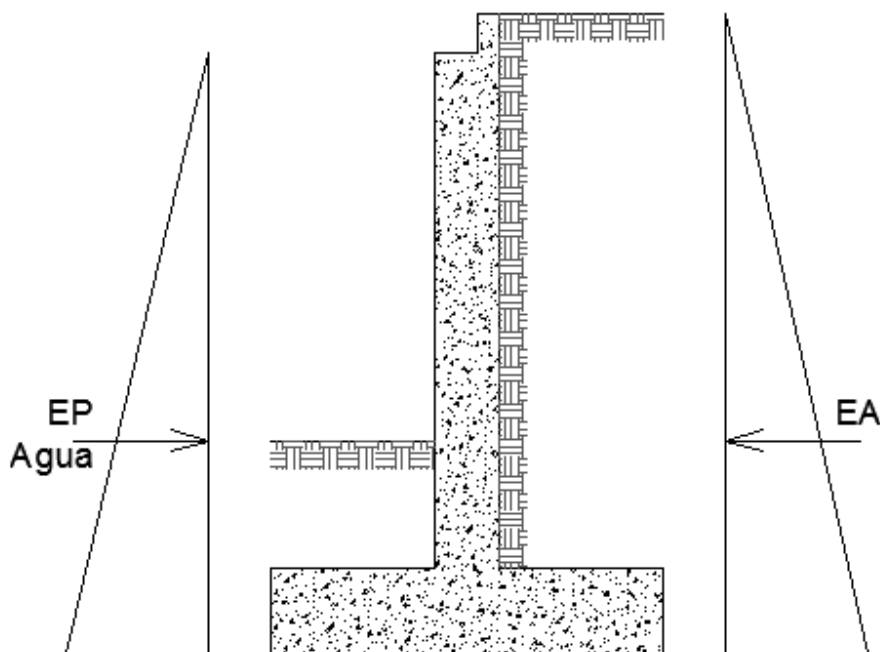


Figura 63: Cargas resultantes Estado 4.

4.1. CÁLCULO PILOTES

Debido a que los resultados de los esfuerzos a los que serán sometidos los pilotes, arrojados por el Estado de Carga 2 fueron superiores a los del Estado de Carga 1, para el cálculo de los mismos se considerarán los valores resultantes del Estado 2.

Datos:

Tipo H°	H - 21
$\sigma_{\text{adm rozamiento}}$ de - 4,5m a - 5m	$0,250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
$\sigma_{\text{adm rozamiento}}$ de - 5m a - 9m	$0,350 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
$\sigma_{\text{adm rozamiento}}$ de - 10m a - 13m	$0,38 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
$\sigma_{\text{adm punta}}$ de - 10m a - 13m	$2,5 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
$M = -685,7\text{KNm}$	Long. pilotes = 8,50m
$N = 2830,6\text{KN}$	\emptyset pilotes = 0,50m
d(separación entre eje de pilotes) = 1,75m	
N° pilotes = 8	

$$N_{\text{pilote}} = \frac{N}{N^{\circ} \text{ Pilotes}} \mp \frac{M}{\frac{N^{\circ} \text{ Pilotes}}{2}} \quad (36)$$

$$N_{\text{pilote}} = 255,9 \text{ KN (25,6 Tn)}$$

$$N_{\text{pilote}} = 451,8 \text{ KN (45,2 Tn)}$$

$$\text{Padm. rozamiento} = \tau_{\text{adm}} \times \text{perímetro pilote} \times \text{Long. estrato} \quad (37)$$

$$\text{Padm. rozamiento}_{-4,78 \text{ a } -5} = 0,25 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 50 \text{ cm} \times \pi \times 22 \text{ cm} = 863,94 \text{ Kg}$$

$$\text{Padm. rozamiento}_{-5 \text{ a } -10} = 0,35 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 50 \text{ cm} \times \pi \times 500 \text{ cm} = 27488,9 \text{ Kg}$$

$$\text{Padm. rozamiento}_{-10 \text{ a } -13} = 0,38 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 50 \text{ cm} \times \pi \times 300 \text{ cm} = 17907,1 \text{ Kg}$$

$$\text{Padm. punta} = \text{Área pilote} \times \sigma_{\text{adm}} \quad (38)$$

$$\text{Padm. punta}_{-5 \text{ a } 13} = \pi \times (25 \text{ cm})^2 \times 2,5 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 4908,74 \text{ Kg}$$

$$\text{Padm. total} = 51168,34 \text{ Kg (51,2 Tn)}$$

$P_{\text{adm pilote}} \geq P_{\text{trab. pilote}}$	VERIFICA
--	----------

4.1.1. Armaduras de pilotes

$$\beta_r = 175 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \approx 1,75 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \quad \mu_o = \text{Cuantía geométrica}$$

$$\beta_s = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \approx 42 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$A_{\text{pilote}} = 1963,5 \text{ cm}^2$$

$$A_s = -\frac{1}{\beta_s} \times (-2,1 \times N_{\text{pilote}} + A_{\text{pilote}} \times \beta_r) \quad (39)$$

$$A_s = -\frac{1}{42 \text{ KN/cm}^2} \times (-2,1 \times 451,8 \text{ KN} + 1963,5 \text{ cm}^2 \times 1,75 \text{ KN/cm}^2) =$$

$$A_s = 59,22 \text{ cm}^2$$

$$\mu_o = \frac{A_s}{A_b} = 0,008 \quad (40)$$

$$A_s = 0,008 \times A_p = 15,71 \text{ cm}^2 \rightarrow \mathbf{8 \text{ } \emptyset \text{ 16mm}}$$

$$A_s \text{ Zuncho} = \emptyset \mathbf{10mm} \text{ cada } \mathbf{20cm}$$

Ver disposición de armaduras en Anexo VI: Planos.

4.2. VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

$$K_1 \text{ y } K_2 = 2/3$$

$$FS_{\text{desliz.}} = \frac{\sum F_{\text{Resistentes}}}{\sum F_{\text{Empuje}}} \geq 1,50 \quad (41)$$

$$FS_{desliz.} = \frac{(\sum F_v) \times \text{tng } K_1 \varphi + 2,75 K_2 C + P_p}{P_a + F_{Frenado}} \geq 1,50$$

$$FS_{desliz.} = \frac{2830,6 \text{KN} \times 0,364 + 330 \text{KN} + 214,8 \text{KN}}{-483,24 \text{KN} - 38,25 \text{KN}} = 3,02 \geq 1,50 \quad \text{VERIFICA}$$

4.3. CÁLCULO MURO

4.3.1. Armadura

Empuje Activo en un metro lineal de muro resulta:

De la ecuación (34) $P_a: \left(\frac{1}{2} K_a \times h^2 \times \gamma_{\text{Suelo}}\right)$

$$P_a: \left(\frac{1}{2} 0,47 \times (4,18 \text{m})^2 \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}\right)$$

$$P_a: 61,59 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{muro}} = \left(-61,59 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 1,393 \text{m}\right) + (-38,25 \text{KN} \times 4,18 \text{m}) = -245,7 \text{KNm}$$

En la Figura 64 se puede apreciar el diagrama de momento máximo.

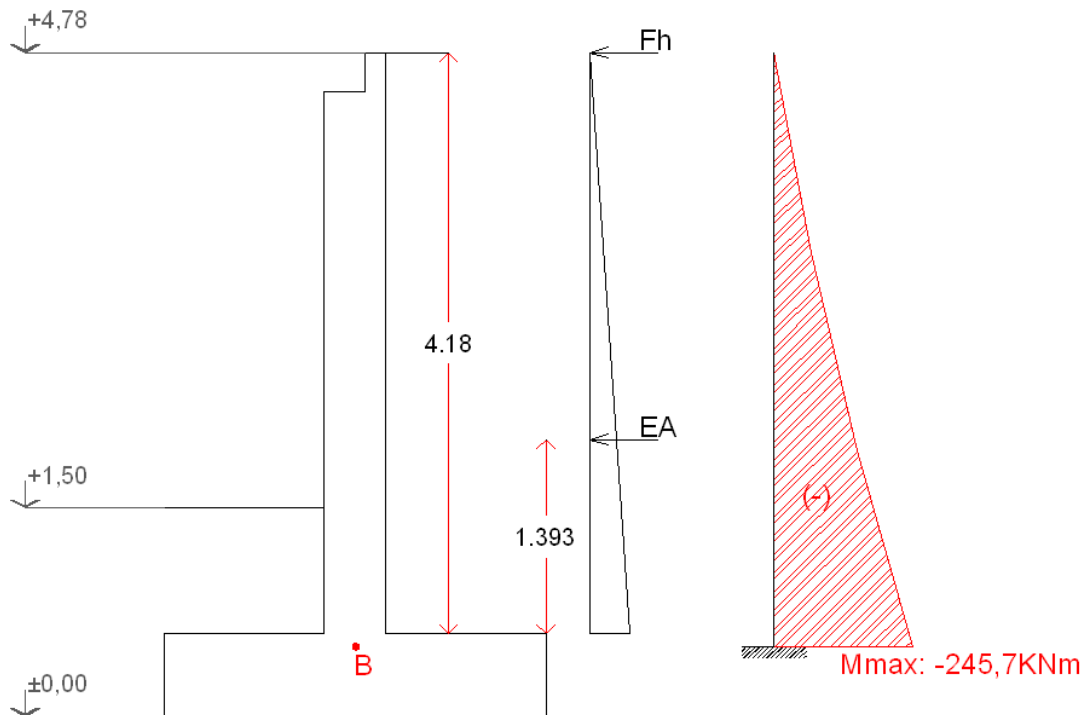


Figura 64: Momento en muro.

de la ecuación (18) $Kh = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_{\text{máx}}}{b}}}$

$$K_h = \frac{43\text{cm}}{\sqrt{\frac{24,6 \frac{\text{Tnm}}{\text{m}}}{1\text{m}}}} = 8,67 \quad K_s = 0,46$$

de la ecuación (9) $As = 0,46 \times \frac{24,6\text{tnm}}{0,43\text{m}}$
 $As = 26,32 \text{ cm}^2$ **1 Ø 20mm cada 11,5cm**
de la ecuación (10) $As \text{ sec.} = \frac{1}{5} As$
 $As \text{ sec.} = 5,26 \text{ cm}^2$ **1 Ø 10mm cada 14,5cm**

Ver disposición de armaduras en Anexo VI: Planos.

4.3.2. Verificación al corte de muro

A continuación se puede apreciar la posición de la carga actuante a una altura de h/2 del muro. Figura 65.

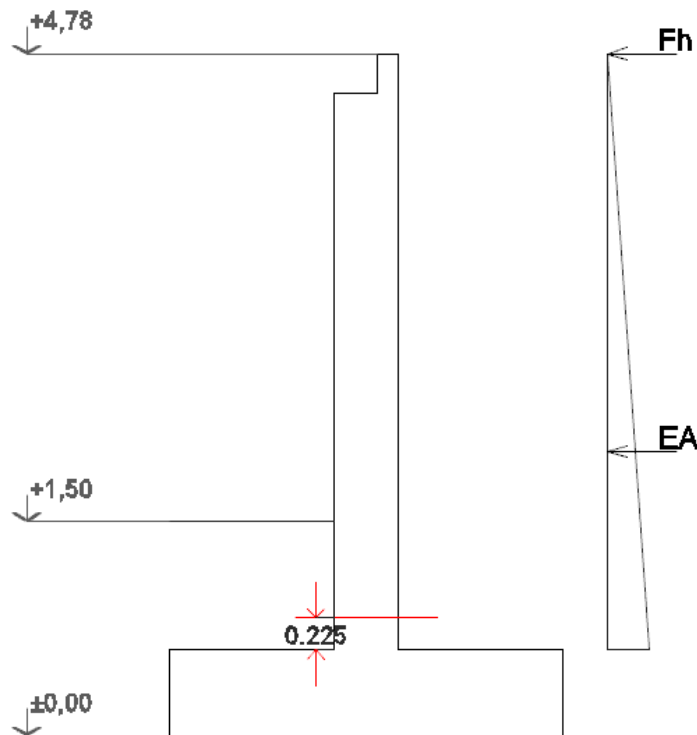


Figura 65: Corte en h/2 del muro.

$$Q = -99,84 \text{ KN}$$

de la ecuación (12) $\tau_0 = \frac{Q}{b \times k_z} = \frac{-99,84\text{KN}}{100 \text{ cm} \times 0,9 \times 43\text{cm}} = 0,026 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} > 0,05 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$

No es necesario agregar armadura de corte en el muro.

4.3.3. Armadura de solera

En la Figura 66 se observa la carga utilizada y el punto donde se tomará momento. Se tiene en cuenta la reacción de un pilote evaluado en un metro lineal de muro. Se considera ese punto ya que la solera se supone como una viga en voladizo empotrada en el encuentro del muro.

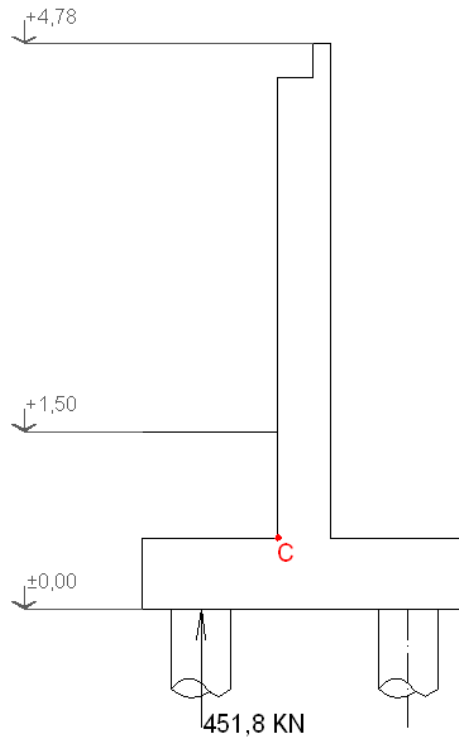


Figura 66: Momento en solera.

$$M_{\text{empotramiento}} = P \times L$$

(42)

$$M_{\text{empotramiento}} = 451,8\text{KN} \times 0,65\text{m} = 293,7\text{KNm}$$

De la ecuación (20)
$$K_h = \frac{55\text{cm}}{\sqrt{\frac{29,4 \frac{\text{Tnm}}{\text{m}}}{1\text{m}}}} = 10,14 \quad K_s = 0,45$$

de la ecuación (9)
$$A_s = 0,45 \times \frac{29,4 \frac{\text{Tnm}}{\text{m}}}{0,55\text{m}}$$

$$A_s = 24,05 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{1 \text{ } \varnothing \text{ 20mm cada 13cm}}$$

de la ecuación (10)
$$A_{s \text{ sec.}} = \frac{1}{5} A_s$$

$$A_{s \text{ sec.}} = 4,81 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{1 \text{ } \varnothing \text{ 10mm cada 16cm}}$$

$$A_{s \text{ de piel.}} = 0,08 A_s$$

$$A_{s \text{ de piel.}} = 1,92 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{1 \text{ } \varnothing \text{ 8mm cada 20cm}}$$

Ver disposición de armaduras en Anexo VI: Planos.

4.3.4. Verificación al corte solera

A continuación se puede apreciar la posición de la carga actuante a una altura de h/2 de la solera. Figura 67.

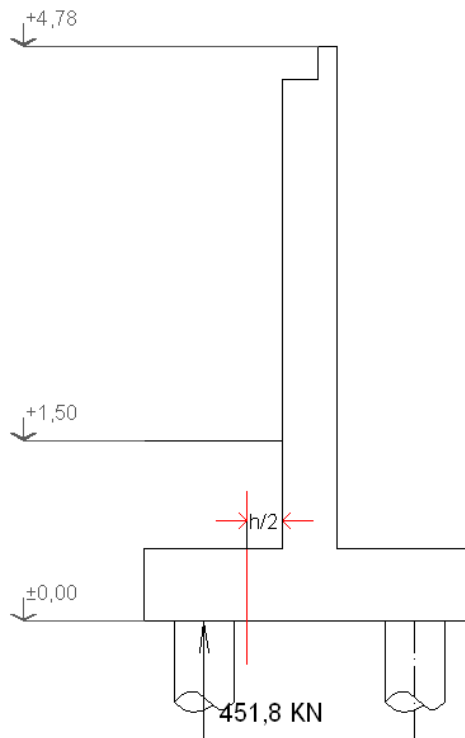


Figura 67: Corte en h/2 de la solera.

$$\text{De la ecuación (43)} \quad \tau_0 = \frac{Q}{b \times k_z} = \frac{451,8 \frac{\text{KN}}{\text{m}}}{100 \text{ cm} \times 0,9 \times 55 \text{ cm}} = 0,09 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_0 \leq \tau_{011} \left(0,05 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \right) = \text{NO VERIFICA} \quad (43)$$

No verifica, por consiguiente se deberá colocar armadura en la solera para absorber el esfuerzo de corte.

$$\tau_{012} \left(0,075 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \right) \leq 0,09 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \leq \tau_{02} \left(0,18 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$\tau = \frac{(\tau_0)^2}{\tau_{02}} = \frac{\left(0,09 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \right)^2}{0,18 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}} = 0,045 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \quad (44)$$

t = Separación de estribos

τ = Tensión de corte absorbida por los estribos

A_{sb} = Sección de la barra que constituye el estribo

b₀ = Ancho mínimo de la sección

n = Número de ramas de los estribos

$$\sigma_{st} = \text{Tensión de cálculo del acero} = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 24 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$t = \frac{A_{sb} \times \sigma_{St} \times n}{b_0 \times \tau} \quad (45)$$

$$t = \frac{0,785 \text{ cm}^2 \times 24 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \times 2}{100 \text{ cm} \times 0,045 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}} = 8,37$$

1 Ø 10mm cada 8cm

4.4. VERIFICACIÓN AL PUNZONADO

c=Ø de pilote= 50cm

$\alpha_e = 1,3$

$$hm = \frac{hx + hy}{2} \quad (46)$$

$$hm = \frac{55 \text{ cm} + 54}{2} = 54,5 \text{ cm}$$

$$dR = 50 \text{ cm} + 54,5 \text{ cm} = 104,5 \text{ cm} \quad (47)$$

$$dK = 50 \text{ cm} + 2 \times 54,5 \text{ cm} = 159 \text{ cm} \quad (48)$$

$$\mu = \pi \times 104,5 \text{ cm} = 328,3 \text{ cm} \quad (49)$$

$$\tau_R = \frac{Q_R}{\mu \times hm} \quad (50)$$

$$\tau_R = \frac{451,8 \text{ KN}}{328,3 \text{ cm} \times 54,5 \text{ cm}} = 0,025 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$\mu_{Gx} = \frac{A_{sx}}{dR \times hm} = \frac{24,16 \text{ cm}^2}{104,5 \text{ cm} \times 54,5 \text{ cm}} = 0,0042 \quad (51)$$

$$\mu_{Gy} = \frac{A_{sy}}{dR \times hm} = \frac{4,91 \text{ cm}^2}{104,5 \text{ cm} \times 54,5 \text{ cm}} = 0,00086 \quad (52)$$

$$\mu_{Gm} = \frac{\mu_{Gx} + \mu_{Gy}}{2} \times 100 = \frac{0,0042 + 0,00086}{2} \times 100 = 0,253 \quad (53)$$

$$\gamma_1 = 1,13 \times 1,3 \times \sqrt{\mu_{Gm}} = 0,74 \quad (54)$$

$$\gamma_2 = 0,45 \times 1,3 \times \sqrt{\mu_{Gm}} = 0,29 \quad (55)$$

$$\tau_R \leq \gamma_1 \times \tau_{011}$$

$$0,025 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \leq 0,037 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$$

No es necesario colocar armadura para absorber el esfuerzo de punzonado.

4.5. CALCULO MUROS LATERALES

A continuación se presentan, en un diagrama de cuerpo libre, las cargas actuantes en los muros de sostenimiento laterales. Figura 68.

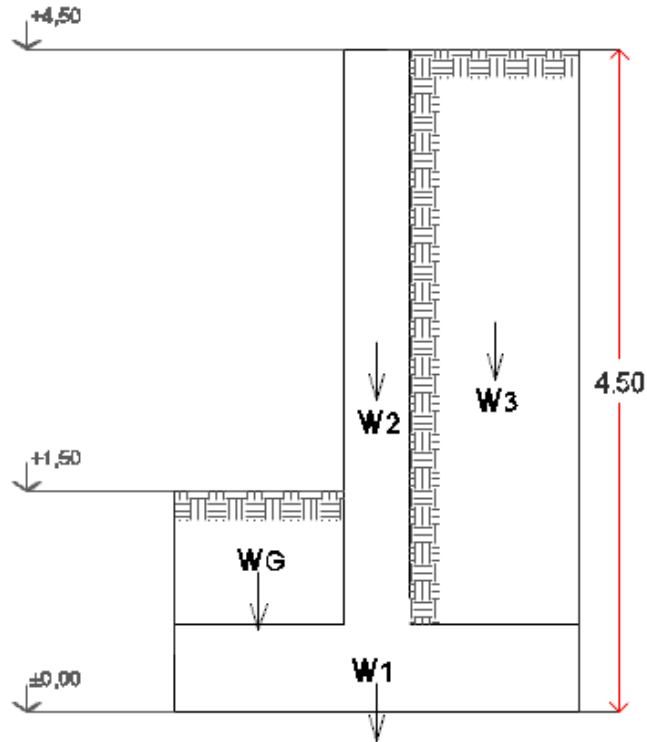


Figura 68: Cargas muro lateral.

En la Tabla 14 se contemplan cada una de las secciones en las que se dividió el perfil del muro (Figura 68) para poder determinar el peso propio del mismo.

Tabla 14: Pesos propios por longitud total de muro lateral.

$W_1 = 2,75 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 4,2\text{m}$	173,3 KN
$W_2 = 3,9 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \times 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 4,2\text{m}$	184,3 KN
$W_3 = 1,15 \text{ m} \times 4,18 \text{ m} \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 4,2\text{m}$	302,8 KN
$W_G = 1,15 \text{ m} \times 0,90 \text{ m} \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 4,2\text{m}$	62,2 KN
Total =	722,6 KN

Empuje Activo en la longitud del muro resulta:

$$\text{De la ecuación (34)} \quad P_a: \left(\frac{1}{2} K_a \times h^2 \times \gamma_{\text{Suelo}} \right)$$

$$P_a: \left(\frac{1}{2} 0,47 \times (4,50\text{m})^2 \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P_a = 71,4 \frac{\text{KN}}{\text{m}} = 71,4 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 4,20\text{m} = -300\text{KN}$$

$$y = \frac{1}{3} h = 1,50 \text{ m}$$

Empuje Pasivo en la longitud del muro resulta:

$$P_p: \left(\frac{1}{2} K_p \times h^2 \times \gamma_{\text{Suelo}} \right)$$

$$P_p: \left(\frac{1}{2} 2,12 \times (1,50\text{m})^2 \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P_a = 35,8 \frac{\text{KN}}{\text{m}} = 35,8 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 4,20\text{m} = 150,4\text{KN}$$

$$y = \frac{1}{3} h = 0,5 \text{ m}$$

La Figura 69 muestra la ubicación del punto de giro del muro lateral. Punto A.

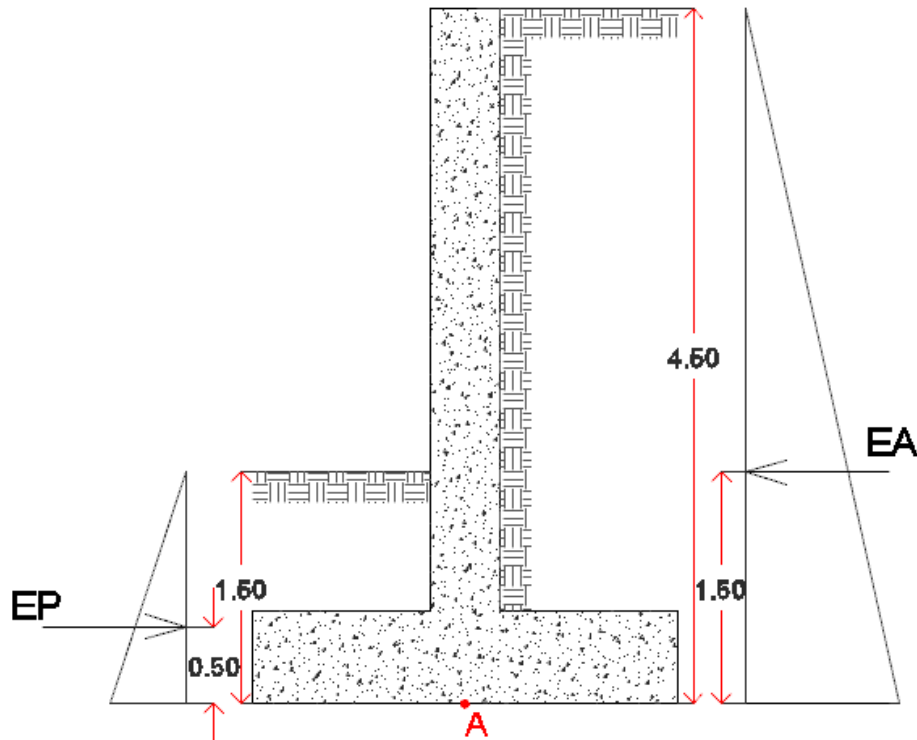


Figura 69: Muro lateral, punto A de giro.

En la Tabla 15 se reunieron todos los datos necesarios para poder determinar el valor del momento. En la Figura 70 se pueden apreciar los valores de los esfuerzos actuantes.

Tabla 15: Cálculo de momentos muro lateral.

Fuerza	KN	Brazo de Palanca	Momento
EA	-300	1,5	-450
EP	150,4	0,5	75,2
W1	173,3	0	0,00
W2	184,3	0	0,00
W3	302,8	0,8	242,24
WG	62,2	-0,8	-49,76
TOTAL			-182,32

$N = 722,6 \text{ KN}$ $Q = -149,6 \text{ KN}$ $M = -182,32$
--

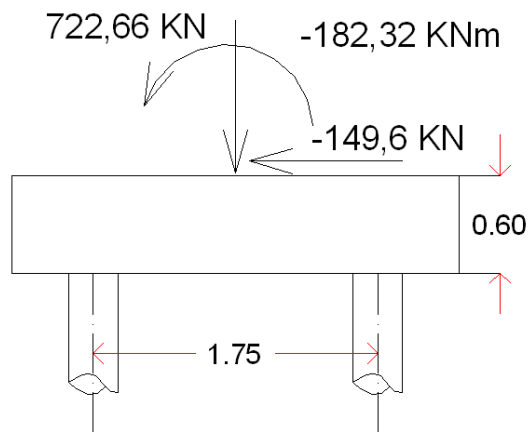


Figura 70: Cargas resultantes Muro lateral.

4.6. CÁLCULO PILOTES

Datos:

Tipo H°	H - 21
σ_{adm} rozamiento de - 4,5m a - 5m	$0,250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
σ_{adm} rozamiento de - 5m a - 9m	$0,350 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
σ_{adm} rozamiento de - 10m a - 13m	$0,38 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

$\sigma_{adm\ punta}$ de - 10m a - 13m $2,5 \frac{Kg}{cm^2}$
 $M = -182,32KNm$ Long. pilotes = 8,5m
 $N = 722,6KN$ \emptyset pilotes = 0,30m
 $d(\text{separación entre eje de pilotes}) = 1,75m$
 $N^\circ \text{ pilotes} = 4$

$$\text{De la ecuación (36)} \quad N_{pilote} = \frac{N}{N^\circ \text{ Pilotes}} \mp \frac{\frac{M}{d}}{\frac{N^\circ \text{ Pilotes}}{2}}$$

$$N_{pilote} = 128,6KN (12,9Tn)$$

$$N_{pilote} = 232,74 KN (23,3Tn)$$

Padm. rozamiento = τ_{adm} x perímetro pilote x Long. estrato

$$\text{Padm. rozamiento}_{-4,78 \text{ a } -5} = 0,25 \frac{Kg}{cm^2} \times 30cm \times \pi \times 22cm = 518,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Padm. rozamiento}_{-5 \text{ a } -10} = 0,35 \frac{Kg}{cm^2} \times 30cm \times \pi \times 500cm = 16493,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Padm. rozamiento}_{-10 \text{ a } -13} = 0,38 \frac{Kg}{cm^2} \times 30cm \times \pi \times 300cm = 10744,25 \text{ Kg}$$

Padm. punta = Area pilote x σ_{adm}

$$\text{Padm. punta}_{-5 \text{ a } 13} = \pi \times (15cm)^2 \times 2,5 \frac{Kg}{cm^2} = 1767,15 \text{ Kg}$$

$$\text{Padm. total} = 29523,2 \text{ Kg} (29,5Tn)$$

$P \text{ adm pilote} \geq P \text{ trab. pilote}$	VERIFICA
--	----------

4.6.1. Armaduras de pilotes

$$\beta_r = 175 \frac{kg}{cm^2} \approx 1,75 \frac{KN}{cm^2}$$

μ_o = Cuantía geométrica

$$\beta_s = 4200 \frac{kg}{cm^2} \approx 42 \frac{KN}{cm^2}$$

$$A_{pilote} = 706,86 \text{ cm}^2$$

$$\text{De la ecuación (39)} \quad A_s = -\frac{1}{\beta_s} \times (-2,1 \times N_{pilote} + A_{pilote} \times \beta_r)$$

$$A_s = -\frac{1}{42 \text{ KN/cm}^2} \times (-2,1 \times 232,74 \text{ KN} + 706,86 \text{ cm}^2 \times 1,75 \text{ KN/cm}^2) =$$

$$A_s = 17,82 \text{ cm}^2$$

$$\text{De la ecuación (40)} \quad \mu_o = \frac{A_s}{A_b} = 0,008$$

$$A_s = 0,008 \times A_b = 5,65 \text{ cm}^2 \rightarrow \quad \mathbf{5 \emptyset 12mm}$$

$A_s \text{ Zuncho} = \emptyset \mathbf{8mm}$ cada 20cm (Ver Anexo VI: Planos).

4.7. VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

K_1 y $K_2 = 2/3$

$$\text{De la ecuación (41)} \quad FS_{\text{desliz.}} = \frac{\sum F_{\text{Resistentes}}}{\sum F_{\text{Empuje}}} \geq 1,50$$

$$FS_{\text{desliz.}} = \frac{(\sum F_v) \times \text{tng } K_1 \varphi + 2,75 K_2 C + P_p}{P_a} \geq 1,50$$

$$FS_{\text{desliz.}} = \frac{722,6\text{KN} \times 0,364 + 330\text{KN} + 150,4\text{KN}}{-300\text{KN}} = 2,48 \geq 1,50$$

4.8. MURO LATERAL

4.8.1. Armadura

Empuje Activo en un metro lineal de muro resulta:

$$\text{De la ecuación (34)} \quad P_a: \left(\frac{1}{2} K_a \times h^2 \times \gamma_{\text{Suelo}} \right)$$

$$P_a: \left(\frac{1}{2} 0,47 \times (3,90\text{m})^2 \times 15 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P_a: 53,62 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{muro}} = \left(-53,62 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 1,3\text{m} \right) = -69,71 \text{KNm}$$

En la Figura 71 se puede apreciar el diagrama de momento máximo del muro lateral.

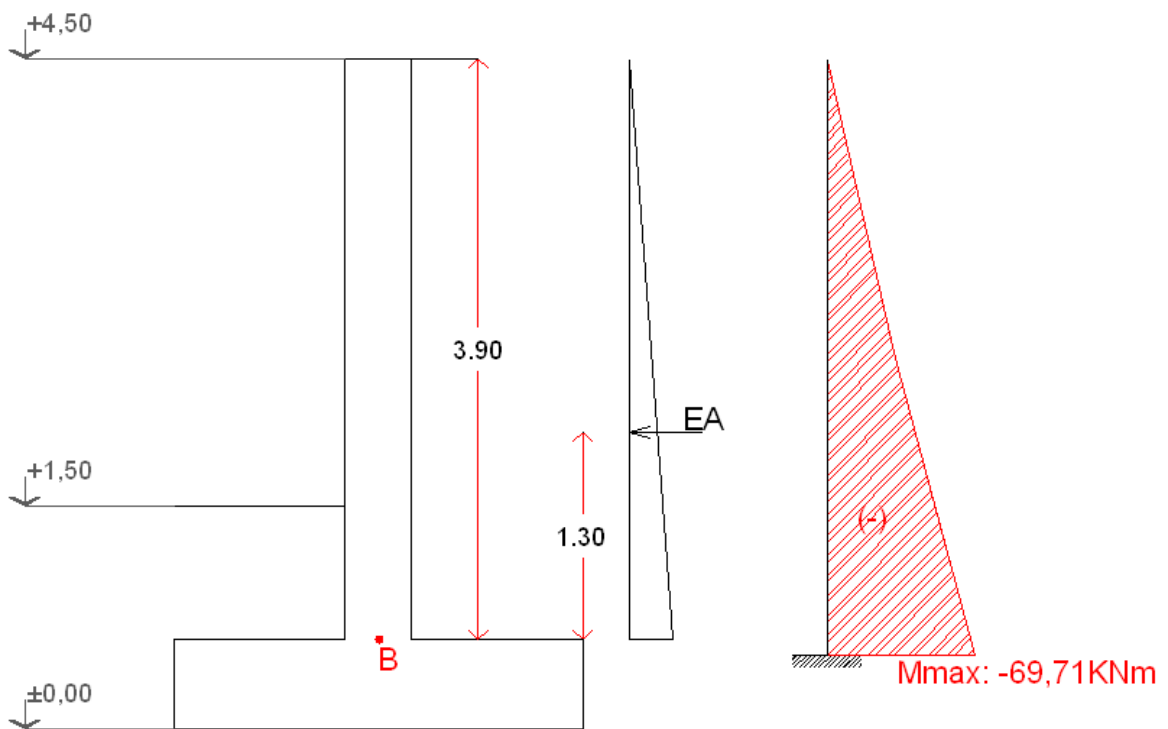


Figura 71: Momento en muro lateral.

$$\text{De la ecuación (18)} \quad K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_{\text{máx}}}{b}}}$$

$$K_h = \frac{43\text{cm}}{\sqrt{\frac{7 \frac{\text{Tnm}}{\text{m}}}{1\text{m}}}} = 16,25 \quad K_s = 0,44$$

$$\text{De la ecuación (9)} \quad A_s = 0,44 \times \frac{7\text{tnm}}{0,43\text{m}} = 7,16 \text{ cm}^2$$

1 Ø 10mm cada 10,5cm

$$\text{De la ecuación (10)} \quad A_s \text{ sec.} = \frac{1}{5} A_s = 1,43 \text{ cm}^2$$

1 Ø 8mm cada 20cm

Ver disposición de armaduras en Anexo VI: Planos.

4.8.2. Verificación al corte del muro.

A continuación se puede apreciar la posición de la carga actuante a una altura de $h/2$ del muro. Figura 72.

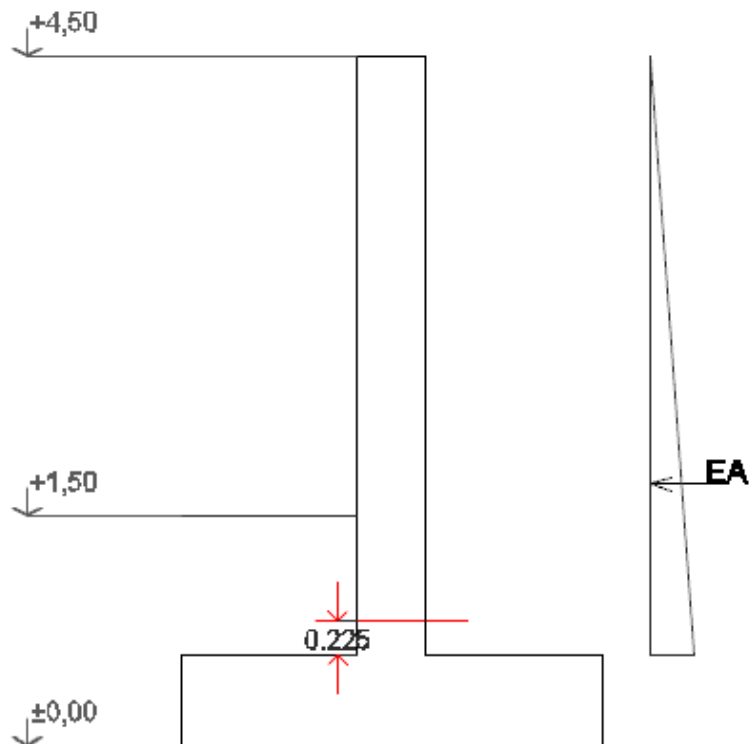


Figura 72: Corte en $h/2$ del muro lateral.

$$Q = -53,52 \text{ KN}$$

$$\text{De la ecuación (43)} \quad \tau_0 = \frac{Q}{b \times k_z} = \frac{-53,52\text{KN}}{100 \text{ cm} \times 0,9 \times 43\text{cm}} = 0,014 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} < 0,05 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

No es necesario agregar armadura de corte en el muro.

4.8.3. Armadura de solera

En la Figura 73 se observa la carga utilizada y el punto donde se tomará momento. Se tiene en cuenta la reacción de un pilote evaluado en un metro lineal de muro. Se considera ese punto ya que la solera se supone como una viga en voladizo empotrada en el encuentro del muro.

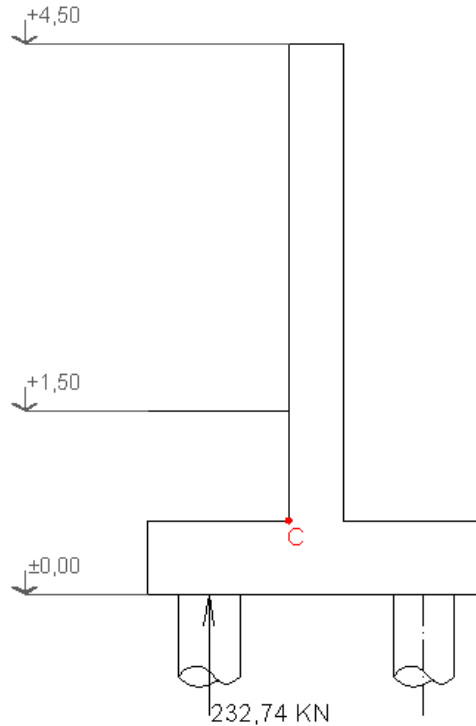


Figura 73: Momento de la solera de muro lateral.

De la ecuación (44) $M_{\text{empotramiento}} = PxL$

$$M_{\text{empotramiento}} = 232,74 \text{ kN} \times 0,65 \text{ m} = 151,3 \text{ kNm}$$

$$\text{De la ecuación (18)} \quad K_h = \frac{55 \text{ cm}}{\sqrt{\frac{15,1 \frac{\text{Tnm}}{\text{m}}}{1 \text{ m}}}} = 14,2 \quad K_s = 0,44$$

$$\text{De la ecuación (9)} \quad A_s = 0,44 \times \frac{15,1 \frac{\text{Tnm}}{\text{m}}}{0,55 \text{ m}} = 12 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{1 \text{ } \varnothing \text{ 16mm cada 16,5cm}}$$

$$\text{De la ecuación (10)} \quad A_{s \text{ sec.}} = \frac{1}{5} A_s = 2,4 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{1 \text{ } \varnothing \text{ 8mm cada 20cm}}$$

Ver disposición de armaduras en Anexo VI: Planos.

4.8.4. Verificación al corte de la solera

$$\text{De la ecuación (41)} \quad \tau_0 = \frac{Q}{b \times k_z} = \frac{232,74 \frac{\text{KN}}{\text{m}}}{100 \text{ cm} \times 0,9 \times 55 \text{ cm}} = 0,047 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_0 \leq \tau_{011} \left(0,05 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \right) \text{ VERIFICA}$$

No es necesario agregar armadura de corte en la solera.

4.9. VERIFICACIÓN AL PUNZONADO

$c = \emptyset$ de pilote = 30cm

$\alpha_e = 1,3$

$$\text{De la ecuación (46)} \quad hm = \frac{hx + hy}{2}$$

$$hm = \frac{55\text{cm} + 54}{2} = 54,5\text{cm}$$

$$\text{De la ecuación (47)} \quad dR = 30\text{cm} + 54,5\text{cm} = 84,5\text{cm}$$

$$\text{De la ecuación (48)} \quad dK = 30\text{cm} + 2 \times 54,5\text{cm} = 139\text{cm}$$

$$\text{De la ecuación (49)} \quad \mu = \pi \times 84,5\text{cm} = 265,5\text{cm}$$

$$\text{De la ecuación (50)} \quad \tau_R = \frac{Q_R}{\mu \times hm}$$

$$\tau_R = \frac{232,74\text{KN}}{265,5\text{cm} \times 54,5\text{cm}} = 0,016 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{De la ecuación (51)} \quad \mu_{Gx} = \frac{A_{sx}}{dR \times hm} = \frac{12,19\text{cm}^2}{84,5\text{cm} \times 54,5\text{cm}} = 0,00265$$

$$\text{De la ecuación (52)} \quad \mu_{Gy} = \frac{A_{sy}}{dR \times hm} = \frac{2,51\text{cm}^2}{84,5\text{cm} \times 54,5\text{cm}} = 0,00055$$

$$\text{De la ecuación (53)} \quad \mu_{Gm} = \frac{\mu_{Gx} + \mu_{Gy}}{2} \times 100 = \frac{0,00265 + 0,00055}{2} \times 100 = 0,16$$

$$\text{De la ecuación (54)} \quad \gamma_1 = 1,13 \times 1,3 \times \sqrt{\mu_{Gm}} = 0,59$$

$$\text{De la ecuación (55)} \quad \gamma_2 = 0,45 \times 1,3 \times \sqrt{\mu_{Gm}} = 0,23$$

$$\tau_R \leq \gamma_1 \times \tau_{011}$$

$$0,016 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \leq 0,03 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \quad \text{VERIFICA}$$

No resulta necesario colocar armadura para absorber el punzonado.

CAPITULO 5

PROYECTO PUENTE DE HORMIGON ARMADO

5.1. GENERALIDADES

Una vez finalizado el cálculo y verificación del puente de hierro existente, se realizará la comparación con el nuevo puente de hormigón armado. Se elegirá como obra de arte para salvar la luz existente, una Alcantarilla Tipo A2 según el Reglamento de Vialidad Provincial, la cual se detallará más adelante.

5.2. ALCANTARILLA

Las obras de arte como las alcantarillas son un instrumento que permite mantener los cursos naturales del agua, conservando el sistema original de escorrentía superficial de las cuencas. Corresponden a elementos estructurales proyectados en base a diseños tipo, que proveen dimensiones variables, entre determinados rangos, en cuanto a la sección, ancho, profundidad de fundación, pendiente, etc.

Pueden ser diseñadas con una luz simple máxima o con luces múltiples contiguas, según el caso que se presente. De acuerdo al material, pueden ser de hormigón armado y según el eje, rectas u oblicuas según corresponda.

También se pueden clasificar según el destino:

- Tipo A2 para los caminos comunales o privados.
- Tipo A2- Dirección Provincial de Vialidad (DPV) para Rutas Provinciales
- Alcantarillas Z-2915 para Rutas Nacionales

En el siguiente esquema se presenta una vista de la Alcantarilla tipo A2 de la Dirección Provincial de Vialidad. (Figura 74). En la misma se puede observar que las opciones en cuanto a dimensiones y diseño son varias, dependiendo de la necesidad puntual de cada obra.

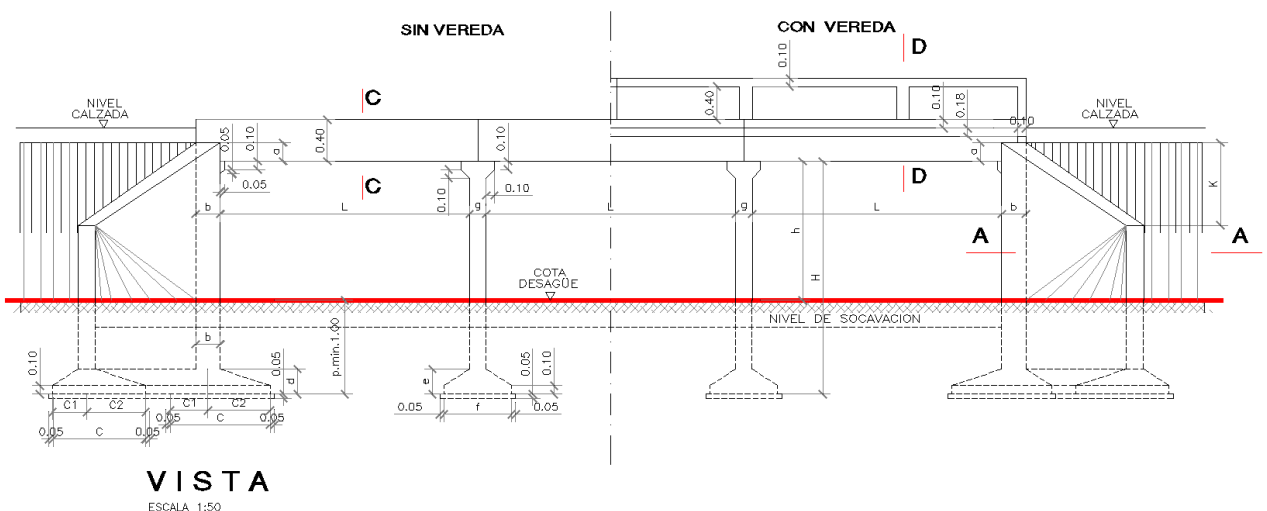


Figura 74: Esquema de alcantarilla tipo A2-DPV.

Se puede optar por diferentes dimensiones de luces normales al sentido de escurrimiento (L') según la luz en el sentido al eje del camino (L) que haya que salvar. Las opciones varían desde 2.50 metros a 5 metros.

En función de L' , antes mencionada y de la cota que considera la altura de intrados a la cota de fundación C.F. (H) se obtienen las demás variables.

En la tabla 16 se visualizan todas las dimensiones y características intervinientes para el diseño de la obra de arte en cuestión.

Tabla 16: Datos de la alcantarilla.

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA
Luz normal sentido escurrimiento	L' (m)
Cota de calzada	CC (m)
Cota de desagüe	CD (m)
Cota de fundación	CF (m)
Cota terreno natural	CTN (m)
Cantidad de tramos	T
Longitud s/eje de calle	L (m)
Altura de intradós a CF	H (m)
Ancho de calzada	AC (m)
Espesor estribo	b (m)
Altura zapata pila	e (m)
Espesor pila	g (m)
Diferencia altura extremos alas	k (m) 1:4
Ancho zapatas estribos	C (m)
Ancho menor zapata	C1(m)
Altura zapata estribos	d (m)
Ancho zapatas pilas	f (m)
Largo alas	j (m)
Espesor de losa	a (m)
Long. distrib. hierros estr.	m (m)
P1	CTN - CD : (m)
P2	Ancho excavación (m)
P3	Long. total de losa (m)
P4	CC - CD : (m)
AUX1	a (°) :

Dichas dimensiones se presentan en planillas brindadas por la Dirección Provincial de Vialidad, donde ingresando con las variables L' y H se obtienen las restantes, necesarias para el diseño completo de la alcantarilla.

Los cálculos realizados por la DPV contemplan una carga de camión de 36Tn según norma NB6 BRASILEÑA.

Es necesario hacer la salvedad de que las fundaciones de la presente alcantarilla serán sometidas a verificación previa ejecución. Esto se debe a que según los cálculos realizados para el Puente de Hierro es necesario fundar con pilotes debido a que así lo exigen las condiciones de suelo y la alcantarilla A2 - DPV está diseñada con bases corridas. Cabe destacar que no se ha realizado dicha verificación debido a que la misma escapa de los objetivos planteados en el presente trabajo.

5.3. DIMENSIONES

Como se mencionó anteriormente el puente de hormigón armado se materializará mediante una alcantarilla Tipo A2, con cuatro luces de 5m cada una, ya que la longitud a salvar es de 21,3 metros. Los metros faltantes serán compensados mediante un terraplén.

El posicionamiento de las alcantarillas se supuso en coincidencia con el eje del puente existente. El ancho total del conjunto de alcantarillas se definió tomando como premisa, mantener la misma sección hidráulica.

No obstante, su posición definitiva deberá ser ajustada en obra de acuerdo al eje del canal una vez reacondicionado, en caso de ser necesario.

En todos los casos la altura libre de las alcantarillas se calculó respetando la cota de calzada existente y las respectivas cotas de desagüe surgidas del relevamiento realizado. Se consideró como profundidad de fundación mínima 1,5 metros, siendo la cota de desagüe de 1.50 (uno y medio) metros. La cota de calzada será de 5 (cinco) metros.

La alcantarilla se ejecutará en su totalidad de hormigón armado. La altura desde el plano de fundación hasta el fondo del tablero será 4,50 metros.

El hormigón a utilizar para la construcción del tablero, pilas y muros de alas será Clase H-30 según la clasificación del reglamento CIRSOC²⁰, elaborado con Cemento Portland Normal CP40 Altamente o Moderadamente resistente a los Sulfatos debido a que en nuestra zona es muy frecuente la presencia de sustratos y aguas con sulfatos, por ende se recomienda tomar las debidas precauciones en la construcción de las cimentaciones.

Las barras y mallas utilizadas en la construcción de las estructuras de hormigón armado serán del tipo ADN 420 y cumplirán con los requisitos establecidos en el reglamento (CIRSOC 201. Capítulo 3. Pág. 53) el cual está regido por las Normas IRAM²¹.

En los planos adjuntos (Ver Anexo VI. Planos) se dispondrán plantas, cortes y vistas necesarias. Además se anexarán planillas de doblado de hierros y demás datos necesarios para la correcta interpretación y ejecución de la obra.

Respecto a la posible interrupción vehicular, no se prevé la construcción de ningún desvío provisorio pues la circulación en esa zona se encuentra cortada desde el año 2009, debido al descalce del puente de hierro existente a causa del incendio de los estribos.

²⁰ Reglamento CIRSOC 201. Año 2005.

²¹ Normas IRAM. IAS U 500–502, 500–528 y 500–06.

CAPITULO 6

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. GENERALIDADES

Según la Ley N° 11.717 de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, se entiende por Impacto Ambiental a la incidencia positiva o negativa sobre el medio ambiente producida como resultado de una actividad.

A continuación se describirán cada uno de los documentos que intervienen en el análisis de dicha incidencia:

Estudio de impacto ambiental (EsIA)

Documentación presentada por el responsable del proyecto o emprendimiento ante la Autoridad de Aplicación, cuyo principal objetivo es identificar, predecir y valorar el impacto ambiental que las acciones a desarrollar puedan causar y proponer medidas adecuadas de atenuación o mitigación pertinentes.

Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Es el procedimiento técnico - administrativo realizado por la Autoridad de Aplicación basado en el Estudio de Impacto Ambiental, estudios técnicos recabados y las ponencias de las Audiencia Públicas, si estas hubieran sido convocadas, tendiente a evaluar la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un emprendimiento o proyecto, produciría en caso de ser ejecutado, así como los mecanismos previstos de prevención, manejo, mitigación y corrección planteados por el proponente, con el fin de aprobar o rechazar el Estudio de Impacto Ambiental.

6.2. PRESENTACIÓN

Como parte de los estudios y verificaciones necesarias para la reconstrucción y recuperación del puente en cuestión se incluye un Estudio de Impacto Ambiental que contiene información acerca del medio biofísico, así como también información acerca del medio socioeconómico.

Además se realiza un Estudio de Impacto Ambiental de la alcantarilla de hormigón armado que se presenta en el trabajo para poder formular una comparación entre ambas opciones.

Para poder llevar a cabo ambos estudios se utiliza la Matriz de Prognosis II²². Dicha matriz se utiliza para el análisis de los impactos causados por las distintas actividades de construcción y se detallan las medidas para mitigar los mismos, a través de un listado a cumplir por el constructor de la obra de arte.

6.3. MARCO CONCEPTUAL

Una herramienta tan importante como el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), permite potenciar los beneficios de un proyecto de desarrollo sustentable, ayudando a prevenir, minimizar, mitigar o compensar cualquier impacto adverso que pudiera generar sobre el medio biofísico y socio-económico del área de afectación.

²² KACZAN, L., **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**, Dirección de posgrado UTN, Facultad Regional Santa Fe, 2009.

6.4. DESARROLLO METODOLÓGICO

Considerando que la mayor parte de los sistemas matriciales son rígidos, es que se ha seleccionado para el EsIA el Método PROGNOS, apto para el análisis de las distintas etapas de un Proyecto: construcción y operación.

A partir de los años 80, Kaczan, L. y Gutiérrez, T.C.F. han desarrollado este Método, actualmente en su Etapa "Prognos II", mediante Matrices Semicuantitativas, las que se han aplicado a numerosos proyectos y obras.

En dicho sistema las matrices de impacto presentan una estructura abierta y dinámica que se ajusta a las necesidades del evaluador y del objeto evaluado, permitiendo efectuar en la etapa de planificación, una primera evaluación conceptual "sin proyecto" y "con proyecto" y luego durante el desarrollo del proyecto una evaluación detallada para las etapas de construcción y de operación de la obra.

La Matriz Causa-Efecto a utilizar, consistirá en una tabla de doble entrada compuesta.

- Las filas corresponden a las acciones o actividades de la obra, con implicancia ambiental, derivadas de las distintas etapas de desarrollo consideradas.
- Las columnas corresponden a las características o factores del medio ambiente receptor, natural y socio-económico, susceptible de ser afectadas por las acciones de la obra.

En la intersección de cada fila con las diferentes columnas, se originarán casilleros en los cuales resultará posible describir, mediante la utilización de criterios y pesos diferentes para cada variable utilizada, las características de cada impacto.

Al no existir metodologías universalmente aceptadas y de uso común, se adopta en la presente evaluación el siguiente criterio para la valoración de los impactos. Ver Tabla 17.

Signo: Positivo cuando es beneficioso, Negativo cuando es perjudicial y Probable, pero difícil de calificar sin estudios específicos.

Probabilidad o Riesgo de Ocurrencia: entendiéndose como probabilidad que los impactos se presenten (clasificada como Cierta o Posible).

Duración: clasificada como Temporaria o "corta" (que se presenta por lo general durante la etapa constructiva del proyecto), Recurrente (cuando vuelve a suceder o aparecer con intermitencias) y Permanente (que se manifiesta durante toda la vida del proyecto).

Término de Ocurrencia: es el momento en que se produce el impacto (se califica como Inmediato, Mediato y a Largo Plazo).

Reversibilidad: se considera que el impacto es Reversible (a corto, mediano o largo plazo) cuando el elemento perturbado retorna a sus condiciones iniciales, e Irreversible cuando se debe generar una nueva condición ambiental.

Extensión Áreal: es el territorio involucrado, clasificado como Focalizado, Local, Regional y Global, cuando se extiende a todo el territorio nacional.

Necesidad de Monitorear los Efectos Considerados: se considera la necesidad o no, de monitorear los efectos generados por las acciones desarrolladas.

De este modo, resulta factible indicar también, aquellos impactos (que pueden ser positivos o negativos) de posible ocurrencia, que sean difíciles de calificar en esta etapa sin estudios de detalle, pero ya son identificados a través de las primeras instancias del monitoreo ambiental, transformándose así en indicadores que servirán para modificar y/o intensificar los Programas de Monitoreo del PMA, cuyos resultados serán considerados en una Evaluación posterior de los impactos. A estos impactos se los identificará con el símbolo X-----Y.

En los casos en que la acción analizada no genere efectos, ya sea porque su ejecución se halla inhibida por la falta del objeto material sobre el cual desarrollarse, o bien, porque los efectos generados no tendrán ninguna incidencia directa o indirecta sobre determinados componentes del medio receptor, los casilleros que reflejen esta situación, serán identificados mediante ocho puntos consecutivos: (.....)

Una vez confeccionada la matriz, se procederá a cuantificar en forma porcentual directa, los impactos positivos, negativos y los difíciles de evaluar en la etapa considerada. Asimismo, se cuantificarán y se expresarán en forma porcentual las distintas características de los impactos positivos y negativos analizados.

6.5. RESULTADOS GLOBALES OBTENIDOS

Una vez realizada la caracterización y ponderación mediante la asignación de pesos relativos a cada uno de los impactos según la Tabla 17, mediante el llenado de todos los casilleros de las matrices N° 1 y N° 2 con sus respectivas partes A, B, C y D correspondientes a los diferentes medios (A: Biofísico y B: Socioeconómico) y a sus dos etapas (Construcción y Operación), se elaboran Tablas Síntesis en la cual se expresan los resultados. (Ver matrices en Anexo VII y Anexo VIII)

DISCRIMINACIÓN DE LOS IMPACTOS SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS. SISTEMA PROGNOS II		
ORDEN SECUENCIAL EN EL CASILLERO DE LA MATRIZ	CARACTERÍSTICA DEL IMPACTO	SÍMBOLO UTILIZADO EN LA MATRIZ
1	SIGNO	(+) - Positivo (-) - Negativo (X) - Probable, pero difícil de calificar en esta etapa (.....) - No considerado en la evaluación
2	IMPORTANCIA	(1)- Menor (2)- Mediana (3)- Mayor
3	PROBABILIDAD O RIESGO DE OCURRENCIA	(C) - Cierta (P) - Posible
4	DURACIÓN	(T) - Temporaria (V) - Recurrente (S) - Permanente
5	TÉRMINO DE OCURRENCIA	(E) - Inmediato (M) - Mediato (L) - A largo plazo
6	REVERSIBILIDAD	(B) - Reversible a corto plazo (D) - Reversible a mediano plazo (H) - Reversible a largo plazo (I) - Irreversible (K) - No considerado
7	EXTENSIÓN AREAL	(F) - Focalizada (L) - Local (R) - Regional (G) - Global
8	NECESIDAD DE ADOPCIÓN DE MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES (Vigilancia y Monitoreo)	(Y) - Si (N) - No

Tabla 17: Discriminación de impactos.

6.5.1. MATRIZ N°1. PUENTE DE HIERRO. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

A continuación se presenta la Tabla 18 y Tabla 19 con el resumen de los resultados obtenidos de la Matriz N°1 correspondiente a la Etapa de Construcción del Puente de Hierro.

Tabla 18: Resultados Matriz N°1. Etapa de construcción. Medio Biofísico. (Parte A).

No Evaluados	60		
Evaluados			
Total Positivos	3	Total Negativos	72
Total X---Y	5		
Importancia			
Positivos Menores	1	Negativos Menores	72
Positivos Medianos	1	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	1	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta (+)	3	Ocurrencia Cierta -	34
Ocurrencia Posible (+)	0	Ocurrencia Posible -	38
Duración			
Temporaria (+)	0	Temporaria (-)	72
Recurrente (+)	0	Recurrente (-)	0
Permanente (+)	3	Permanente (-)	0
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	2	Inmediata (-)	70
Mediata (+)	1	Mediata (-)	2
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	0
Extensión Areal			
Focalizados (+)	3	Focalizados (-)	72
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	0	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

Tabla 19: Resultados Matriz N°1. Etapa de construcción. Medio Socioeconómico. (Parte B).

No Evaluados	1		
Evaluados			
Total Positivos	39	Total Negativos	0
Total X---Y	2		
Importancia			
Positivos Menores	5	Negativos Menores	0
Positivos Medianos	14	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	20	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta (+)	39	Ocurrencia Cierta -	0
Ocurrencia Posible (+)	0	Ocurrencia Posible -	0
Duración			
Temporaria (+)	38	Temporaria (-)	0
Recurrente (+)	0	Recurrente (-)	0
Permanente (+)	1	Permanente (-)	0
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	39	Inmediata (-)	0
Mediata (+)	0	Mediata (-)	0
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	0
Extensión Areal			
Focalizados (+)	0	Focalizados (-)	0
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	39	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

La Tabla 20 contempla un resumen de los resultados arrojados por la Tabla 18 y Tabla 19 donde se analizan los porcentajes de impactos positivos y negativos.

Tabla 20: Resumen resultados Matriz N°1. Etapa de construcción.

Elementos Analizados	Parte A	Parte B	Total	% Casilleros	% Impactos
Casilleros de la Matriz					
N° de Casilleros que DEMANDAN Evaluación	80	41	121	66,48%	---
N° de Casilleros que NO DEMANDAN Evaluación	60	1	61	33,52%	---
Cantidad Total de Casilleros	140	42	182	100,00%	---
Impactos					
POSITIVOS	3	39	42	---	34,71%
NEGATIVOS	72	0	72	---	59,50%
X-----Y	5	2	7	---	5,79%

Analizando los resultados de la Tabla 20 se observa, que de un total de 182 casilleros correspondientes a potenciales impactos posibles de considerar, en función de los efectos generados por la Construcción de la Obra, corresponde evaluar 121 (el 66,48% del total). El 33,52% restante de los casilleros, no resultan factibles y/o necesarios de estar sujetos a evaluación, porque la acción analizada no genera efectos que demanden evaluación.

De los impactos evaluados, el 34,71% son positivos, el 59,5% negativos y el 5,79% posibles, pero difíciles de calificar sin la realización de un monitoreo sistemático.

En el Gráfico 1 se representan en forma de porcentajes los resultados obtenidos.

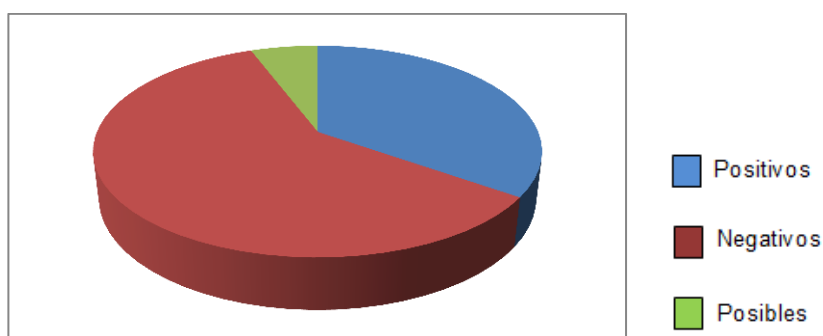


Gráfico 1: Porcentajes Matriz N°1. Etapa de Construcción.

6.5.2. MATRIZ N°1. PUENTE DE HIERRO. ETAPA DE OPERACIÓN.

A continuación se presentan la Tabla 21 y Tabla 22 con el resumen de los resultados obtenidos de la Matriz N°1 correspondiente a la Etapa de Operación del Puente de Hierro.

Tabla 21: Resultados Matriz N°1. Etapa de operación. Medio Biofísico. (Parte C).

No Evaluados	2		
Evaluados			
Total Positivos	12	Total Negativos	9
Total X---Y	7		
Importancia			
Positivos Menores	12	Negativos Menores	9
Positivos Medianos	0	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	0	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta (+)	12	Ocurrencia Cierta -	9
Ocurrencia Posible (+)	0	Ocurrencia Posible -	0
Duración			
Temporaria (+)	0	Temporaria (-)	0
Recurrente (+)	9	Recurrente (-)	9
Permanente (+)	3	Permanente (-)	0
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	6	Inmediata (-)	9
Mediata (+)	6	Mediata (-)	0
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	0
Extensión Areal			
Focalizados (+)	12	Focalizados (-)	9
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	0	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

Tabla 22: Resultados Matriz N°1. Etapa de operación. Medio Socioeconómico. (Parte D).

No Evaluados	0		
Evaluados			
Total Positivos	27	Total Negativos	0
Total X---Y	0		
Importancia			
Positivos Menores	0	Negativos Menores	0
Positivos Medianos	6	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	21	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta (+)	27	Ocurrencia Cierta -	0
Ocurrencia Posible (+)	0	Ocurrencia Posible -	0
Duración			
Temporaria (+)	0	Temporaria (-)	0
Recurrente (+)	18	Recurrente (-)	0
Permanente (+)	9	Permanente (-)	0
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	27	Inmediata (-)	0
Mediata (+)	0	Mediata (-)	0
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	0
Extensión Áreal			
Focalizados (+)	0	Focalizados (-)	0
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	27	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

La Tabla 23 contempla un resumen de los resultados arrojados por la Tabla 21 y Tabla 22 donde se analizan los porcentajes de impactos positivos y negativos.

Tabla 23: Resumen resultados Matriz N°1. Etapa de operación.

Elementos Analizados	Parte C	Parte D	Total	% Casilleros	% Impactos
Casilleros de la Matriz					
Nº de Casilleros que DEMANDAN Evaluación	28	27	55	96,49%	---
Nº de Casilleros que NO DEMANDAN Evaluación	2	0	2	3,51%	---
Cantidad Total de Casilleros	30	27	57	100,00%	---
Impactos					
POSITIVOS	12	27	39	---	70,91%
NEGATIVOS	9	0	9	---	16,36%
X-----Y	7	0	7	---	12,73%

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 23 se puede observar, que de un total de 57 casilleros que corresponden a potenciales impactos posibles de considerar, en función de los efectos generados por la puesta en servicio de la Obra, corresponde evaluar 55 (el 96,49% del total). El 3,51% del resto de los casilleros, no resultan necesarios de estar sujetos a evaluación, pues la acción analizada no genera efectos que lo demanden.

De los impactos evaluados, el 70,91% son positivos, el 16,36% negativos y el 12,73% posibles, pero difíciles de calificar sin la realización de un monitoreo sistemático.

En el Gráfico 2 se representan en forma de porcentajes los resultados obtenidos.

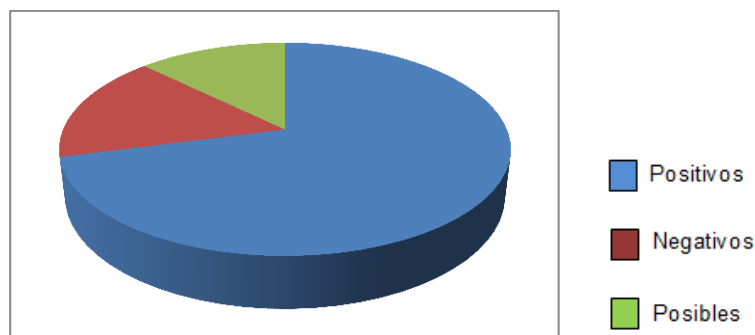


Gráfico 2: Porcentajes Matriz N°1. Etapa de Operación.

6.5.3. MATRIZ N°2. ALCANTARILLA DE HºAº. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se presentan la Tabla 24 y Tabla 25 con el resumen de los resultados obtenidos de la Matriz N°2 correspondiente a la Etapa de Construcción de la Alcantarilla de Hormigón.

Tabla 24: Resultados Matriz N°2. Etapa de construcción. Medio Biofísico. (Parte A).

No Evaluados	44		
Evaluados			
Total Positivos	10	Total Negativos	115
Total X---Y	1		
Importancia			
Positivos Menores	0	Negativos Menores	115
Positivos Medianos	6	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	4	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta (+)	10	Ocurrencia Cierta -	70
Ocurrencia Posible (+)	0	Ocurrencia Posible -	45
Duración			
Temporaria (+)	0	Temporaria (-)	103
Recurrente (+)	0	Recurrente (-)	0
Permanente (+)	10	Permanente (-)	12
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	10	Inmediata (-)	105
Mediata (+)	0	Mediata (-)	0
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	7
Extensión Areal			
Focalizados (+)	6	Focalizados (-)	115
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	0	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

Tabla 25: Resultados Matriz N°2. Etapa de construcción. Medio Socioeconómico. (Parte B).

No Evaluados	0		
Evaluados			
Total Positivos	48	Total Negativos	0
Total X---Y	3		
Importancia			
Positivos Menores	9	Negativos Menores	0
Positivos Medianos	17	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	22	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta (+)	48	Ocurrencia Cierta -	0
Ocurrencia Posible (+)	0	Ocurrencia Posible -	0
Duración			
Temporaria (+)	34	Temporaria (-)	0
Recurrente (+)	0	Recurrente (-)	0
Permanente (+)	14	Permanente (-)	0
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	48	Inmediata (-)	0
Mediata (+)	0	Mediata (-)	0
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	0
Extensión Areal			
Focalizados (+)	0	Focalizados (-)	0
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	48	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

La Tabla 26 contempla un resumen de los resultados arrojados por la Tabla 24 y Tabla 25 donde se analizan los porcentajes de impactos positivos y negativos.

Tabla 26: Resumen resultados Matriz N°2. Etapa de construcción.

Elementos Analizados	Parte A	Parte B	Total	% Casilleros	% Impactos
Casilleros de la Matriz					
N° de Casilleros que DEMANDAN Evaluación	126	51	177	80,45%	---
N° de Casilleros que NO DEMANDAN Evaluación	43	0	43	19,55%	---
Cantidad Total de Casilleros	169	51	220	100,00%	---
Impactos					
POSITIVOS	10	48	58	---	32,77%
NEGATIVOS	115	0	115	---	64,97%
X-----Y	1	3	4	---	2,26%

Observando los resultados de la Tabla 26 se puede concluir, que de un total de 220 casilleros que corresponden a potenciales impactos posibles de considerar, en función de los efectos generados por las actividades necesarias para la construcción la Obra, corresponde evaluar 177 (el 80,45% del total). El 19,55% del resto de los casilleros, no resultan necesarios de estar sujetos a evaluación, pues la acción analizada no genera efectos que lo demanden.

De los impactos evaluados, el 32,77% son positivos, el 64,97% negativos y el 2,26% posibles, pero difíciles de calificar sin la realización de un monitoreo sistemático.

En el Gráfico 3 se representan en forma de porcentajes los resultados obtenidos.

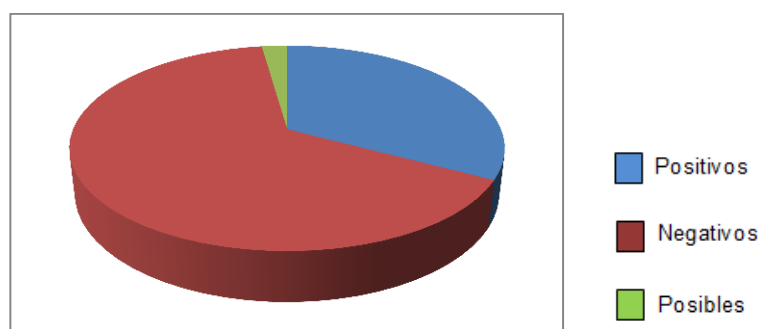


Gráfico 3: Porcentajes Matriz N°2. Etapa de Construcción.

6.5.4. MATRIZ N°2. ALCANTARILLA DE HºAº. ETAPA DE OPERACIÓN.

A continuación se presentan la Tabla 27 y Tabla 28 con el resumen de los resultados obtenidos de la Matriz N°2 correspondiente a la Etapa de Operación de la Alcantarilla de Hormigón.

Tabla 27: Resultados Matriz N°2. Etapa de operación. Medio Biofísico. (Parte C).

No Evaluados	2		
Evaluados			
Total Positivos	12	Total Negativos	9
Total X---Y	7		
Importancia			
Positivos Menores	12	Negativos Menores	9
Positivos Medianos	0	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	0	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta +	12	Ocurrencia Cierta -	9
Ocurrencia Posible +	0	Ocurrencia Posible -	0
Duración			
Temporal (+)	0	Temporal (-)	0
Recurrente (+)	9	Recurrente (-)	9
Permanente (+)	3	Permanente (-)	0
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	6	Inmediata (-)	9
Mediata (+)	6	Mediata (-)	0
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	0
Extensión Areal			
Focalizados (+)	12	Focalizados (-)	9
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	0	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

Tabla 28: Resultados Matriz N°2. Etapa de operación. Medio Socioeconómico. (Parte D).

No Evaluados	3		
Evaluados			
Total Positivos	24	Total Negativos	0
Total X---Y	0		
Importancia			
Positivos Menores	0	Negativos Menores	0
Positivos Medianos	6	Negativos Medianos	0
Positivos Mayores	18	Negativos Mayores	0
Riesgo de Ocurrencia			
Ocurrencia Cierta (+)	24	Ocurrencia Cierta (-)	0
Ocurrencia Posible (+)	0	Ocurrencia Posible (-)	0
Duración			
Temporaria (+)	0	Temporaria (-)	0
Recurrente (+)	18	Recurrente (-)	0
Permanente (+)	6	Permanente (-)	0
Término de Ocurrencia			
Inmediata (+)	22	Inmediata (-)	0
Mediata (+)	2	Mediata (-)	0
Largo Plazo (+)	0	Largo Plazo (-)	0
Extensión Areal			
Focalizados (+)	0	Focalizados (-)	0
Locales (+)	0	Locales (-)	0
Regionales (+)	24	Regionales (-)	0
Globales (+)	0	Globales (-)	0

La Tabla 29 contempla un resumen de los resultados arrojados por la Tabla 27 y Tabla 28 donde se analizan los porcentajes de impactos positivos y negativos.

Tabla 29: Resumen resultados Matriz N°2. Etapa de operación.

Elementos Analizados	Parte C	Parte D	Total	% Casilleros	% Impactos
Casilleros de la Matriz					
Nº de Casilleros que DEMANDAN Evaluación	28	24	52	91,23%	---
Nº de Casilleros que NO DEMANDAN Evaluación	2	3	5	8,77%	---
Cantidad Total de Casilleros	30	27	57	100,00%	---
Impactos					
POSITIVOS	12	24	36	---	69,23%
NEGATIVOS	9	0	9	---	17,31%
X-----Y	7	0	7	---	13,46%

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 29 se puede observar, que de un total de 57 casilleros que corresponden a potenciales impactos posibles de considerar, en función de los efectos generados por la puesta en servicio de la Obra, corresponde evaluar 55 (el 96,49% del total). El 3,51% del resto de los casilleros, no resultan necesarios de estar sujetos a evaluación, pues la acción analizada no genera efectos que lo demanden.

De los impactos evaluados, el 69,23% son positivos, el 17,31% negativos y el 13,46% posibles, pero difíciles de calificar sin la realización de un monitoreo sistemático.

En el Gráfico 4 se representan en forma de porcentajes los resultados obtenidos.

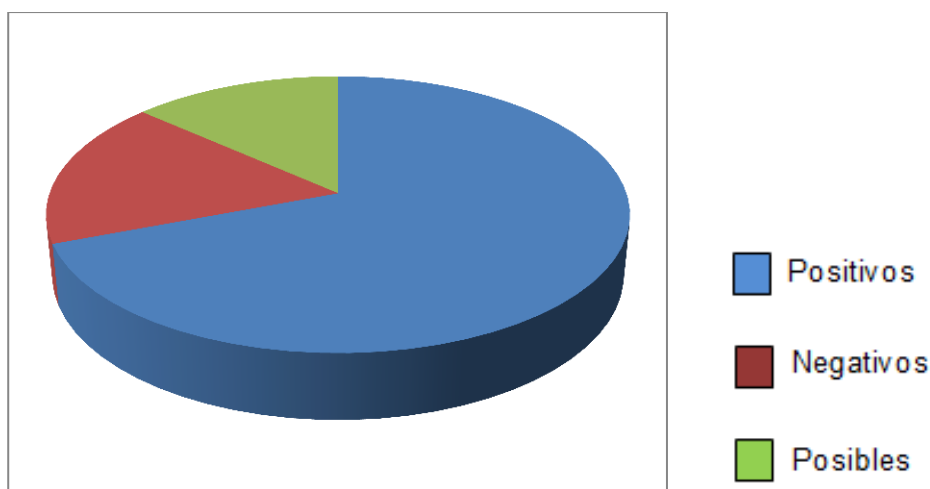


Gráfico 4: Porcentajes Matriz N°2. Etapa de Operación.

6.6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS GLOBALES OBTENIDOS

6.6.1. Puente de Hierro

Analizando los indicadores expuestos en las tablas de construcción y operación, consideradas como una síntesis de la Matriz de Evaluación de los Impactos que sobre el medio ambiente generará la reconstrucción del Puente de Hierro sobre el arroyo Las Calaveras se observa, en primer lugar, que la misma exhibe una cantidad de casilleros evaluados (173) que representa el 72,38% del total de casilleros propuestos para la evaluación.

Esto significa que existe un cierto número de acciones (27,62%) que, por una parte no generarán impactos con relación a determinados efectos evaluados y, por otra parte que otro conjunto de efectos sólo podrán ser evaluados a medida que se vayan desarrollando las acciones constructivas de la obra, en función de la tecnología y de los medios constructivos utilizados por la Empresa Constructora. Estos dos casos han sido definidos como casilleros que no demandan evaluación en esta etapa del proyecto. Por ello, considerando que el EIA es un elemento dinámico que demanda permanentes ajustes, una parte de los casilleros actualmente no evaluados podrán serlo luego, en función de los avances de la construcción de la Obra y de la puesta en marcha de la misma.

Es lógico que exista también una cierta cantidad de impactos posibles, pero que resultan difíciles de calificar sin la realización de un monitoreo sistemático (18,52%), estando, en este caso también, muchos de ellos relacionados con la metodología constructiva y la tecnología que utilizará la empresa contratista.

Respecto a los resultados positivos y negativos, cabe destacar que en la Etapa de Construcción las acciones negativas predominan sobre las positivas ya que por lógica la construcción de la obra demanda muchas acciones perjudiciales para el Medio Ambiente. De todas maneras la mayoría de ellas son de duración temporaria lo que implica que una vez finalizada la obra, sus efectos desaparecerán.

En la Etapa de Operación, la puesta en marcha del puente arroja un 71% de resultados positivos en las actividades a realizar, lo que resulta ser un buen balance entre ambas etapas.

6.6.2. Alcantarilla de hormigón

Teniendo en cuenta los resultados presentados en el resumen de la Matriz de Evaluación de los Impactos, que la construcción de una Alcantarilla de Hormigón sobre el arroyo Las Calaveras producirá sobre el medio ambiente se observa que la misma presenta una cantidad de casilleros evaluados (229) que representa el 82,67% del total de casilleros propuestos para la evaluación.

Dichos resultados denotan que existe un cierto número de casilleros que no demandan evaluación (17,33%) que, por una parte no generarán impactos con relación a determinados efectos evaluados y, por otra parte sólo podrán ser evaluados en el transcurso de la obra, en función de la tecnología y de los medios constructivos utilizados por la Contratista. Por ello, considerando que el EIA demanda permanentes ajustes, una parte de los casilleros actualmente no evaluados podrán serlo luego, en función del avance de la obra y de la puesta en marcha de la misma.

Es lógico que exista también una cierta cantidad de impactos posibles, pero que resultan difíciles de calificar sin la realización de un monitoreo sistemático (15,72%), estando, en este caso también, muchos de ellos relacionados con la metodología constructiva y la tecnología que utilizará la empresa a cargo de la ejecución de la obra.

Considerando los resultados positivos y negativos arrojados por la Evaluación, es razonable que en la Etapa de Construcción las acciones negativas prevalezcan sobre las positivas debido a que la construcción de la obra demanda muchas acciones nocivas para el Medio Ambiente. De todos modos, la mayoría de ellas son de duración temporaria lo que implica que una vez finalizada la obra, sus consecuencias desaparecerán .

Analizando la Etapa de Operación, la puesta en marcha de la Alcantarilla de Hormigón arroja un 69% de resultados positivos en las actividades a realizar, lo que resulta ser un buen balance entre ambas etapas.

6.7. CONCLUSIONES FINALES.

El criterio que sustenta el presente Estudio de Impacto Ambiental, se basó en el objetivo de evaluar la viabilidad, desde el punto de vista ambiental, de la construcción de ambas obras, para poder obtener resultados certeros enfocados en el análisis de cada una de las actividades a realizar en las mismas. Sobre la base del mencionado criterio, se analizaron las actividades en el ámbito del medio biofísico y del medio socioeconómico.

De esta manera y en función de todo lo expuesto, se puede afirmar que la Reconstrucción del Puente de Hierro es perfectamente viable desde el punto de vista ambiental, siempre y cuando la ejecución de las Obras correspondientes se cumpla en tiempo y forma, y con la mayor responsabilidad de la empresa contratista designada para la ejecución de los trabajos.

Cabe destacar que, si bien el análisis de las matrices de la Obra de la Alcantarilla de hormigón armado brindaron resultados favorables en cuanto a viabilidad ambiental, pues sus porcentajes positivos en la matriz de operación son superiores a los negativos, dicha obra exige una demolición completa de la obra existente sin el mínimo recupero de los materiales en buen estado (estructura metálica completa), lo que deriva no solo en una pérdida económica sino que fundamentalmente en una pérdida del Patrimonio Histórico que forma parte de ambas localidades.

CAPITULO 7

CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

7.1. GENERALIDADES

Como último recurso de comparación entre ambas obras de arte, el proyecto contempla un análisis de costos plasmado en dos planillas de cómputo y presupuesto. Para cada una de ellas, se tendrán en cuenta los ítems necesarios para la ejecución de las obras.

La planilla utilizada para el desarrollo de los ítems será la misma para ambas estructuras, de esta manera, se logrará una visualización y comprensión más rápida a la hora de comparar.

7.2. PUENTE DE HIERRO

En primer lugar se adjuntará la planilla de cómputo y presupuesto de la obra correspondiente a la reconstrucción del Puente de Hierro. En la misma se tendrán en cuenta los siguientes ítems:

- **Demolición fundación existente:** Incluye la remoción de escombros, limpieza general y preparación para la construcción nueva.
- **Excavación mecánica y retiro de suelo:** se procederá a retirar el suelo existente para poder comenzar con la ejecución de los pilotes.
- **Excavación mecánica y retiro de lodos:** se iniciarán los trabajos de excavación de los pilotes con su correspondiente de retiro de lodos.
- **Colado de hormigón:** una vez finalizada la excavación de los pilotes se iniciarán los trabajos de llenado de los mismos con hormigón elaborado.
- **Muro de contención:** alcanzada la resistencia necesaria de los pilotes se procederá al descabezado de los mismos y al armado de los muros de contención para su posterior hormigonado.
- **Relleno y compactación:** se rellenará la zona excavada y se compactará en capas de 15 cm de espesor.
- **Provisión y colocación de colchonetas rellenas con piedra:** se colocarán colchonetas de alambre tejido rellenas de piedra 30-50 en un espesor de 17cm. para evitar la erosión de los estribos en la parte frontal del mismo.
- **Provisión y colocación de gaviones rellenos con piedra:** se dispondrán de gaviones de 2m x 1m x 1m rellenos con piedras 30-50 para evitar la erosión de los estribos en su parte lateral.
- **Apoyos de neopreno:** concluida la ejecución de los muros de contención se colocarán los apoyos de neopreno para recibir la estructura metálica.
- **Estructura de hierro:** en paralelo a la ejecución de la infraestructura y la estructura intermedia se trabajará con la recuperación de las cerchas metálicas. Se arenará la superficie, luego se colocarán y/o modificarán las piezas necesarias para que la estructura trabaje de manera correcta y luego se pintará en su totalidad con pintura epoxi.
- **Tablero:** colocada la estructura de hierro en su posición final se iniciarán los trabajos para el armado del tablero y la capa de rodamiento.

En el Anexo IV se podrán visualizar las planillas con el análisis detallado de los precios unitarios de cada ítem.

7.3. ALCANTARILLA DE HORMIGÓN ARMADO

Seguidamente se adjuntará la planilla de cómputo y presupuesto de la obra correspondiente a una nueva alcantarilla de H^oA^o. Los ítems a desarrollar serán los siguientes:

- **Demolición Obra Existente:** Incluye la remoción de escombros, limpieza general y preparación para la construcción nueva.
- **Excavación mecánica y retiro de suelo:** se procederá a retirar el suelo existente para poder comenzar con la ejecución de las pilas y estribos.
- **Excavación manual y retiro de suelo:** incluye la excavación para la ejecución de la fundación de las pilas y estribos.
- **Hormigón de limpieza:** se ejecutará un hormigón tipo H8 para poder apoyar los encofrados y armaduras de las fundaciones, pilas y estribos.
- **Provisión y colado hormigón para las zapatas.**
- **Provisión y colado hormigón tabiques para pilas, estribos y alas.**
- **Provisión y colado hormigón para la losa.**
- **Provisión y colado hormigón para veredas, barandas y pilar.**
- **Provisión, doblado y colocación armadura tipo ADN 420 para cada uno de los ítems.**
- **Relleno y compactación:** se rellenará la zona excavada y se compactará en capas de 15 cm de espesor.
- **Provisión y colocación de colchonetas rellenas con piedra:** se colocarán colchonetas de alambre tejido rellenas de piedra 30-50 en un espesor de 17cm. para evitar la erosión de los estribos en la parte frontal del mismo.
- **Provisión y colocación de gaviones rellenos con piedra:** se dispondrán de gaviones de 2m x 1m x 1m rellenos con piedras 30-50 para evitar la erosión de los estribos en su parte lateral.

En el Anexo V se podrán observar las planillas con el análisis detallado de los precios unitarios de cada ítem.

CAPITULO 8

COMPARACIONES Y CONCLUSIONES

El presente trabajo pone en manifiesto la gran importancia de la recuperación y puesta en valor del patrimonio histórico y cultural de las localidades involucradas.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) el patrimonio histórico es la herencia cultural propia del pasado de una comunidad, con la que ésta vive en la actualidad y que transmite a las generaciones presentes y futuras. El denominado Puente de Hierro, objeto de estudio del presente informe, se construyó a los pocos años de ser poblada las zonas de Rafaela y Lehmann por una empresa británica Patent Shaft Axletree Co. en Wednesbury, Inglaterra, en el año 1887. Es una obra de gran adelanto tecnológico para su época y a pesar de no haber tenido mantenimiento alguno y estar olvidado, la superestructura metálica presenta un buen estado, lo que denota en un gran número de justificaciones que conllevan a tener que protegerlo y conservarlo como un verdadero patrimonio histórico perteneciente a ambas localidades.

Otros de los factores a tener en cuenta para lograr la recuperación del puente en estudio, es el económico. Durante el desarrollo del presente trabajo se han realizado todos los cálculos y verificaciones necesarios para lograr el objetivo principal del mismo, demostrar que la recuperación del denominado Puente de Hierro es factible de llevar a cabo. Para poder lograrlo se plantearon nuevas cargas para la estructura metálica y se ha verificado que la misma se comporte adecuadamente frente a las mismas. Para ello se han materializado refuerzos a través de planchuelas y se removieron los cuatro roblones principales que fueron reemplazados por varillas del tipo roscada. El tablero se resolvió con un encofrado metálico y losa de H⁰A⁰. Para el caso de la infraestructura se proyectaron muros de contención para los estribos y la fundación se desarrolló con pilotes in-situ. De esta manera se economizó gran parte de la superestructura y se pudo alcanzar una gran diferencia de costos frente a una alcantarilla nueva de H⁰A⁰.

La seguridad vial es un tema alarmante en la actualidad y que no podía dejar de formar parte en la lista de factores que influyen a la hora de tomar una decisión en cuanto a la recuperación de la obra de arte. Como se ha desarrollado en capítulos anteriores la Ruta Nacional N°34 tiene un alto TMDA y las condiciones de circulación no son las óptimas lo que la hace insegura de transitar y pone de manifiesto la necesidad de un camino alternativo para los ciudadanos que tienen la obligación de trasladarse diariamente entre ambas localidades.

A continuación se desarrollará un cuadro comparativo entre ambas obras de arte para poder visualizar de manera más clara y certera las diferencias que existen entre los mismos. Tabla 30.

Tabla 30: Comparativa entre ambas obras de arte.

	PUENTE DE HIERRO	ALCANTARILLA DE HºAº
Material	Hierro forjado	Hormigón Armado
Año de construcción	1887	Nuevo
Economía	34,78% más económico	-
Impacto Ambiental	70.91% aspectos positivos	69.23% aspectos positivos
Seguridad vial	Camino alternativo más seguro	Camino alternativo más seguro
Patrimonio Histórico-Cultural	Posee gran carga histórica	No posee
Tiempo de ejecución	2 meses	4 meses
Estabilidad	Una falla de estabilidad puede llevar a una deformación permanente.	Una falla de estabilidad puede llevar al colapso.

Como se ha podido identificar en la Tabla 30 las diferencias que se presentan entre ambas obras son grandes y denotan en una toma de decisión que debería inclinarse por la recuperación de un elemento existente en lugar de ejecutar uno totalmente nuevo.

Creemos fehacientemente que es factible la aplicación de los cambios y mejoras destacados y de esa manera lograr que el Puente de Hierro, un símbolo de nuestra historia como ciudad, forme parte nuevamente de la vida de Rafaela y de nuestra localidad vecina. Que pueda recobrar la importancia que logró tener en su época y que las nuevas generaciones tengan conocimiento de la carga histórica que presenta esta obra de arte.

Nuestro mayor deseo como ciudadanas rafaquinas y como usuarias del Puente de Hierro en su momento de mayor auge, es poder ver plasmado este proyecto en un futuro no muy lejano. Que la autoridades pertinentes de ambos municipios tomen cartas sobre el asunto y tomen la decisión correcta en cuanto a recuperar un ícono de nuestra sociedad, o destruirlo y cambiarlo por una estructura completamente nueva de HºAº dejando, de esta manera, en abandono total a una estructura que resulta ser un interesante sitio para conocer una parte importante de la historia de nuestra Colonización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. PICASSO, R. ROMERO y A. CUNIBERTI, Identificación y caracterización de un acero y una fundición utilizados en la construcción de puentes ferroviarios del siglo pasado, 2000.
- BOIDI, MARCO A., *Artículo Puente de Hierro Lehmann*, 2009, Rafaela.
- BRAJA, M. DAS, *Fundamentos de ingeniería geotécnica*, 5^a edición, Thomson, México, D.F, 2006.
- Coeficientes de Pandeo. [en línea]. Disponible en:
<http://www.catedracanciani.com.ar/E1/Metalicas/Coeficientes%20pandeo_web.pdf>.
- FRATELLI MARÍA GRACIELA, *Suelo, Fundaciones y Muros*, Astrom, Venezuela, 1993.
- FRITZ LEONHARDT, *Estructuras de Hormigón Armado*, Tomo VI, El Ateneo, 1984, Buenos Aires.
- JOSÉ SERNA GARCÍA CONDE, *Los puentes del Tren*, Fundación Esteyco, 2006, España.
- KACZAN, L., *Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*, Dirección de posgrado UTN, Facultad Regional Santa Fe, 2009.
- MANTEROLA, JAVIER, *Puentes*, Primera Edición, Rugarte, SL, 2006, Madrid.
- NORMA ISO 12944, “Norma Mundial de protección frente a la corrosión”, 1998.
- PINÓS CALVET, J., *El acero en la Construcción*, Edición en español, Reverté S.A., España, 1981.
- POZZI AZZARO, *Manual de Cálculo de Hormigón Armado*, 5^{ta} edición, Instituto del Cemento Portland Argentino, volumen 1, Buenos Aires, 1985.
- RAM ADVANSE, *Bentley*, 2009.
- Reglamento AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) *LRFD Bridge Construction Specifications*. Customary U.S. Units. 2012.
- Reglamento CIRSOC 301. *Proyecto, cálculo y ejecución de Estructuras de Acero para Edificios*, INTI, 1984, Buenos Aires.
- Reglamento de Dirección Nacional de Vialidad, *Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado*, 1952.
- ZAMBONI, RAÚL O., *Puentes*, Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, 1995.

ANEXO I

LIMPIEZA POR CHORRO O SANDBLASTING

El proceso de blasting de superficies, a través de la utilización de materiales abrasivos (Abrasive blasting), tuvo su inicio hace más de 100 años, cuando en 1870, Tilghman descubrió y patentó el principio de limpieza con chorro de arena.

El "chorro abrasivo" (abrasive blasting) es un proceso que consiste en impulsar partículas de un abrasivo por medio de un equipo de propulsión, utilizando aire comprimido; se utiliza para limpieza y pulido de superficies, en su mayoría metálicas. El abrasivo más usado para este proceso es la arena, de aquí se genera el término sandblasting (Chorro de arena).

Inicialmente, el sandblasting se hacía en campo abierto, o en ambientes confinados sin sistemas de ventilación apropiados. De esta manera, no tardaron en aparecer los primeros problemas de silicosis para los operadores; desde entonces, se introdujeron alteraciones en la técnica de limpieza, desarrollándose nuevos tipos de equipos y de abrasivos.

Esta técnica se utiliza principalmente en la construcción naval, la industria automotriz y otros procesos que impliquen preparación superficial y pintura.

PRINCIPIOS DEL PROCESO

La limpieza de superficies a través de un chorro de abrasivo puede considerarse como una verdadera operación de "bombardeo", en la que un sinnúmero de partículas abrasivas son lanzadas a alta velocidad contra el objetivo. Inmediatamente antes del choque, las partículas están dotadas de energía cinética, que varía según su cantidad y dimensiones; con una velocidad constante, a menor radio, mayor es la cantidad de partículas lanzadas y es menor su energía cinética.

Las partículas sufren una violenta desaceleración en el instante del impacto, transformando parte de la energía cinética en calor, parte en energía de deformación o de fractura y parte en trabajo de limpieza, restando también una parte de energía cinética que no es transformada (partículas que rebotan).

La eficiencia de la conversión de energía cinética en trabajo efectivo de limpieza depende de factores relacionados con el ángulo de incidencia del chorro, las características del abrasivo utilizado y al tipo de impureza a retirar. Por ejemplo, cuanto más perpendicular sea el chorro con relación a la superficie de trabajo, será mayor el componente de energía disponible para el rompimiento de impurezas sueltas y así el acabado superficial será más áspero.

La disposición de un equipo para *sandblasting* incluye básicamente: compresor, equipo de propulsión y abrasivo. El **compresor** debe producir suficiente presión y volumen de aire para conducir el abrasivo desde el equipo de propulsión hasta la superficie a limpiar; el **equipo de propulsión** contiene el abrasivo y lo dosifica constantemente en la corriente de aire y el **abrasivo** es el componente más importante, ya que es el que produce el acabado de la superficie.

Los tres métodos utilizados para impulsar el abrasivo son: fuerza centrífuga, presión de aire, o presión de agua. Los sistemas de fuerza centrífuga usan fuerzas inerciales y centrifugas para, mecánicamente, impulsar el abrasivo. Los sistemas de aire, usan aire comprimido para impulsar el abrasivo hacia la superficie a limpiar. Finalmente, el sistema de agua usa indistintamente aire comprimido o agua a alta presión (*wet blasting*).

EQUIPOS

Los equipos de *abrasive blasting* usualmente se componen de un contenedor de abrasivo, un dispositivo de propulsión y boquillas para expulsar el abrasivo. El equipo específico a utilizar depende de la aplicación. Existen dos tipos de equipos para *sandblasting*, de succión y de presión.

→ Equipos de succión.

Un sistema de **succión**, llamado también vénturi, arrastra el abrasivo desde un contenedor no presurizado a la cámara de una pistola, para luego expulsarlo por la boquilla. Este tipo de equipos se usa en cabinas y para trabajo liviano, como retoques en materiales blandos, como aluminio, titanio y magnesio; para quitar rebabas y escamas, sin penetrar el metal base.

→ Equipos de presión.

Los equipos de **presión** alimentan el abrasivo, por medio de una válvula reguladora, a una corriente de aire comprimido en movimiento. El aire y el abrasivo viajan a través de una manguera a alta presión y velocidad. Se utilizan para acero estructural por su alta velocidad de producción, menor consumo de aire y porque generan acabados mas uniformes que los de succión.

TIPOS DE ABRASIVOS

Un abrasivo para blasting debe limpiar con rapidez y eficiencia, tener buena durabilidad, desgastar el mínimo posible los componentes internos del equipo y producir el nivel de acabado deseado, al menor costo posible.

Existen diversos tipos de abrasivos metálicos y no metálicos, muchos de los cuales pueden ser utilizados en una misma aplicación, sin embargo, cada cual presenta propiedades específicas que pueden ser ventajosas o no para cada caso.

La arena es el abrasivo más usado para este proceso. Otros materiales que se utilizan son: escoria de carbón y de fundición, minerales, metales y sintéticos.

La arena de sílice se utiliza comúnmente para aplicaciones donde no es posible recuperar el material abrasivo, como en operaciones al aire libre. La arena es quebradiza y puede dar lugar a la generación de polvo.

Las escorias del carbón y de fundición se utilizan comúnmente en astilleros; tienen bajo contenido de sílice, pero liberan otros contaminantes (HAP: Hazardous air pollutants).

Entre los abrasivos metálicos se incluyen: balines hierro fundido, arena de hierro fundido y balines de acero. Los balines de acero no son tan duros como los de hierro fundido, pero son mucho más durables.

Los abrasivos sintéticos, como carburo de silicio y óxido de aluminio, se han convertido en substitutos populares para la arena. Estos son más durables y generan menos polvo que la arena.

Entre otros abrasivos se encuentran los minerales (granate, olivino, y estaurolita), plástico cortado, granos de vidrio, cristal triturado y cáscaras de nuez. Estos, al igual que los metálicos y sintéticos, se pueden recuperar y reutilizar. Los abrasivos minerales crean menos polvo que la arena y las escorias.

APLICACIONES

Las aplicaciones del *sandblasting* se pueden clasificar en tres grandes categorías: preparación de superficies, limpieza y acabado de superficies y "shot peening".

En la **preparación de superficies** se utiliza para remover material no deseado y dejar la superficie lista para un revestimiento o para adherir otro material.

En estructuras de acero se puede remover pintura, óxido y otros contaminantes. La mayoría de fabricantes de pinturas especifican el grado de la superficie para asegurar la perfecta adherencia de sus productos.

En construcción se utiliza para preparar superficies para que acepten adecuadamente sellantes y pintura. En paneles de hormigón pre-forzado, se utiliza para remover residuos de cemento, marcas y decoloraciones.

Es posible quitar cascarillas de pintura en la madera; en botes de fibra de vidrio se puede remover la cascarilla exterior de *gelcoat* y revelar las burbujas de aire. En aluminio, titanio, magnesio y otros metales remueve la corrosión.

La **limpieza y acabado de superficies** se diferencian de la preparación de superficies en que el resultado esperado es mejorar la apariencia y utilidad del producto en lugar de acondicionarlo para un revestimiento. La limpieza de superficies incluye una remoción de contaminantes y óxidos resultantes de su manufactura. El acabado de superficies incluye la remoción de rebabas y mejorar aspectos visuales de piezas moldeadas.

Para elaborar un producto o componente metálico, los fabricantes deben fundir, cortar, doblar, estampar, rolar o soldar los metales para producir la forma deseada. Algunas veces estos procesos dejan tensiones residuales que, si no se remueven, pueden causar fallas cuando el material se somete a un esfuerzo. El "**shot peening**" incrementa la fuerza y durabilidad de componentes sometidos a altos esfuerzos, bombardeando la superficie con medios esféricos a alta velocidad, incluyendo balines de acero, balines de cerámica, granos de vidrio y otros medios esféricos. Este "bombardeo" crea una superficie uniformemente comprimida, propagando las fuerzas de tensión sobre un área mayor y dejando la superficie menos propensa a fallar.

Especificaciones para la preparación de superficies

Los fabricantes de pintura reconocen que el éxito de sus productos se debe en gran parte a una buena preparación de la superficie. Una limpieza inadecuada puede causar una falla prematura del recubrimiento; por esta razón, recomiendan estándares de preparación de las superficies donde se van a aplicar sus productos, dependiendo de el grado de rugosidad y el grado de limpieza.

Las partículas del abrasivo pican el acero y forman diminutas crestas y valles, que definen el perfil de rugosidad de la superficie, y su profundidad está determinada por el tamaño y la dureza del abrasivo, la presión del aire y la distancia y ángulo de la boquilla hacia la superficie. El perfil se expresa en mils, micrones o milímetros.

NORMATIVA

Los grados de limpieza de superficies metálicas, están especificados por varias normas, siendo la más extendida la norma **SIS 055900 SWEDISH**, transformada posteriormente en **ISO 8501-1: 1988**, considerando los grados de preparación de la superficie en relación con el estado inicial del acero a pintar. Estas normas se refieren a acero envejecido, pero que nunca ha sido tratado con pintura.

Los Estados Iniciales definidos de acuerdo a estas normas son:

Grado A. Superficies de acero completamente recubierto con cascarilla de laminación o calamina y con presencia de óxido.

Grado B. Superficies de acero que han iniciado su corrosión, de la que ha empezado a desprenderse la cascarilla de laminación.

Grado C. Superficie de acero de la que la corrosión ha desprendido la cascarilla de laminación, pero todavía no presenta picaduras detectables a simple vista.

Grado D. Superficie de acero de la que se ha desprendido la totalidad de la cascarilla de laminación y se observan picaduras a simple vista.

La **SSPC** (*Steel Structures Painting Council*), establece cuatro grados de limpieza, que van desde la remoción de todos los contaminantes hasta remover sólo material suelto. Los 4 grados son: Metal blanco, Metal casi blanco, Comercial y "*brush off*".

Metal blanco. Eliminar la totalidad del óxido visible, cascarilla de laminación, pintura vieja y cualquier materia extraña. Este grado de limpieza se requiere usualmente para pinturas muy sofisticadas, que serán aplicadas a superficies expuestas a ambientes altamente corrosivos (Plantas químicas, agua salada, entre otros).

Metal casi blanco. Al menos el 95% de cada porción de la superficie total queda libre de cualquier residuo visible. Se requiere para recubrimientos de alto rendimiento de superficies expuestas a elementos ásperos y trabajo pesado

Comercial. Hasta que al menos los 2/3 de cualquier porción de la superficie total estén libres de todo residuo visible. Se requiere para aplicaciones con recubrimientos estándar.

"Brush off". Debe tener únicamente residuos de escoria, óxido y residuos de pintura firmemente adheridos. Se utiliza para superficies no sometidas a ambientes agresivos o donde no sea necesario que el recubrimiento dure mucho tiempo.

La **SSPC** ofrece fotografías que muestran cuatro superficies de acero existentes con las condiciones según cada grado de limpieza.

La *National Association of Corrosion Engineers* (**NACE**) ofrece un set de cupones de acero encapsulados que simulan los 4 grados.

El libro ilustrado comparativo del *Swedish Standards Institution* (**SIS**) es muy usado en Europa.

La *Occupational Safety and Health Administration* (**OSHA**) hace cumplir las leyes correspondientes a la operación segura de equipos de *abrasive blasting*.

SEGURIDAD

La operación con equipos de *sandblasting* conlleva peligros para personal no entrenado o que no tenga el equipo de seguridad apropiado. Para prevenir enfermedades y daños, es esencial que el operador, y cualquier persona que esté en el área, usen: casco con un suministro constante de aire y lentes especiales, traje, botas y guantes.

Un equipo de *sandblasting* produce poderosas corrientes de partículas agudas que, además de limpiar una superficie, crean nubes de polvo potencialmente tóxicas.

Entre los principales riesgos del *sandblasting* se pueden mencionar: aire comprimido a alta presión, un abrasivo impulsado por aire desde la boquilla, impurezas en el aire, polvo tóxico del abrasivo y recubrimientos, alto ruido de la boquilla y el compresor.

CONCLUSIONES

- La eficiencia de una operación de blasting depende de la combinación entre la práctica de procedimientos operacionales adecuados, de la realización de mantenimientos periódicos cuidadosos y de la correcta selección del abrasivo.
- Para que todo del proceso de blasting se mantenga trabajando dentro de los patrones de calidad, productividad y costos adecuados, se recomienda que la elaboración de un programa de mantenimiento periódico para todos los principales componentes del equipo, y que se establezcan procedimientos que se cumplan por los operadores del equipo.

ANEXO II

NORMA UNE EN ISO 12944

ANEXO III

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, USOS y
CARACTERÍSTICAS DE PINTURAS PARA SUPERFICIES
METÁLICAS**

ANEXO IV

**CÓMPUTO Y PRESUPUESTO PUENTE DE HIERRO
ANÁLISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS**

ANEXO V

**CÓMPUTO Y PRESUPUESTO ALCANTARILLA DE HºAº
ANÁLISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS**

ANEXO VI

PLANOS

ANEXO VII

**MATRICES ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL
PUENTE DE HIERRO**

ANEXO VIII

**MATRICES ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL
ALCANTARILLA DE HORMIGÓN ARMADO**

ANEXO IX
IMÁGENES 3D

PLANILLA CÓMPUTO Y PRESUPUESTO PUENTE DE HIERRO

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL ITEM	% Incid.
1 DEMOLICIÓN						
1.1	Demolición fundación existente. Incluye la remoción de escombros, limpieza general y preparación para la construcción nueva.	m ³	22,68	\$ 3.868,27	\$ 87.732,37	4,65%
1.2	Excavación mecánica y retiro de suelo	m ³	333,00	\$ 352,31	\$ 117.320,77	6,22%
2 PILOTES						
2.1	Pilotes de fundación ϕ500mm. Comprende perforación, bajado de armadura y llenado con hormigón H-21 mediante sistema de tubo buzo. Retiro de barros.	m ³	20,02	\$ 6.669,00	\$ 133.496,71	7,08%
3 MURO DE CONTENCIÓN						
3.1	Excavación mecánica y retiro de suelo	m ³	54,00	\$ 352,31	\$ 19.024,74	1,01%
3.2	Relleno y compactación	m ³	38,20	\$ 379,07	\$ 14.480,47	0,77%
3.1	Provisión, doblado y colocación de armadura. Provisión y colado H ^o .	m ³	15,78	\$ 5.363,27	\$ 84.605,58	4,49%
4 RELLENO Y COMPACTACIÓN						
4.1	Relleno y compactación de la zona excavada	m ³	100,8	\$ 380,75	\$ 38.379,78	2,03%
5 COLCHONETAS Y GAVIONES						
5.1	Provisión y colocación colchonetas rellenas con piedra.	m ³	20	\$ 1.853,94	\$ 37.078,80	1,97%
5.2	Provisión y colocación de gaviones rellenos con piedra.	m ³	48	\$ 3.954,37	\$ 189.809,76	10,06%

Cont.

6 APOYOS DE NEOPRENO						
6.1	Apoyos 30x30 zunchadas	Un.	4,00	\$ 4.832,46	\$ 19.329,84	1,02%
7 CERCHAS METÁLICAS						
7.1	Planchuela 101,6 x 25,4 mm	Un.	5,00	\$ 10.227,30	\$ 51.136,48	2,71%
7.2	Planchuela 152,4 x 12,7 mm	Un.	4,00	\$ 11.008,40	\$ 44.033,58	2,33%
7.3	Tornillo Alta Resistencia ASTM A325. 2" Longitud 51cm. + tuercas	Un.	4,00	\$ 2.536,19	\$ 10.144,76	0,54%
7.4	Arenado de estructura completa	Gl	1,00	\$ 129.600,00	\$ 129.600,00	6,87%
7.5	Provisión y aplicación de pintura epoxi (Imprimación+1capa)	Gl	1,00	\$ 63.413,28	\$ 63.413,28	3,36%
8 TABLERO						
8.1	Placa colaborante N°22.	ml	130,80	\$ 1.761,75	\$ 230.436,90	12,22%
8.2	Zinguería de borde. Desarrollo 300mm	Un.	92,00	\$ 2.057,02	\$ 189.245,78	10,03%
8.3	Conectores de corte	Un.	25,00	\$ 352,35	\$ 8.808,75	0,47%
8.4	Provisión y colado de H° para losa	m3	15,98	\$ 10.342,08	\$ 165.214,73	8,76%
8.5	Mano de Obra por colocación completa de Steel Deck	m2	123,60	\$ 1.980,79	\$ 244.825,67	12,98%
8.6	Flete a pie de obra	Gl.	1,00	\$ 8.100,00	\$ 8.100,00	0,43%
TOTAL					\$ 1.886.218,76	100,00%

PLANILLA CÓMPUTO Y PRESUPUESTO ALCANTARILLA DE HºAº

ITEM	DESCRIPCION	U.	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL ITEM	% Incid.
1 DEMOLICIÓN						
1.1	Demolición Obra Existente. Incluye la remoción de escombros, limpieza general y preparación para la construcción nueva.	m³	25,5	\$ 3.868,27	\$ 98.640,89	3,41%
1.2	Excavación mecánica y retiro de suelo	m³	350	\$ 352,31	\$ 123.308,50	4,26%
2 HORMIGÓN						
2.1	Hormigón de limpieza. Tipo H8.	m³	23,5	\$ 3.441,97	\$ 80.886,30	2,80%
2.2	Provisión y colado hormigón para las zapatas.	m³	75	\$ 5.906,24	\$ 442.968,00	15,32%
2.3	Provisión y colado hormigón tabiques para pilas, estribos y alas.	m³	160	\$ 5.585,92	\$ 893.747,20	30,90%
2.4	Provisión y colado hormigón para la losa.	m³	45,5	\$ 5.710,50	\$ 259.827,75	8,98%
2.5	Provisión y colado hormigón para veredas, barandas y pilar.	m³	12,5	\$ 4.830,49	\$ 60.381,13	2,09%
3 RELLENO Y COMPACTACIÓN						
3.1	Relleno y compactación	m³	155	\$ 379,07	\$ 58.755,85	2,03%
4 COLCHONETAS Y GAVIONES						
4.1	Provisión y colocación colchonetas rellenas con piedra.	m³	130	\$ 1.853,94	\$ 241.012,20	8,33%
4.2	Provisión y colocación de gaviones rellenos con piedra.	m³	160	\$ 3.954,37	\$ 632.699,20	21,88%
TOTAL					\$ 2.892.227,01	100,00%

01 NORMA UNE EN ISO 12944 a CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

La norma considera:

Seis categorías de corrosividad para ambientes atmosféricos.

Tres categorías para estructuras para ambientes en agua o enterrados en el suelo.

CATEGORÍA DE CORROSIVIDAD ATMOSFÉRICA Y EJEMPLOS DE AMBIENTES TÍPICOS

Categoría de corrosividad	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de espesor (tras el primer año de exposición)				Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado (solamente informativo)	
	ACERO DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO		CINC		EXTERIOR	INTERIOR
	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm		
C1 muy baja	≤10	≤1,3	≤0,7	≤0,1		Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2 baja	>10 y hasta 200	>1,3 y hasta 25	>0,7 y hasta 5	>0,1 y hasta 0,7	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
C3 media	>200 y hasta 400	>25 y hasta 50	>5 y hasta 15	>0,7 y hasta 2,1	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: planta de proceso de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas.
C4 alta	>400 y hasta 650	>50 y hasta 80	>15 y hasta 30	>2,1 y hasta 4,2	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos y astilleros.
C5-I muy alta (industrial)	>650 y hasta 1.500	>80 y hasta 200	>30 y hasta 60	>4,2 y hasta 8,4	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.
C5-M muy alto (marino)	>650 y hasta 1.500	>80 y hasta 200	>30 y hasta 60	>4,2 y hasta 8,4	Áreas costeras y marítimas con elevada salinidad.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.



ISO 12944. Categoría corrosividad C2.



ISO 12944. Categoría corrosividad C3.



ISO 12944. Categoría corrosividad C5.

01 NORMA UNE EN ISO 12944 a CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

CATEGORÍAS PARA EL AGUA Y EL SUELO

CATEGORÍA	AMBIENTE	EJEMPLOS DE AMBIENTES Y ESTRUCTURAS
IM1	Agua dulce	Instalaciones ribereñas, plantas hidroeléctricas.
IM2	Agua de mar o salobre	Áreas portuarias con estructura como puertas de contención, esclusas, muelles, estructuras de ultramar.
IM3	Suelo	Tanques enterrados, pilotes de acero, tuberías de acero.

01 NORMA UNE EN ISO 12944 b PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES:

Limpieza con agua, disolventes y agentes químicos.

Limpieza mecánica (incluida en este apartado el chorreado o granallado).

Limpieza con llama.

La Norma define los grados de preparación de la superficie, pero no establece ningún requisito acerca de la condición del sustrato previa a la preparación.

La preparación de la superficie (total) hasta el acero desnudo abarca los grados de preparación: Sa, St, Fl y Be.

Sa (Preparación por chorreado o granallado).

St (Limpieza con herramienta manual o mecánica).

Fl (Limpieza con llama).

Be (Decapado ácido).

01 NORMA UNE EN ISO 12944 b PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

ANEXO A (Normativo)

GRADOS DE PREPARACIÓN NORMALIZADOS PARA LA PREPARACIÓN SUPERFICIAL

Grado de preparación normalizado ¹⁾	Método de preparación de la superficie	Ejemplos fotográficos representativos contenidos en la Norma ISO 8501-1 ²⁾³⁾⁴⁾	Características esenciales de las superficies preparadas Para más detalles, incluidos los tratamientos antes y después de la preparación de la superficie (columna 2), véase la Norma ISO 8501-1.	Campo de aplicación
Sa 1	Preparación de superficies por chorreado ⁶⁾	B Sa 1 C Sa 1 D Sa 1	Se eliminan la cascarilla de laminación, la herrumbre y los recubrimientos de pintura y la materia extraña débilmente adheridos ⁵⁾	La preparación de superficies de: a) superficies de acero sin recubrimiento; b) superficies de acero con recubrimiento, si los recubrimientos se eliminan hasta que se alcance el grado de preparación especificado.
Sa 2		B Sa 2 C Sa 2 D Sa 2	Se eliminan la mayoría de la cascarilla de laminación, la herrumbre, los recubrimientos de pintura y la materia extraña. Cualquier contaminación residual debe estar fuertemente adherida.	
Sa 2½		A Sa 2½ B Sa 2½ C Sa 2½ D Sa 2½	Se eliminan la cascarilla de laminación, la herrumbre, los recubrimientos de pintura y la materia extraña. Cualquier traza de contaminación se debe presentar sólo como ligeras manchas con forma de pequeños círculos o franjas.	
Sa 3 ⁶⁾		A Sa 3 B Sa 3 C Sa 3 D Sa 3	Se eliminan la cascarilla de laminación, la herrumbre, los recubrimientos de pintura y la materia extraña. La superficie debe tener un color metálico uniforme.	
St 2	Limpieza con herramientas manuales o mecánicas	B St 2 C St 2 D St 2	Se eliminan la cascarilla de laminación, herrumbre, recubrimientos de pintura y materia extraña, débilmente adheridos ⁵⁾ .	
St 3		B St 3 C St 3 D St 3	Se eliminan la cascarilla de laminación, herrumbre, recubrimientos de pintura y materia extraña, débilmente adheridos ⁵⁾ . Sin embargo, la superficie debe ser tratada más intensamente que para el grado St 2, para proporcionar un brillo metálico procedente del sustrato metálico.	
Fl	Limpieza con llama	A Fl B Fl C Fl D Fl	Se eliminan la cascarilla de laminación, herrumbre, recubrimientos de pintura y materia extraña. Cualquier residuo remanente se debe presentar, sólo, como una decoloración de la superficie (tonos de colores diferentes).	
Be	Decapado ácido		Se eliminan totalmente la cascarilla de laminación, herrumbre, recubrimientos de pintura y materia extraña. Los recubrimientos de pintura deben ser eliminados antes del decapado ácido por medios adecuados.	Por ejemplo, antes de la galvanización por inmersión en caliente.

1) Abreviaturas empleadas.

Sa = Preparación de superficies por chorreado (ISO 8501-1).

St = Limpieza con herramienta manual o mecánica (ISO 8501-1).

Fl = Limpieza con llama (ISO 8501-1).

Be = Decapado ácido.

2) A, B, C y D son condiciones iniciales para las superficies de acero no recubiertas.

3) Los ejemplos fotográficos representativos muestran sólo superficies o áreas superficiales que previamente se encontraban sin pintar.

4) Para el caso de superficies de acero con recubrimientos metálicos, pintados o no, puede ser acordada una aplicación de grados de preparación normalizados, siempre que sean técnicamente viables en las condiciones reales.

5) Se considera que la cascarilla de laminación se encuentra débilmente adherida si se puede eliminar sin esfuerzo con una espátula o instrumento cortante que la desprende.

6) Este grado de preparación de la superficie sólo se puede lograr y mantener en condiciones determinadas que no pueden ser logradas a pie de obra.

01 NORMA UNE EN ISO 12944 c DURABILIDAD DEL SISTEMA DE PINTURA

La durabilidad de un sistema de pintado depende del tipo de pintura, del diseño de la estructura, del estado de la superficie de acero (a su vez función de la condición previa de la superficie y del grado de preparación de la misma), de la calidad de la aplicación, de las condiciones durante la aplicación, de las condiciones de exposición en servicio, así como del mantenimiento del propio sistema.

Por ello, el grado de durabilidad de un sistema de pintura es un concepto técnico útil para seleccionar el sistema a emplear en un caso concreto y para definir el programa de mantenimiento correspondiente, pero no puede, en ningún caso, tomarse como un período de garantía.

Se establecen tres grados de durabilidad de los sistemas de pintura:

Baja (L) de 2 a 5 años

Media (M) de 5 a 15 años

Alta (H) de más de 15 años

01 NORMA UNE EN ISO 12944

d ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO EN LABORATORIO

La Norma UNE EN ISO 12944 indica la especificación y métodos de ensayo de laboratorio y las condiciones de éstos para la valoración de Sistemas de Pintura para la protección frente a la corrosión. Esta parte versa sobre Sistemas designados para soportes de:

Acero sin recubrir

Galvanizado en caliente

Acero recubierto con proyección térmica de cinc

No se aplica esta parte de la Norma en soportes de:

Acero cubierto por electrodeposición

Acero pintado

Los ensayos y la duración de éstos están recogidos en la tablas siguientes:

Tabla nº 1 dirigidos a los Sistemas de Pintura aplicados sobre sustratos de acero.

Tabla nº 2 dirigidos a los Sistemas de Pintura aplicados sobre acero recubierto con cinc.

Las probetas para la realización de los ensayos deben ser del mismo tipo de acero que se vaya a emplear (y, en su caso, con el mismo recubrimiento de cinc que se vaya a utilizar), con un tamaño mínimo de 150 x 70 mm y un

espesor, dependiente del ensayo, pero en todo caso no menor que 2 mm. Las probetas cumplirán las condiciones de preparación y estado superficial prescritas en UNE-EN ISO 12944-6:1999 siendo:

Acero granallado a grado , Sa 2½, Sa 3

Sustratos de acero recubiertos de cinc. La preparación será a acordar.

01 NORMA UNE EN ISO 12944 d ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO EN LABORATORIO

**TABLA 1
PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA SISTEMAS DE PINTURA APLICADOS SOBRE ACERO**

Categoría de corrosividad según se define en la Norma ISO 12944-2	Intervalos de durabilidad	Norma ISO 2812-1 ¹⁾ (resistencia química) horas	Norma ISO 2812-2 (inmersión en agua) horas	Norma ISO 6270 (condensación de agua) horas	Norma ISO 7253 (niebla salina neutra) horas
C2	Baja Media Alta	- - -	- - -	48 48 120	- - -
C3	Baja Media Alta	- - -	- - -	48 120 240	120 240 480
C4	Baja Media Alta	- - -	- - -	120 240 480	240 480 720
C5-I	Baja Media Alta	168 168 168	- - -	240 480 720	480 720 1.440
C5-M	Baja Media Alta	- - -	- - -	240 480 720	480 720 1.440
Im1	Baja Media Alta	- - -	- 2.000 3.000	- 720 1.440	- - -
Im2	Baja Media Alta	- - -	- 2.000 3.000	- - -	- 720 1.440
Im3	Baja Media Alta	- - -	- 2.000 3.000	- - -	- 720 1.440

1) El propósito del ensayo de resistencia química no es la evaluación de las propiedades de protección frente a la corrosión, sino evaluar la capacidad de un sistema para resistir ambientes altamente industriales. De este modo, la duración del ensayo permanece igual, cualquiera que sea el intervalo de durabilidad.

Para la categoría de corrosividad C5-I, el procedimiento de la Norma ISO 2812-1

puede ser sustituido o complementado con el ensayo de la Norma ISO 3231 (10 ciclos, 240 horas para durabilidad "baja"; 20 ciclos, 480 horas para durabilidad "media"; y 30 ciclos, 720 horas para durabilidad "alta").

01 NORMA UNE EN ISO 12944 d ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO EN LABORATORIO

**TABLA 2
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO PARA EVALUAR LA ADHERENCIA DE LOS
SISTEMAS DE PINTURA APLICADOS SOBRE ACERO RECUBIERTO DE
CINC**

Categoría de corrosividad como se define en la Norma ISO 12944-2	Intervalos de durabilidad	Norma ISO 6270 (condensación de agua) horas
C2	Baja Media Alta	240 240 240
C3	Baja Media Alta	240 240 240
C4	Baja Media Alta	240 240 480
C5-I	Baja Media Alta	240 480 720
C5-M	Baja Media Alta	240 480 720

Hoja técnica de producto
Edición 12/07/2013
N° de identificación:
01 06 02 00 013 0000013
Sika® Poxicolor® Autoimprimante

Sika Poxicolor® Autoimprimante

(antes Icosit Poxicolor Autoimprimante)

Revestimiento epóxico autoimprimante para superficies metálicas

Construcción

Descripción del producto	Sika Poxicolor Autoimprimante es un revestimiento epoxílico de dos componentes específicamente formulado para la protección de metales, de alta adherencia a acero y acero galvanizado. El alto contenido de sólidos en volumen y el bajo contenido de solventes, dan como resultado un excepcional poder cubritivo y permite ser aplicado en una capa hasta 150 micrones en seco. Una vez curado, el revestimiento es de alta durabilidad..
Usos	Protege acero en ambientes industriales severos, clima marino y otros ambientes sujetos a humedad elevada y condensación, tales como: puentes, embarcaderos, plataformas, tuberías y conductos, plantas de tratamiento de aguas residuales, tanques, cubiertas metálicas, torres de alta tensión, etc.
Propiedades	<ul style="list-style-type: none">■ Puede emplearse como única protección (imprimación y capa final) o como parte de esquemas más complejos, en función de las solicitudes a las que esté sometida la obra.■ Posee capacidad para aplicación en capas sucesivas.■ Excelente adherencia sobre los sustratos a los que protege.■ Buena resistencia mecánica: resistencia al choque y a impactos.■ Fácil aplicación■ No contiene pigmentos nocivos (minio o cromatos).
Datos del Producto	
Color	Ver carta de colores Sika. Disponibles en RAL, IRAM.
Presentación	Juegos de 8 y 40 litros
Condiciones de almacenamiento/Vida útil	12 meses en su envase original bien cerrado, en lugar fresco y bajo techo.
Sistemas	<p><u>Acero y Acero galvanizado</u> <u>Expuesto a intemperie</u></p> <p>1 – 2 capas x 150 micrones Sika Poxicolor Autoimprimante 1 capa x 50 - 60 micrones SikaCor Poliuretano UV</p> <p><u>Acero y Acero galvanizado</u> <u>En interiores</u></p> <p>1 – 2 capas x 150 micrones Sika Poxicolor Autoimprimante</p> <p><u>Acero</u> <u>Inmersión permanente y condensación</u></p> <p>75 micrones de SikaCor Cinc Silicato 1 – 2 capas x 150 micrones Sika Poxicolor Autoimprimante</p>
Datos Técnicos	



Consumo de material

	Contenido de sólidos aprox. %	Consumo teórico de material/ rendimiento teórico sin merma de espesor medio de la capa seca de		
		En volumen	Seco μm	Húmedo μm
Sika Poxicolor Autoimprimante	75	100	135	7,5
Sika Poxicolor Autoimprimante	75	150	200	5,0

Relación de mezcla

1 parte Componente A (resina en color)
1 parte Componente B (catalizador)

ResistenciaQuímica

El sistema de recubrimiento es resistente a ambientes industriales y marinos, agua, aguas cloacales domésticas, agua salada, aceites y grasas. Resiste cortos períodos de exposición a combustibles y solventes.

Para información detallada consulte con el Departamento Técnico de Sika.

Temperatura

Calor seco continuo hasta 80°C

Calor seco Intermitente hasta 150°C

Instrucciones de aplicación**Preparación de la Superficie:**Acero

Limpieza abrasiva de acuerdo a Sa 2 ½ según DIN ISO 12 944, Parte 4.

Superficies libres de suciedad, grasa y aceite.

Acero galvanizado y aluminio

Superficies libres de grasa, aceite y sales de cinc.

En caso de exposición permanente y condensación use limpieza abrasiva suave (*sweep blast*)

Preparación del material

Agite previamente cada componente en su empaque. Verter completamente el Componente B, sobre el componente A, mezclar manualmente o con un taladro de bajas revoluciones (máximo 400 rpm) hasta obtener una mezcla homogénea y de color uniforme..

Método de aplicación

El logro de un espesor uniforme de capa, así como una apariencia homogénea depende del proceso de aplicación. En general los mejores resultados se logran con aspersión. El espesor recomendado de la película seca es fácilmente alcanzable con aspersión sin aire (airless) y brocha. Agregar solventes reduce la estabilidad y el espesor de la capa seca. Según el tipo de construcción, condiciones del sitio de aplicación y la tonalidad de color deben preverse capas adicionales para lograr el espesor solicitado en caso de aplicar con pincel o rodillo. Antes de comenzar con la aplicación del recubrimiento se recomienda verificar mediante una prueba en el lugar el procedimiento correspondiente para seleccionar el método que muestre el mejor resultado.

Con pincel o rodillo

Solo es adecuado para áreas pequeñas.

Es necesario diluir hasta 20% con Sika® Diluyente EP

Con aspersión convencional a alta presión

Tamaño de boquilla 1,5 – 2,5mm; presión 3 – 5 bar, usar trampas de agua y aceite, Sí es necesario podría diluir hasta 20% con Sika® Diluyente EP

Con aspersión sin aire (Airless)

Presión en pistola 180 bar mínimo.

boquillas con tamaño de orificio entre 0,015 – 0,021 pulgadas

ángulo de aspersión 40 - 80°

Si es necesario diluir hasta 20% en volumen con Sika® Diluyente EP

Temperatura de aplicación (material y superficie)	<p>Mín. +8°C (ambiente)</p> <p>Mín. +8°C / Máx. +40 °C (material y superficie)</p> <p>Humedad relativa Máx. 90%</p> <p>Durante el proceso de aplicación y de curado la temperatura debe estar mínimo: 3 °C por encima de la temperatura de rocío</p>
Vida útil de la mezcla	2 horas a 25° C (valor de 1 litro mezclado)
Tiempo de secado a 20°C	<p>■ Al tacto: 1 hora</p> <p>■ Entre capas: min. 8 hrs. - máx. 48 hrs.</p> <p>Nota: el curado total se lograra en 1 – 2 semanas, dependerá del espesor de película aplicada y temperatura ambiente. Solo realice test de desempeño después del curado total.</p>
Nota	Todos los datos que se indican en esta Hoja Técnica, están basados en ensayos de laboratorio. Las mediciones en obra de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
Restricciones locales	Observe, por favor, que como resultado de regulaciones locales específicas el funcionamiento de este producto puede variar de un país a otro. Consultar, por favor, la hoja de datos local del producto para la descripción exacta de los campos de aplicación.
Información de higiene y seguridad	Para obtener información y asesoramiento sobre la manipulación, almacenamiento y eliminación de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de seguridad con datos físicos, ecológicos, toxicológicos y otros estudios relacionados con la seguridad. (Consultar la hoja de seguridad del producto solicitándola al fabricante).
Nota Legal	Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento y la experiencia actual de Sika de sus productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil y de acuerdo con todas y cada una de las recomendaciones de Sika. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se puede ofrecer de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno brindado, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Corresponde al usuario evaluar la conveniencia del producto para la aplicación y la finalidad deseadas. Sika se reserva el derecho de modificar las propiedades de sus productos en cualquier momento y sin necesidad de notificación alguna. Se reservan los derechos de propiedad de terceras partes. Los pedidos son aceptados bajo las presentes condiciones y de conformidad con los términos de las Condiciones Generales de Venta y Suministro al momento de efectuarlos. Los usuarios deben obligatoriamente conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copias de las cuales se mandarán a quién las solicite.

Sika Argentina S.A.I.C
 Juan Bautista Alberdi 5250
 (B1678CSI) Caseros
 Tel: 4734-3500 Fax: 4734-3555
 Asesoramiento Técnico: 4734-3502/32
 info.gral@ar.sika.com
 www.sika.com.ar



Hoja técnica de producto
Edición 10/07/2013
Nº de identificación:
01 04 03 01 001 0000001
SikaCor® – Poliuretano UV

SikaCor®-Poliuretano UV (antes Icosit Poliuretano UV)

Esmalte de terminación con resistencia UV.

Descripción del producto	SikaCor®-Poliuretano UV es un esmalte de dos componentes a base de resina poliuretánicas, de muy buena resistencia a la intemperie y a las radiaciones ultravioleta
Usos	SikaCor®- Poliuretano UV es un producto especialmente indicado para usar como recubrimiento de acabado final de los sistemas SikaCor® aplicado acero en ambientes industriales severos, clima marino y otros ambientes sujetos a humedad elevada y condensación, tales como: puentes, embarcaderos, plataformas, tuberías y conductos, plantas de tratamiento de aguas residuales, tanques, cubiertas metálicas, torres de alta tensión, etc.
Propiedades	<ul style="list-style-type: none">■ Buena resistencia a los rayos UV.■ Excelente acabado y alto brillo■ Buena flexibilidad.■ Resistencia a la abrasión.■ Resistencia al choque y al impacto.■ Buena retención del color aún en ambientes agresivos.■ Buena protección contra la acción de la intemperie.■ 50 micrones película seca en una capa■ Excelente adherencia a pinturas epoxi■ Excelente protección química a vapores de ácidos y bases, aceite, aceite, grasas y contactos ocasionales combustibles y disolventes, humedad, agua dulce, aguas residuales, de mar, humo■ Fácil de aplicar con airless o aspersión convencional
Datos de Producto	
Color	Ver carta de colores disponibles. Colores según normas IRAM, RAL, MUNSELL de stock permanente. Juegos de 4 y 20 litros
Presentación	
Condiciones de almacenamiento / Vida Útil	En envases originales sellados, en un ambiente seco y fresco, a temperatura entre +10 y +25°C. 6 meses.
Sistemas	<u>Acero</u> 1 – 2 capas x 80 micrones SikaCor Epoxi Primer 1 capa x 50 - 60 micrones SikaCor Poliuretano UV <u>Acero & Acero galvanizado</u> 1 – 2 capas x 150 micrones Sika Poxicolor Autoimprimante 60 micrones SikaCor Poliuretano UV



Acero galvanizado y aluminio
60 micrones SikaCor Epoxi Primer
60 micrones SikaCor Poliuretano UV

Acero
Sistema 4 capas para alto desempeño
75 micrones SikaCor Cinc Silicato
30 micrones SikaCor Epoxi Primer (diluir 20%)
100 micrones Sika Poxicolor Autoimprimante
60 micrones SikaCor Poliuretano UV

Datos Técnicos

Consumo de material:		Contenido de sólidos aprox. %	Consumo teórico de material/ rendimiento teórico sin merma de espesor medio de la capa seca de		
		En volumen	Seco μm	Húmedo μm	aprox. m^2/litro
	SikaCor Poliuretano UV	62	50	80	12,4

Relación de la mezcla: En peso: Comp A: 84,6 partes resina en color Comp B: 15,4 partes catalizador
En volumen: Comp A: 5 partes resina en color Comp B: 1 parte catalizador

Resistencia
Química
El sistema de recubrimiento es resistente a exposición ambiental en zonas rurales, urbanas, industria química, plataformas marinas, plantas petroquímicas. No es apto para servicio de inmersión.

Temperatura
Calor seco continuo hasta +90°C, cortos periodos hasta +120°C
En caso de alta temperatura contacte al Departamento Técnico de Sika para recomendaciones específicas.

Instrucciones de aplicación

Preparación de la superficie Aplique sobre un imprimante epoxi adecuado, respetando los tiempos de curado entre capas que describe la ficha técnica. Todas las superficies deben estar libres de suciedad, grasa, aceite y sales de cinc.

Preparación del material Utilizar preferentemente una mezcladora eléctrica de baja velocidad (600 r.p.m.). Homogeneizar primero por separado el componente A y verter a continuación el componente B en el recipiente del componente A, procediendo al mezclado de ambos hasta su total homogeneización, durante aproximadamente 3 minutos. Evitar en lo posible la oclusión de aire. Debe prestarse especial atención al fondo y paredes del recipiente para que no se produzcan volúmenes muertos donde no se hayan mezclado bien los componentes.

Método de aplicación El logro de un espesor uniforme de capa, así como una apariencia homogénea depende del proceso de aplicación. En general los mejores resultados se logran con aspersión. El espesor recomendado de la película seca es fácilmente alcanzable con aspersión sin aire (airless) y brocha. Agregar solventes reduce la estabilidad y el espesor de la capa seca. Según el tipo de construcción, condiciones del sitio de aplicación y la tonalidad de color deben preverse capas adicionales para lograr el espesor solicitado en caso de aplicar con pincel o rodillo. Antes de comenzar con la aplicación del recubrimiento se recomienda verificar mediante una prueba en el lugar el procedimiento correspondiente para seleccionar el método que muestre el mejor resultado.

Con pincel o rodillo
Solo es adecuado para áreas pequeñas.

Con aspersión convencional a alta presión
Tamaño de boquilla 1,5 – 2,5mm; presión 3 – 5 bar, usar trampas de agua y aceite,

Con aspersión sin aire (Airless)
presión en pistola 180 bar mínimo.
boquillas con tamaño de orificio entre 0,013 – 0,015 pulgadas
ángulo de aspersión 40 - 80°

Nota: Si es necesario, diluir hasta 10% en volumen con Sika® Diluyente PU

Temperatura de aplicación	Mín. +8°C (ambiente)
	Mín. +8°C / Máx. +30 °C (material y superficie)
	Humedad relativa Máx. 80%
	<i>El intervalo óptimo de trabajo está comprendido entre los +15 y +20° C. Si la temperatura es inferior a +15° C podrá ser necesario adicionar 3 - 5% de Sika® Diluyente-PU para corregir la viscosidad.</i>
	<i>Durante el proceso de aplicación y de curado, la temperatura debe estar mínimo 3 °C por encima de la temperatura de rocío.</i>
Vida útil de la mezcla	1 hora a 25° C (valor de 1 litro/mezcla)
Tiempo de secado a 20°C	Al tacto: 1 hora Entre capas: min. 6 hrs. - máx. 24 hrs. Curado final: 7 días
	Nota: el curado total se lograra en 1 – 2 semanas, dependerá del espesor de película aplicada y temperatura ambiente. Solo realice prueba de desempeño después del curado total.
Nota	Todos los datos que se indican en esta Hoja Técnica, están basados en ensayos de laboratorio. Las mediciones en obra de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
Restricciones locales	Observe, por favor, que como resultado de regulaciones locales específicas el funcionamiento de este producto puede variar de un país a otro. Consultar, por favor, la hoja de datos local del producto para la descripción exacta de los campos de aplicación.
Información de higiene y seguridad	Para obtener información y asesoramiento sobre la manipulación, almacenamiento y eliminación de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de seguridad con datos físicos, ecológicos, toxicológicos y otros estudios relacionados con la seguridad. (Consultar la hoja de seguridad del producto solicitándola al fabricante).
Nota Legal	Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento y la experiencia actual de Sika de sus productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil y de acuerdo con todas y cada una de las recomendaciones de Sika. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se puede ofrecer de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno brindado, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Corresponde al usuario evaluar la conveniencia del producto para la aplicación y la finalidad deseadas. Sika se reserva el derecho de modificar las propiedades de sus productos en cualquier momento y sin necesidad de notificación alguna. Se reservan los derechos de propiedad de terceras partes. Los pedidos son aceptados bajo las presentes condiciones y de conformidad con los términos de las Condiciones Generales de Venta y Suministro al momento de efectuarlos. Los usuarios deben obligatoriamente conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copias de las cuales se mandarán a quién las solicite.

Sika Argentina S.A.I.C
 Juan Bautista Alberdi 5250
 (B1678CSI) Caseros
 Tel: 4734-3500 Fax: 4734-3555
 Asesoramiento Técnico: 4734-3502/32
 info.gral@ar.sika.com
 www.sika.com.ar



PLANILLA DETALLE ITEM 1

OBRA: Puente de Hierro sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **1.1- Demolición alcantarilla existente (bases y estribos)
Incluye la remoción de escombros.
Limpieza general y preparación para la construcción nueva.**

Mes base de cálculo: ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

COSTO (A) \$ 0,00

(B) EQUIPOS

Equipo	Potencia	Valor Equipo
Martillo neumático c/compresor	200	\$ 185.000,00
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Retroexcavadora con pala	150	\$ 750.000,00
	670	\$ 1.335.000,00

R = Rendimiento = 6 m3/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	Intereses		
\$ 961,20	\$ 1.869,00	\$ 2.830,20	\$/día

Reparaciones y Repuestos (R y R) 75% \$ 720,90 \$/día

Se considera un porcentaje de la amortización, tomándose como tal al valor que surge del primer término de la expresión anterior:

Combustibles (C) \$ 2.619,43 \$/día

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles \$ 1.309,72 \$/día

	TOTAL	\$ 7.480,25	
COSTO (B)	\$/m²	\$ 1.246,71	

(C) MANO DE OBRA

Of. Especializ.	0,00	\$ 91,62	\$ 0,00
Oficiales	2,00	\$ 78,07	\$ 156,14
Med. Oficiales	0,00	\$ 78,07	\$ 0,00
Ayudantes	15,00	\$ 66,08	\$ 991,24

COSTO (C) \$/m³ \$ 1.147,38

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 2.394,09

COEFICIENTE DE RESUMEN 1,62

PRECIO DE APLICACIÓN \$ 3.868,27 \$/m²

PLANILLA DETALLE ITEM 1-2

OBRA: Puente de Hierro sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **1.2- Excavación mecánica y retiro de suelo.**
 Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

COSTO (A) \$ 0,00

(B) EQUIPOS

Equipo	Potencia	Valor Equipo
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Retroexcavadora con pala	150	\$ 750.000,00
	470	\$ 1.150.000,00

R = Rendimiento = 180 m³/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	Intereses		
\$ 828,00	\$ 1.610,00	\$ 2.438,00	\$/día

Reparaciones y Repuestos (R y R)	75%	\$ 621,00	\$/día
----------------------------------	-----	-----------	--------

Se considera un porcentaje de la amortización, tomándose como tal al valor que surge del primer término de la expresión anterior:

Combustibles (C)	\$ 9.926,40	\$/día
------------------	-------------	--------

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles	\$ 4.963,20	\$/día
---	-------------	--------

TOTAL	\$ 17.948,60
-------	--------------

COSTO (B) \$/m³ \$ 99,71

(C) MANO DE OBRA

Of. Especializ.	0,00	\$ 91,62	\$ 0,00
Oficiales	0,50	\$ 78,07	\$ 39,04
Med. Oficiales	0,00	\$ 71,98	\$ 0,00
Ayudantes	1,20	\$ 66,08	\$ 79,30

COSTO (C) \$/m³ \$ 118,33

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)	\$ 218,05
-----------------	-----------

COEFICIENTE DE RESUMEN	1,62
------------------------	------

PRECIO DE APLICACIÓN	352,31	\$/m²
-----------------------------	---------------	-------------------------

PLANILLA DETALLE ITEM 2

OBRA: Puente de Hierro sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **2.1- Provisión, doblado y colocación de armadura.**
Provisión y colado hormigón para los pilotes.
 Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ELABORADO H-21	1	\$ 1.945,00	\$ 1.945,00
ACERO	0,08	\$ 7.000,00	\$ 560,00
COSTO (A)			\$ 2.505,00

(B) EQUIPOS

Equipo			
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00	
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00	
Perforadora	150	\$ 750.000,00	
	470	\$ 1.150.000,00	

R = Rendimiento = 10 m³/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	Intereses		
	\$		
\$ 828,00	1.610,00		\$ 2.438,00 \$/día
Reparaciones y Repuestos (R y R)	75%		\$ 621,00 \$/día

Combustibles (C) \$ 9.926,40 \$/día

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles \$ 4.963,20 \$/día

TOTAL		\$ 17.948,60
COSTO (B) \$/m²		\$ 1.794,86

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Of. Especializ.	2,00	\$ 91,62	\$ 183,25
Oficiales	1,00	\$ 78,07	\$ 78,07
Med. Oficiales	0,00	\$ 71,98	\$ 0,00
Ayudantes	2,00	\$ 66,08	\$ 132,16
Total M.O.			\$ 393,48
COSTO (C)			\$ 393,48

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 4.693,34

COEFICIENTE DE RESUMEN 1,62

PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 6.669,00 \$/m³

PLANILLA DETALLE ITEM 3

OBRA: Puente de Hierro sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM:

**3.3- Provisión, doblado y colocación de armadura.
Provisión y colado hormigón para los muros de sostenimiento.**

Mes base de cálculo

ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ELABORADO H-21 1 \$ 1.945,00 \$ 1.945,00

ACERO 0,075 \$ 7.000,00 \$ 525,00

COSTO (A)

\$ 2.470,00

(B) EQUIPOS

Equipo

Camión Volcador 160 \$ 200.000,00

Camión Volcador 160 \$ 200.000,00

Perforadora 150 \$ 750.000,00

\$

470 1.150.000,00

R = Rendimiento = 15 m³/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización

Intereses

\$

\$ 828,00 1.610,00

\$ 2.438,00 \$/día

Reparaciones y Repuestos (R y

R) 75%

\$ 621,00 \$/día

Se considera un porcentaje de la amortización, tomándose como tal al valor que surge del primer término de la expresión anterior:

Combustibles (C) \$ 9.926,40 \$/día

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para

combustibles

\$ 4.963,20 \$/día

TOTAL

\$ 17.948,60

Costo Equipos

\$ 1.196,57

Encofrado (incidencia m²/m³) 1

315 \$/m³

COSTO (B) \$/m²

\$ 1.511,57

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador 0,00 \$ 0,00 \$ 0,00

Of. Especializ. 2,00 \$ 91,62 \$ 183,25

Oficiales 2,00 \$ 78,07 \$ 156,14

Med. Oficiales 2,00 \$ 71,98 \$ 143,96

Ayudantes 4,00 \$ 66,08 \$ 264,33

Total M.O. \$ 747,68

COSTO (C)

\$ 747,68

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 4.729,26

COEFICIENTE DE RESUMEN 1,62

PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 5.363,27 \$/m³

PLANILLA DETALLE ITEM 4

OBRA: Alcantarilla H⁰A⁰ sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **4.1- Relleno y compactación con suelo seleccionado**
 Mes base de cálculo: ene-16

(A) MATERIALES

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

Tierra seleccionada	1	\$ 65,00	\$ 65,00
Aporte cal	1	\$ 20,00	\$ 20,00
COSTO (A)		\$ 85,00	

(B) EQUIPOS

Equipo	Potencia	Valor Equipo
Motopison	4	\$ 17.000,00
Retroexcavadora	150	\$ 350.000,00

R = Rendimiento = 50 m³/dia

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	\$ 252,00	Intereses	\$ 490,00	\$ 742,00	\$/dia
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------

Reparaciones y Repuestos (R y R)

0,75 \$ 189,00 \$/dia

Se considera un porcentaje de la amortización, tomándose como tal al valor que surge del primer término de la expresión anterior:

Combustibles (C) \$ 536,40 \$/dia

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles \$ 268,20 \$/dia

TOTAL	\$ 1.735,60
COSTO (B) \$/m³	\$ 34,71

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Of. Especializ.	0,00	\$ 91,62	\$ 0,00
Oficiales	0,30	\$ 78,07	\$ 23,42
Med. Oficiales	0,00	\$ 71,98	\$ 0,00
Ayudantes	1,40	\$ 66,08	\$ 92,52
Total M.O.		\$ 115,94	

COSTO (C) \$/m³	\$ 115,94
-----------------------------------	------------------

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 235,65

COEFICIENTE DE RESUMEN

1,62

PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 380,75 \$/m³

PLANILLA DETALLE ITEM 5

OBRA: Puente de Hierro sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM:

5.1- Provisión y colocación de Apoyos de Neopreno.

Mes base de cálculo

ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

Placa de Neopreno 30x30 cm. vulcanizados.	1	\$ 2.683,00	\$ 2.683,00
---	---	-------------	-------------

COSTO (A)

\$ 2.683,00 \$/m³

(B) EQUIPOS

Equipo

Potencia

Valor Equipo

R = Rendimiento =

m²/dia

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización

Intereses

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)

\$ 0,00 \$/dia

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles

\$ 0,00 \$/dia

TOTAL

\$ 0,00

COSTO (B) \$/m²

\$ 0,00

(C) MANO DE OBRA

Of. Especializ.

1

\$ 91,62

\$ 91,62

Oficiales

0

\$ 78,07

\$ 0,00

Med. Oficiales

0

\$ 71,98

\$ 0,00

Ayudantes

4

\$ 66,08

\$ 264,33

Total M.O.

\$ 355,95

COSTO (C) \$/ton

\$ 355,95

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)

\$ 3.038,95

COEFICIENTE DE RESUMEN

1,62

PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 4.832,46 \$/ton

CALCULO DEL COEFICIENTE DE RESUMEN

COSTO NETO	1,00
GASTOS GENERALES E INDIRECTOS (5% DE 1,00)	0,05
SUBTOTAL	1,05 (a)
BENEFICIOS (20% DE (a))	0,21
SUBTOTAL	1,26 (b)
GASTOS FINANCIEROS (3 % (b))	0,04
SUBTOTAL	1,30 (c)
I.V.A. (21% DE (c))	0,27
INGRESOS BRUTOS (3,5 % DE (c))	0,05
COEFICIENTE DE RESUMEN (C.R.)	1,62

PLANILLA DETALLE ITEM 1-1

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **1.1- Demolición alcantarilla existente (bases y estribos)
Incluye la remoción de escombros.
Limpieza general y preparación para la construcción nueva.**

Mes base de cálculo: ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

COSTO (A) \$ 0,00

(B) EQUIPOS

Equipo	Potencia	Valor Equipo
Martillo neumático c/compresor	200	\$ 185.000,00
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Retroexcavadora con pala	150	\$ 750.000,00
	670	\$ 1.335.000,00

R = Rendimiento = 6 m3/dia

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	Intereses	
\$ 961,20	\$ 1.869,00	\$ 2.830,20 \$/dia

Reparaciones y Repuestos (R y R) 75% \$ 720,90 \$/dia

Se considera un porcentaje de la amortización, tomándose como tal al valor que surge del primer término de la expresión anterior:

Combustibles (C) \$ 2.619,43 \$/dia

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles \$ 1.309,72 \$/dia

TOTAL \$ 7.480,25

COSTO (B) \$/m2 \$ 1.246,71

(C) MANO DE OBRA

Of. Especializ.	0,00	\$ 91,62	\$ 0,00
Oficiales	2,00	\$ 78,07	\$ 156,14
Med. Oficiales	0,00	\$ 78,07	\$ 0,00
Ayudantes	15,00	\$ 66,08	\$ 991,24

COSTO (C) \$/m3 \$ 1.147,38

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 2.394,09

COEFICIENTE DE RESUMEN 1,62

PRECIO DE APLICACIÓN \$ 3.868,27 \$/m2

PLANILLA DETALLE ITEM 1-2

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **1.2- Excavación mecánica y retiro de suelo.**
 Mes base de cálculo **ene-16**

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

COSTO (A) \$ 0,00

(B) EQUIPOS

Equipo	Potencia	Valor Equipo
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Camión Volcador	160	\$ 200.000,00
Retroexcavadora con pala	150	\$ 750.000,00
	470	\$ 1.150.000,00

R = Rendimiento = 180 m³/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	Intereses	
\$ 828,00	\$ 1.610,00	\$ 2.438,00 \$/día

Reparaciones y Repuestos (R y R) 75% \$ 621,00 \$/día

Se considera un porcentaje de la amortización, tomándose como tal al valor que surge del primer término de la expresión anterior:

Combustibles (C) \$ 9.926,40 \$/día

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles \$ 4.963,20 \$/día

TOTAL \$ 17.948,60
COSTO (B) \$/m³ \$ 99,71

(C) MANO DE OBRA

Of. Especializ.	0,00	\$ 91,62	\$ 0,00
Oficiales	0,50	\$ 78,07	\$ 39,04
Med. Oficiales	0,00	\$ 71,98	\$ 0,00
Ayudantes	1,20	\$ 66,08	\$ 79,30

COSTO (C) \$/m³ \$ 118,33

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 218,05

COEFICIENTE DE RESUMEN 1,62

PRECIO DE APLICACIÓN 352,31 \$/m²

PLANILLA DETALLE ITEM 2

OBRA: Alcantarilla H⁰A⁰ sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **2.1- Hormigón de limpieza.**

Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ELABORADO H-

8	1	\$ 1.530,00	\$ 1.530,00
---	---	-------------	-------------

COSTO (A)

\$ 1.530,00

(B) EQUIPOS

Equipo

Encofrado (incidencia m ² /m ³)	0,25	\$ 280,00	\$ 70,00 \$/m ³
--	------	-----------	----------------------------

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	Intereses
--------------	-----------

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)

\$ 0,00 \$/dia

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles \$ 0,00 \$/dia

TOTAL

\$ 0,00

COSTO (B) \$/m²

\$ 70,00

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
-------------	------	---------	---------

Of. Especializ.	3,00	\$ 91,62	\$ 274,87
-----------------	------	----------	-----------

Oficiales	0,00	\$ 78,07	\$ 0,00
-----------	------	----------	---------

Med. Oficiales	8,00	\$ 71,98	\$ 575,86
----------------	------	----------	-----------

Ayudantes	15,00	\$ 66,08	\$ 991,24
-----------	-------	----------	-----------

Total M.O.			\$ 1.841,97
------------	--	--	-------------

COSTO (C)

\$ 1.841,97

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 3.441,97

COEFICIENTE DE RESUMEN 1,62

PRECIO DE APLICACIÓN \$ 5.561,39 \$/m³

PLANILLA DETALLE ITEM 2

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **2.2- Provisión y colocación de armadura. Provisión y colado de Hº para la base de las obras de arte**

Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ELABORADO H-

21	1	\$ 1.945,00	\$ 1.945,00
----	---	-------------	-------------

ACERO	0,075	\$ 7.000,00	\$ 525,00
-------	-------	-------------	-----------

COSTO (A)			\$ 2.470,00
------------------	--	--	--------------------

(B) EQUIPOS

Equipo

Encofrado (incidencia m²/m³)	0,25		280 \$/m³
------------------------------	------	--	-----------

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización		Intereses	
--------------	--	-----------	--

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)

\$ 0,00 \$/dia

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles			\$ 0,00 \$/dia
---	--	--	----------------

TOTAL

\$ 0,00

COSTO (B) \$/m²			\$ 280,00
------------------------	--	--	------------------

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
-------------	------	---------	---------

Of. Especializ.	3,00	\$ 91,62	\$ 274,87
-----------------	------	----------	-----------

Oficiales	2,00	\$ 78,07	\$ 156,14
-----------	------	----------	-----------

Med. Oficiales	2,00	\$ 71,98	\$ 143,96
----------------	------	----------	-----------

Ayudantes	5,00	\$ 66,08	\$ 330,41
-----------	------	----------	-----------

Total M.O.			\$ 905,39
------------	--	--	-----------

COSTO (C)			\$ 905,39
------------------	--	--	------------------

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)			\$ 3.655,39
-----------------	--	--	-------------

COEFICIENTE DE RESUMEN			1,62
------------------------	--	--	------

PRECIO DE APLICACIÓN			\$ 5.906,24 \$/m³
-----------------------------	--	--	--------------------------

PLANILLA DETALLE ITEM 2

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **2.3- Provisión, doblado y colocación de armadura. Provisión y colado Hº para los tabiques de las obras de arte.**

Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ELABORADO H-

21	1	\$ 1.945,00	\$ 1.945,00
ACERO	0,075	\$ 7.000,00	\$ 525,00

COSTO (A)

\$ 2.470,00

(B) EQUIPOS

Equipo

Encofrado (incidencia m ² /m ³)	1		280 \$/m³
--	---	--	-----------------------------

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización Intereses

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)		\$ 0,00	\$/dia
------------------	--	---------	--------

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles		\$ 0,00	\$/dia
---	--	---------	--------

TOTAL

COSTO (B) \$/m²

\$ 0,00

\$ 280,00

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
-------------	------	---------	---------

Of. Especializ.	3,00	\$ 91,62	\$ 274,87
-----------------	------	----------	-----------

Oficiales	2,00	\$ 78,07	\$ 156,14
-----------	------	----------	-----------

Med. Oficiales	2,00	\$ 71,98	\$ 143,96
----------------	------	----------	-----------

Ayudantes	2,00	\$ 66,08	\$ 132,16
-----------	------	----------	-----------

Total M.O.			\$ 707,14
------------	--	--	-----------

COSTO (C)

\$ 707,14

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)		\$ 3.457,14	
-----------------	--	-------------	--

COEFICIENTE DE RESUMEN	1,62		
------------------------	------	--	--

PRECIO DE APLICACIÓN		\$ 5.585,92	\$/m³
-----------------------------	--	--------------------	-------------------------

PLANILLA DETALLE ITEM 2

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **2.4- Provisión doblado y colocación de armadura. Provisión y colado Hº para la platea de las obras de arte.**

Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ELABORADO H-

21	1	\$ 1.945,00	\$ 1.945,00
ACERO	0,075	\$ 7.000,00	\$ 525,00

COSTO (A)

\$ 2.470,00

(B) EQUIPOS

Equipo

Encofrado (incidencia m²/m³) y apuntalamiento 1 315 \$/m³

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización Intereses

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)

\$ 0,00 \$/dia

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles

\$ 0,00 \$/dia

TOTAL

\$ 0,00

COSTO (B) \$/m²

\$ 315,00

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Of. Especializ.	3,00	\$ 91,62	\$ 274,87
Oficiales	0,00	\$ 78,07	\$ 0,00
Med. Oficiales	2,00	\$ 71,98	\$ 143,96
Ayudantes	5,00	\$ 66,08	\$ 330,41

Total M.O.

\$ 749,25

COSTO (C)

\$ 749,25

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)

\$ 3.534,25

COEFICIENTE DE RESUMEN

1,62

PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 5.710,50 \$/m³

PLANILLA DETALLE ITEM 2

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM: **.5- Provisión y colado hormigón para veredas, barandas y pilar.**

Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ELABORADO H-

21	1	\$ 1.945,00	\$ 1.945,00
----	---	-------------	-------------

COSTO (A)

\$ 1.945,00

(B) EQUIPOS

Equipo

Encofrado (incidencia m ² /m ³)	1		315 \$/m ³
--	---	--	-----------------------

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización		Intereses	
--------------	--	-----------	--

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)			\$ 0,00 \$/dia
------------------	--	--	----------------

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles			\$ 0,00 \$/dia
---	--	--	----------------

TOTAL

COSTO (B) \$/m²

\$ 0,00

\$ 315,00

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
-------------	------	---------	---------

Of. Especializ.	2,00	\$ 91,62	\$ 183,25
-----------------	------	----------	-----------

Oficiales	0,00	\$ 78,07	\$ 0,00
-----------	------	----------	---------

Med. Oficiales	3,00	\$ 71,98	\$ 215,95
----------------	------	----------	-----------

Ayudantes	5,00	\$ 66,08	\$ 330,41
-----------	------	----------	-----------

Total M.O.			\$ 729,61
------------	--	--	-----------

COSTO (C)

\$ 729,61

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)			\$ 2.989,61
-----------------	--	--	-------------

COEFICIENTE DE RESUMEN			1,62
------------------------	--	--	------

PRECIO DE APLICACIÓN			\$ 4.830,49 \$/m³
-----------------------------	--	--	-------------------------------------

PLANILLA DETALLE ITEM 3

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM

TIPO

Designación del ITEM: **3.1- Relleno y compactación con suelo seleccionado**

Mes base de cálculo ene-16

(A) MATERIALES

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

Tierra seleccionada	1	\$ 65,00	\$ 65,00
Aporte cal	1	\$ 20,00	\$ 20,00
COSTO (A)		\$ 85,00	

(B) EQUIPOS

Equipo	Potencia	Valor Equipo
Motopison	4	\$ 17.000,00
Retroexcavadora	150	\$ 350.000,00

R = Rendimiento = 50 m³/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización	\$ 252,00	Intereses	\$ 490,00	\$ 742,00	\$/día
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------

Reparaciones y Repuestos (R y

R) 0,75 \$ 189,00 \$/día

Se considera un porcentaje de la amortización, tomándose como tal al valor que surge del primer término de la expresión anterior:

Combustibles (C) \$ 536,40 \$/día

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles \$ 268,20 \$/día

TOTAL	\$ 1.735,60
COSTO (B) \$/m³	\$ 34,71

(C) MANO DE OBRA

Of. Armador	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Of. Especializ.	0,00	\$ 91,62	\$ 0,00
Oficiales	0,30	\$ 78,07	\$ 23,42
Med. Oficiales	0,00	\$ 71,98	\$ 0,00
Ayudantes	1,40	\$ 66,08	\$ 92,52
Total M.O.		\$ 115,94	

COSTO (C) \$/m³	\$ 115,94
------------------------	------------------

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C) \$ 235,65

COEFICIENTE DE RESUMEN

1,62

PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 380,75 \$/m³

PLANILLA DETALLE ITEM 4

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM:

4.1- Provisión y colocación colchonetas rellenas con piedra

Mes base de cálculo

ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

Colchoneta de geocelda 18 cm x 400 x 200

1 \$ 340,03 \$ 340,03

Piedra granítica 30-50

1 \$ 817,00 \$ 817,00

COSTO (A)

\$ 817,00 \$/m³

(B) EQUIPOS

Equipo

Potencia

Valor Equipo

R = Rendimiento =

m²/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización

Intereses

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)

\$ 0,00 \$/día

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles

\$ 0,00 \$/día

TOTAL

\$ 0,00

COSTO (B) \$/m²

\$ 0,00

(C) MANO DE OBRA

Of. Especializ.

0 \$ 91,62 \$ 0,00

Oficiales

0 \$ 78,07 \$ 0,00

Med. Oficiales

0 \$ 71,98 \$ 0,00

Ayudantes

5 \$ 66,08 \$ 330,41

Total M.O.

\$ 330,41

COSTO (C) \$/ton

\$ 330,41

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)

\$ 1.147,41

COEFICIENTE DE RESUMEN

1,62

PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 1.853,94 \$/ton

PLANILLA DETALLE ITEM 5

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

ANALISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

I.- DESARROLLO DE ITEM TIPO

Designación del ITEM:

5.2- Provisión y colocación de gaviones rellenos con piedra.

Mes base de cálculo

ene-16

(A) MATERIALES:

PRECIO UNITARIO DE LOS MATERIALES

Gaviones 1 x 1 x 2 revestidos con PVC

1 \$ 850,00 \$ 850,00

Piedra granítica 30-50

1 \$ 1.300,00 \$ 1.300,00

COSTO (A)

\$ 2.150,00 \$/m³

(B) EQUIPOS

Equipo

Potencia

Valor Equipo

R = Rendimiento =

m²/día

Amortización e Intereses (A e I)

Amortización

Intereses

Reparaciones y Repuestos (R y R)

Combustibles (C)

\$ 0,00 \$/día

Lubricantes

Porcentaje del valor obtenido para combustibles

\$ 0,00 \$/día

TOTAL

COSTO (B) \$/m²

\$ 0,00

\$ 0,00

(C) MANO DE OBRA

Of. Especializ.

0 \$ 91,62 \$ 0,00

Oficiales

0 \$ 78,07 \$ 0,00

Med. Oficiales

0 \$ 71,98 \$ 0,00

Ayudantes

4,5 \$ 66,08 \$ 297,37

Total M.O.

\$ 297,37

COSTO (C) \$/ton

\$ 297,37

COSTO NETO DEL ITEM

(A) + (B) + (C)

\$ 2.447,37

COEFICIENTE DE RESUMEN

1,62

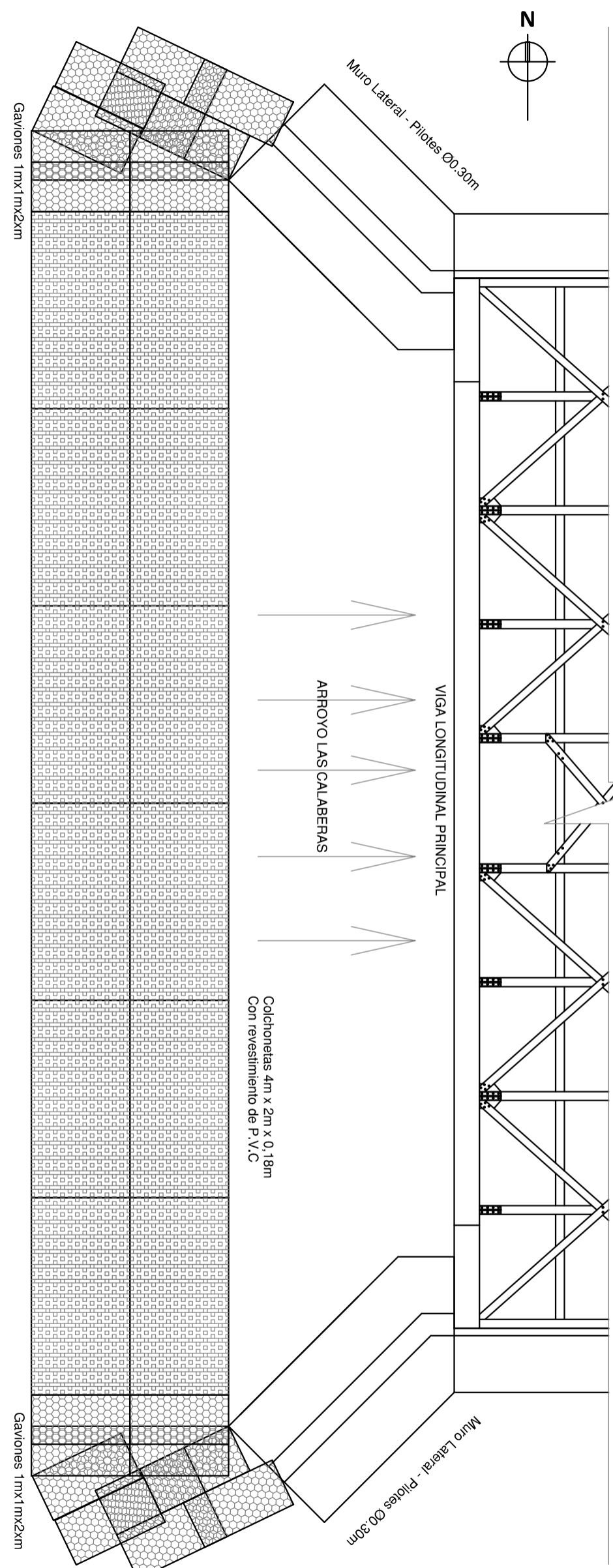
PRECIO DE APLICACIÓN

\$ 3.954,37 \$/ton

OBRA: Alcantarilla HºAº sobre Arroyo "Las Calaveras"

CALCULO DEL COEFICIENTE DE RESUMEN

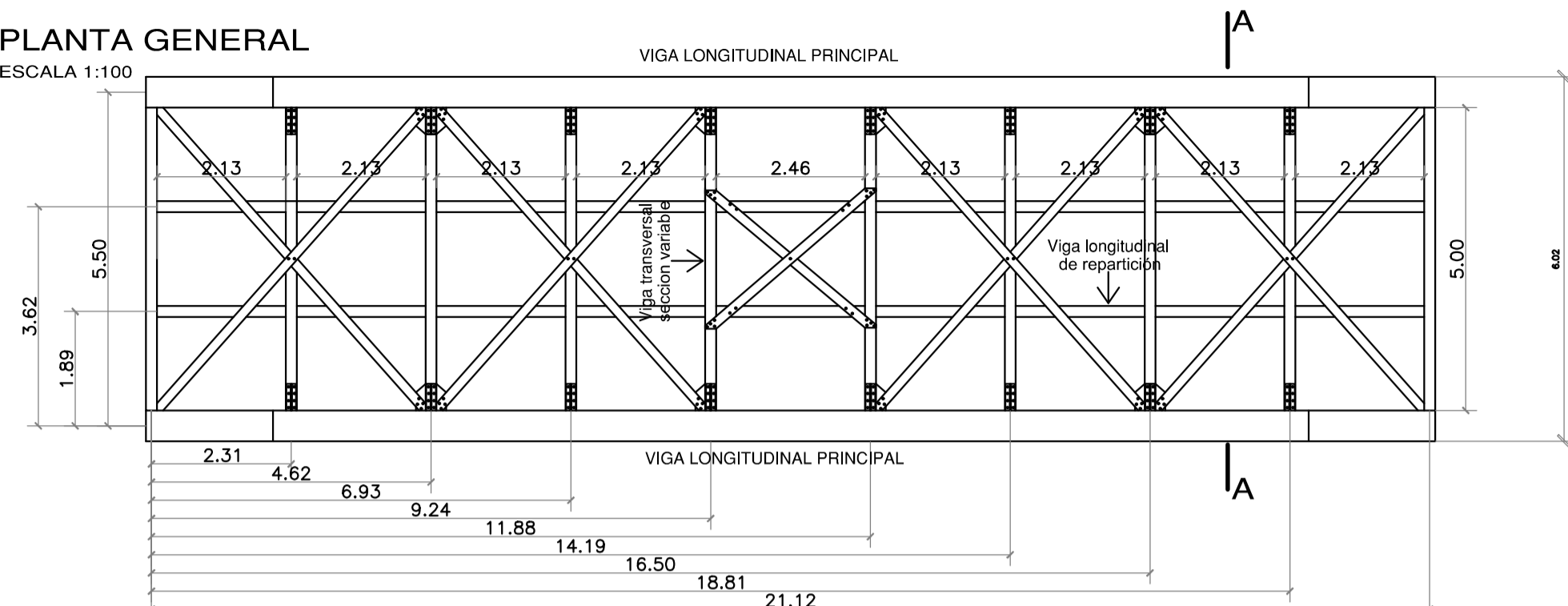
COSTO NETO	1,00
GASTOS GENERALES E INDIRECTOS (5% DE 1,00)	<u>0,05</u>
SUBTOTAL	1,05 (a)
BENEFICIOS (20% DE (a))	<u>0,21</u>
SUBTOTAL	1,26 (b)
GASTOS FINANCIEROS (3 % (b))	<u>0,04</u>
SUBTOTAL	1,30 (c)
I.V.A. (21% DE (c))	0,27
INGRESOS BRUTOS (3,5 % DE (c))	<u>0,05</u>
COEFICIENTE DE RESUMEN (C.R.)	1,62



PLANTA PROTECCIÓN
ESCALA 1:100

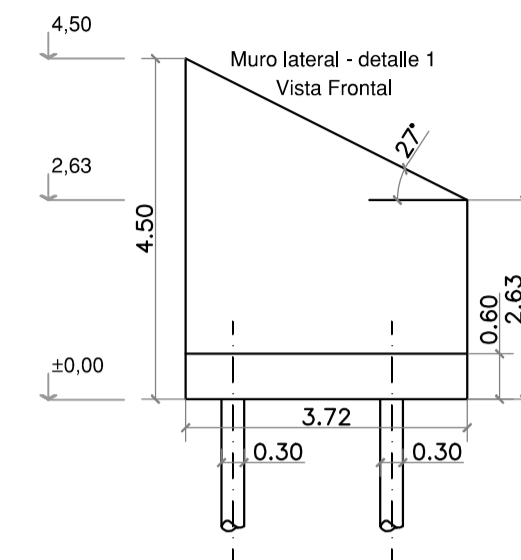
PLANTA GENERAL

ESCALA 1:100



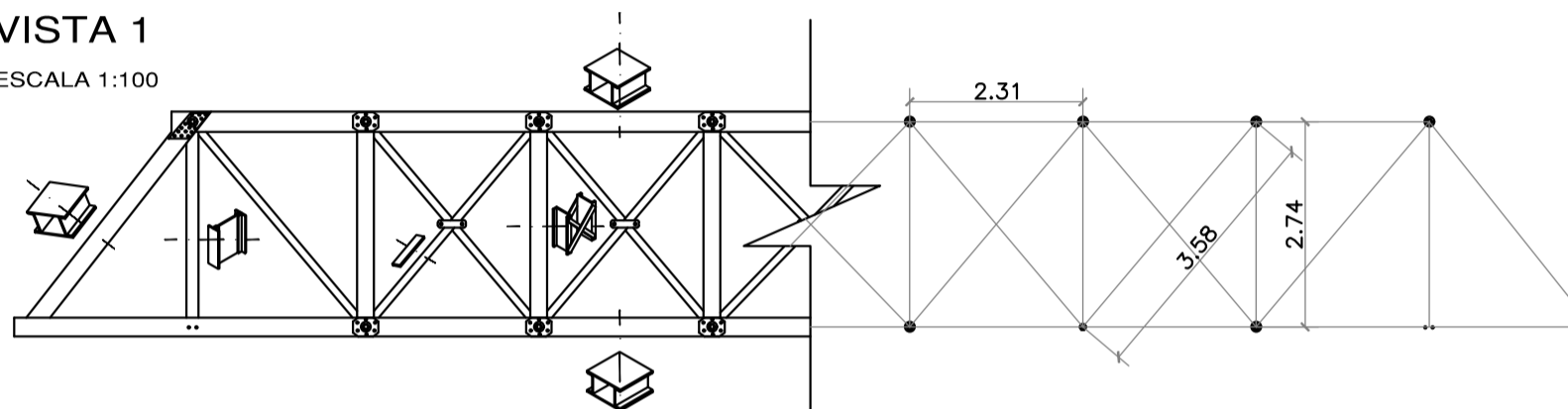
DETALLE MURO LATERAL

ESCALA 1:100



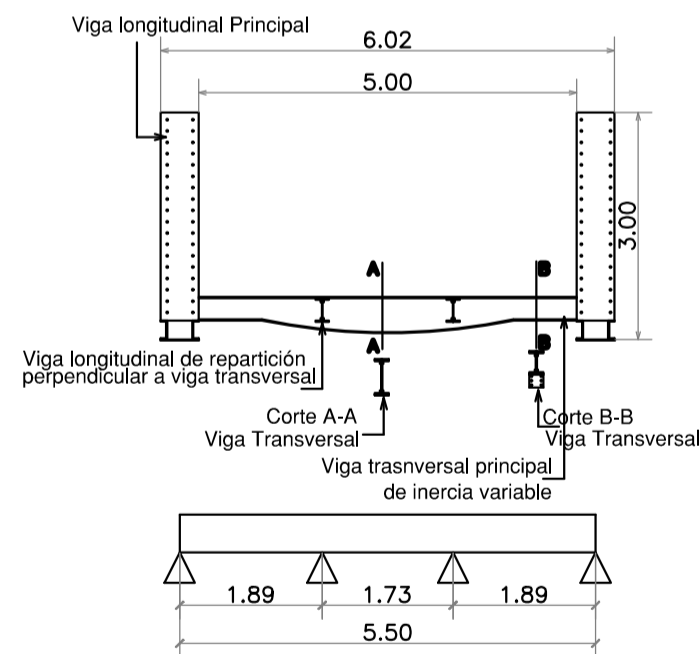
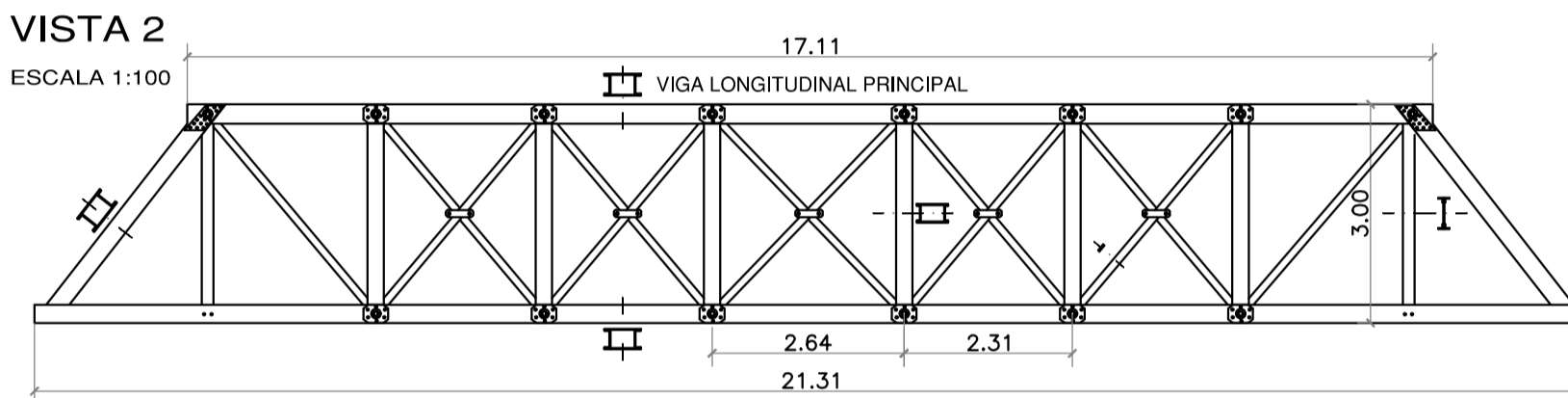
VISTA 1

ESCALA 1:100



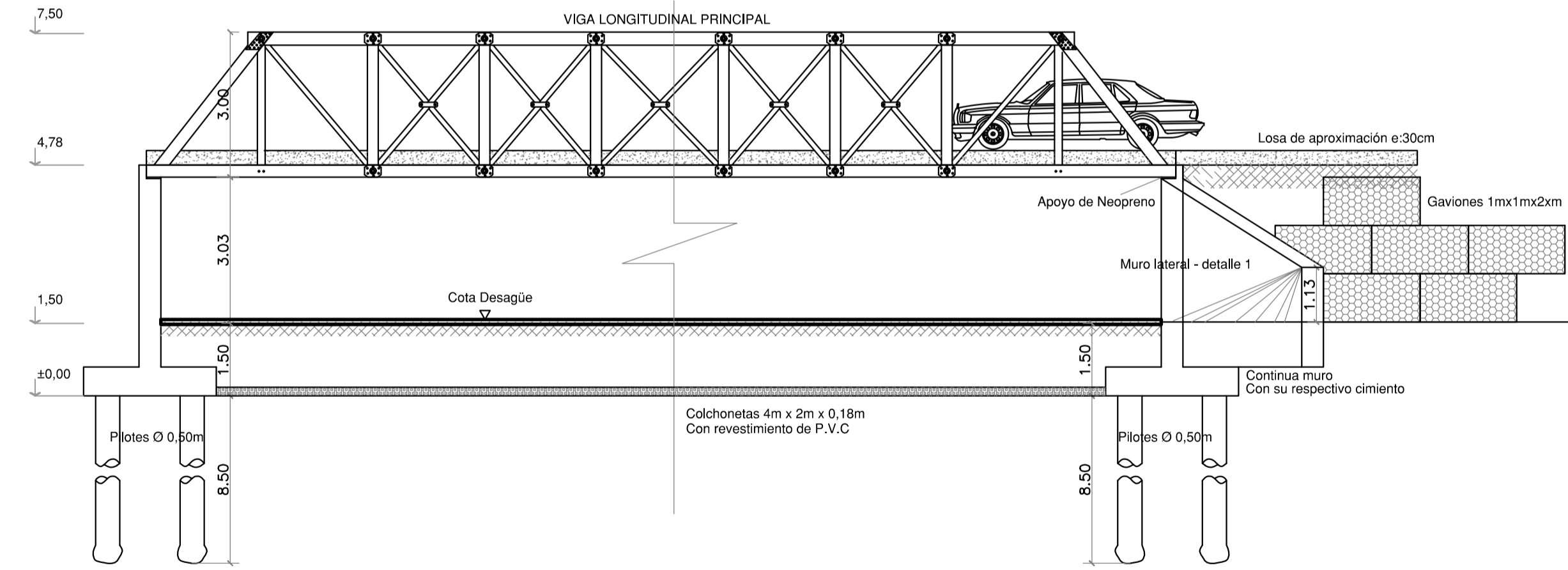
VISTA 2

ESCALA 1:100



CORTE A-A

ESCALA 1:100



VISTA SUPER E INFRAESTRUCTURA

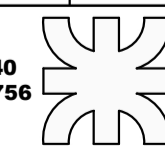
ESCALA 1:100

**RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO
SOBRE ARROYO "LAS CALABERAS".
COMPARACIÓN ECONÓMICA - AMBIENTAL
CON RESPECTO A UN NUEVO PUENTE
PROYECTADO DE HORMIGÓN ARMADO.**

Año: 2016

01

GARRAPPA Sofia Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756

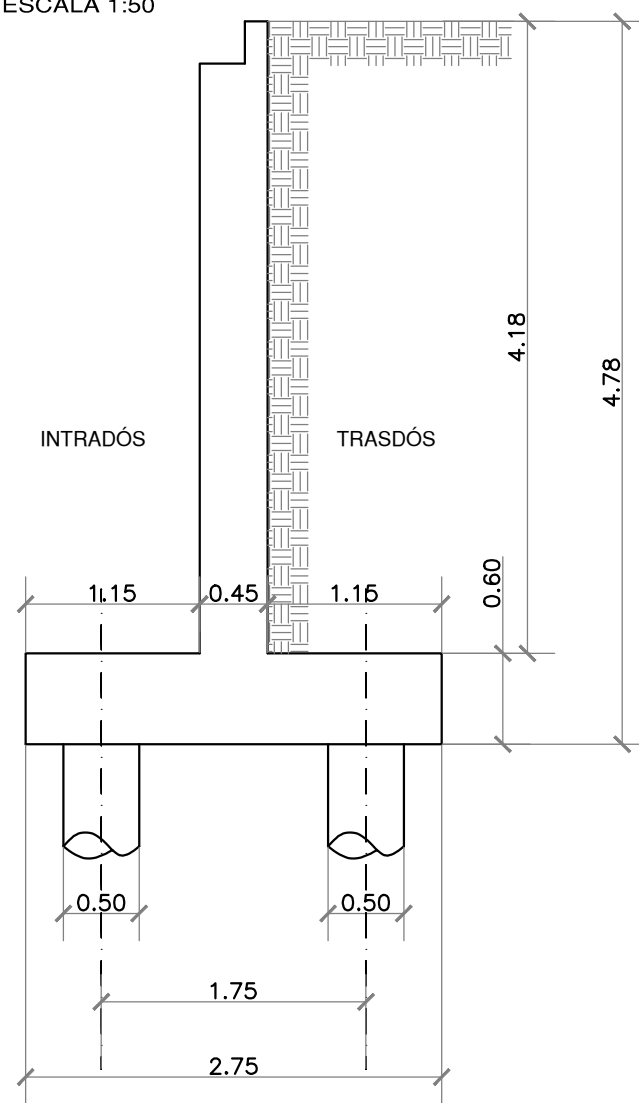


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA

ESTRUCTURA PUENTE DE HIERRO

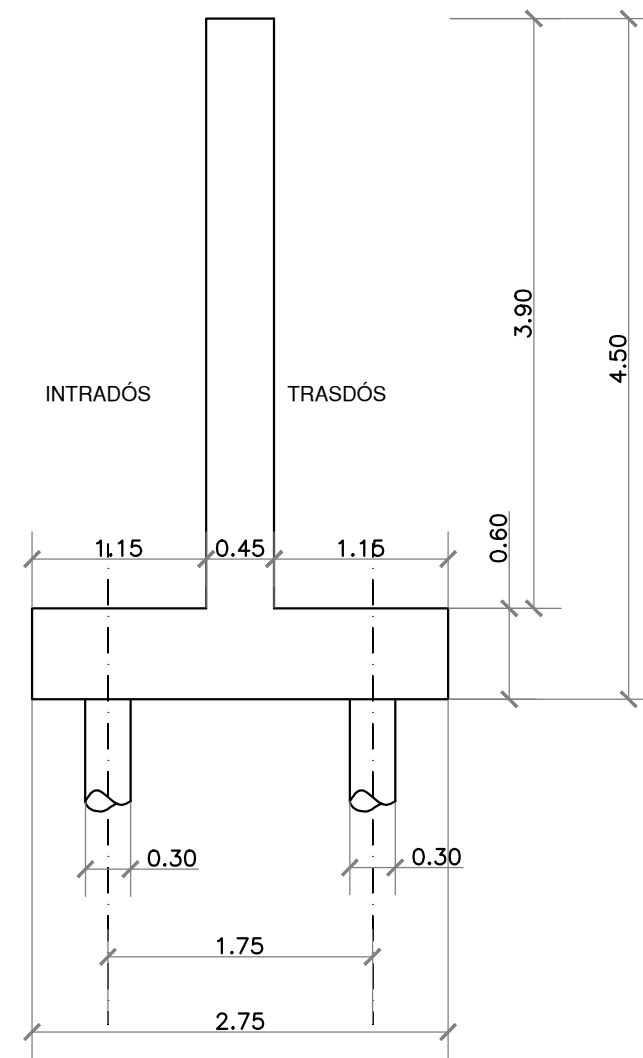
CORTE B-B ESTRIBO

ESCALA 1:50



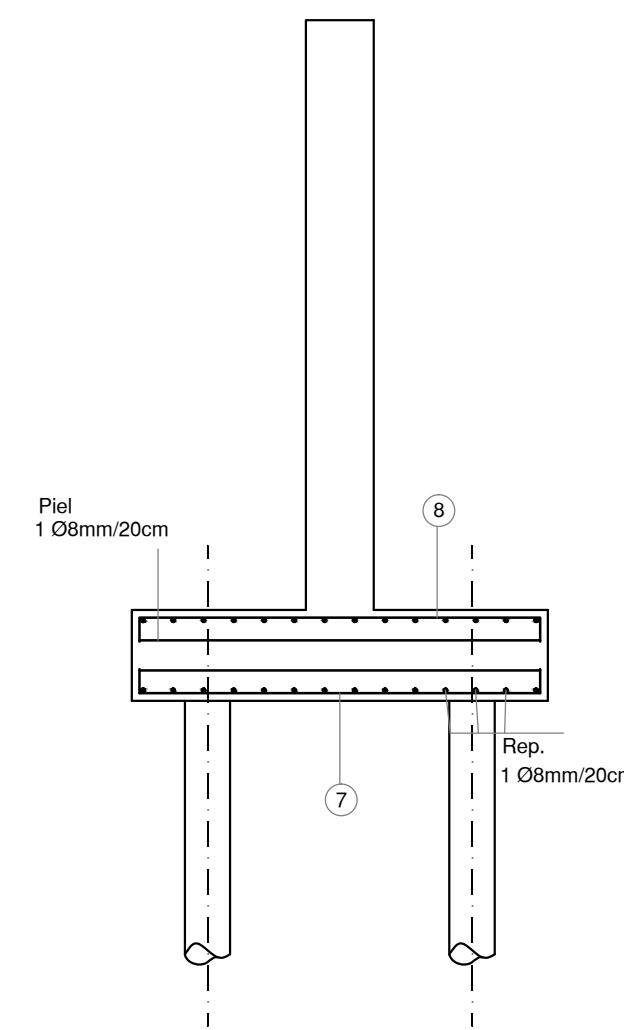
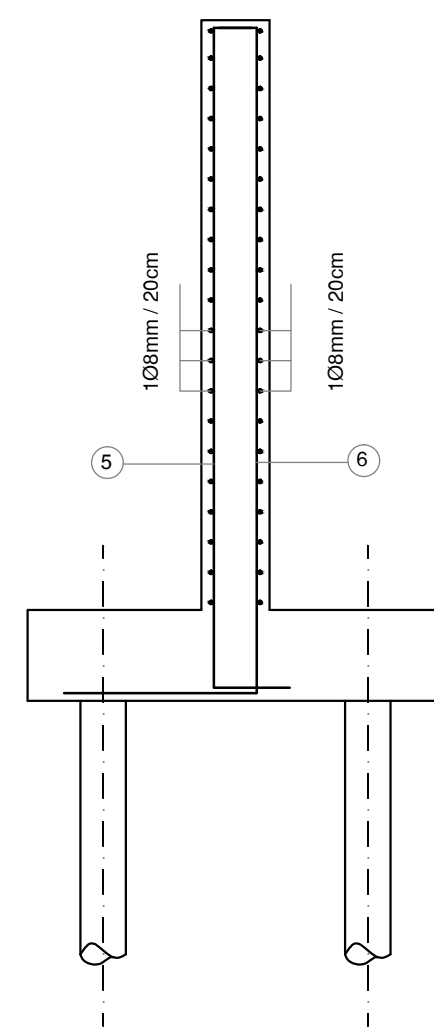
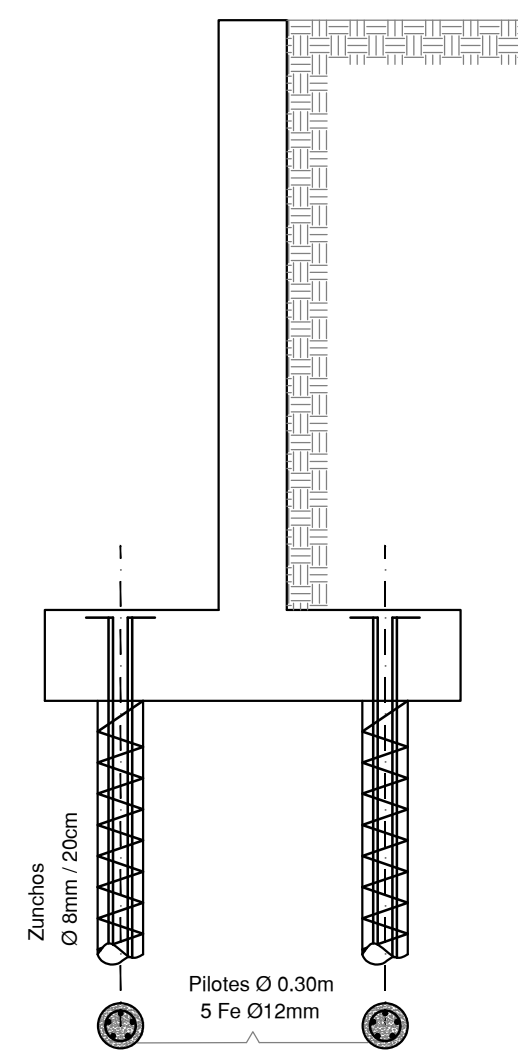
CORTE C-C MURO LATERAL

ESCALA 1:50



ARMADURA MURO LATERAL

ESCALA 1:50



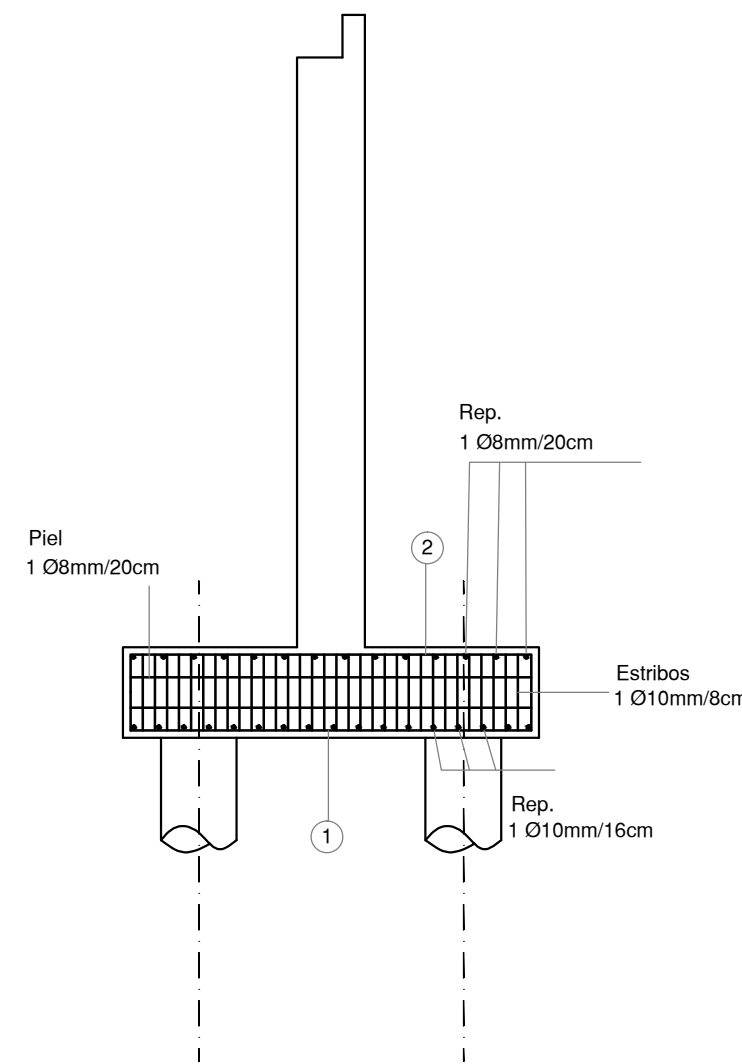
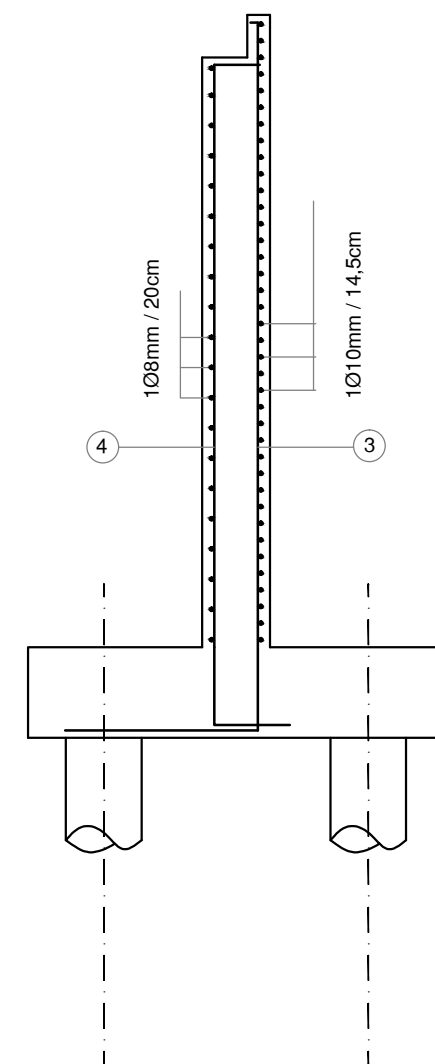
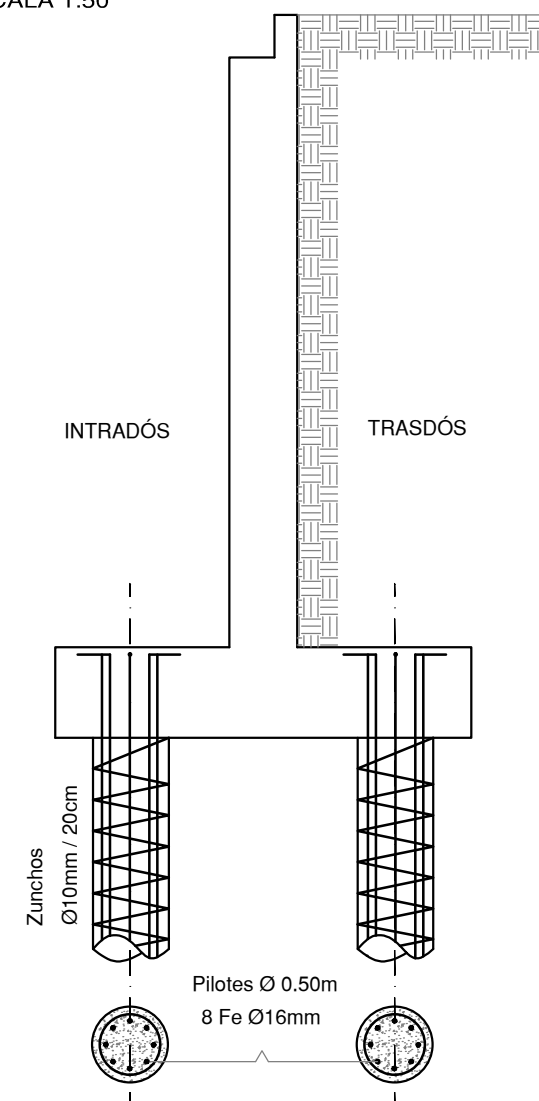
DOBLADO DE HIERROS

Nº	DOBLADO	L = LONGITUD TOTAL
1		Long. TOTAL: 3,15m 1Ø20mm/13cm
2		Long. TOTAL: 3,15m 1Ø10mm/20cm
3		Long. TOTAL: 6,02m 1Ø20mm/11,5cm
4		Long. TOTAL: 5,16m 1Ø10mm/20cm
5		Long. TOTAL: 5,11m 1Ø10mm/20cm
6		Long. TOTAL: 5,93m 1Ø10mm/10,5cm
7		Long. TOTAL: 2,97m 1Ø16mm/16,5cm
8		Long. TOTAL: 2,97m 1Ø10mm/20cm

RECUBRIMIENTO DE ARMADURA 0.05

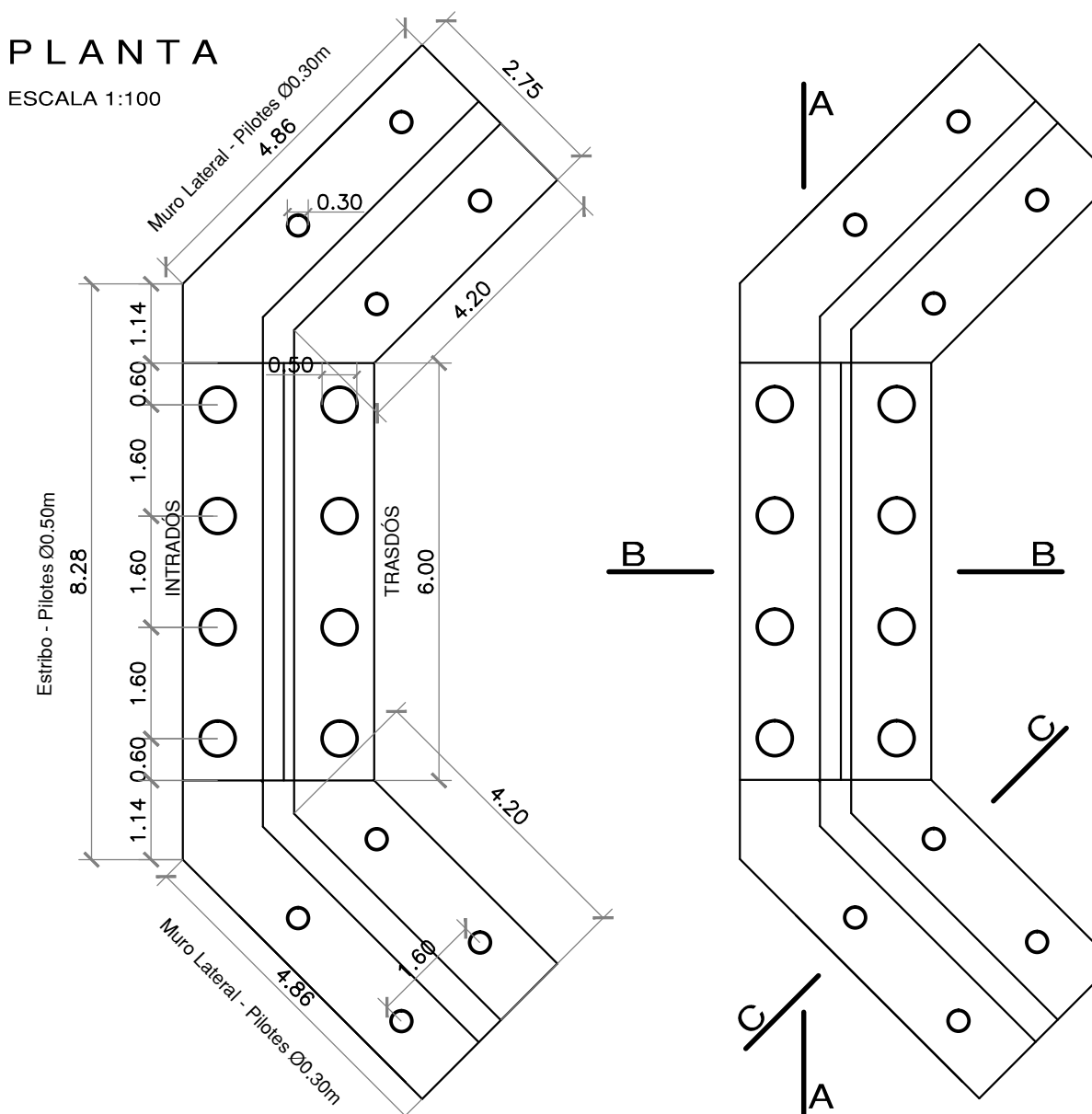
ARMADURA ESTRIBO

ESCALA 1:50



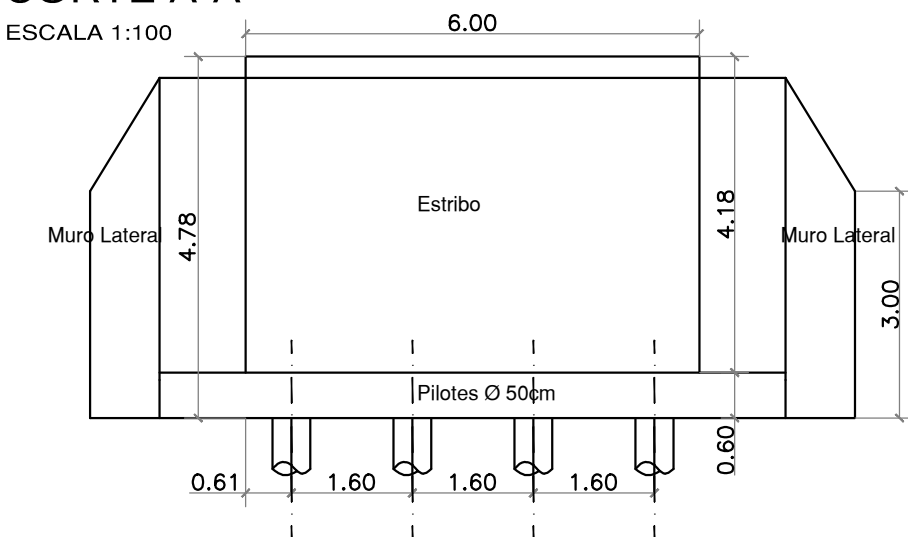
PLANTA

ESCALA 1:100



CORTE A-A

ESCALA 1:100



**RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO
SOBRE ARROYO "LAS CALAVERAS".
COMPARACIÓN ECONÓMICA - AMBIENTAL
CON RESPECTO A UN NUEVO PUENTE
PROYECTADO DE HORMIGÓN ARMADO.**

Año: 2016

02

GARRAPPA Sofia Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA

ESTRUCTURA INTERMEDIA E INFRAESTRUCTURA - PUENTE DE HIERRO

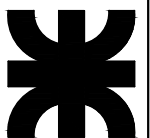
AFECTACIÓN	FACTORES AMBIENTALES									
	MEDIO FÍSICO									
	ABIÓTICO					BIÓTICO				
	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA		FAUNA		
ACTIVIDADES	MATERIAL PARTICULADO	RUIDO	EROSIÓN	CALIDAD DE AGUA	REGIMEN FLUVIAL	CUBIERTA VEGETAL	TALA O DESBROCE	DIVERSIDAD BIOLÓGICA	ESPECIES TERRESTRES	ESPECIES ACUÁTICAS
LIMPIEZA DEL TERRENO	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTMDFN	(.....)	+1CSEKFN	-1CTEDFN	-1PTEHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	(.....)
OBTENCIÓN DE PERMISOS	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
CONSTRUCCIÓN CAMINO PROVISORIO	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTMDFN	(.....)	(.....)	-1CTEDFN	-1PTEHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	(.....)
TRANSPORTE DE EQUIPO	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	(.....)
EJECUCIÓN DE SUELO CEMENTO	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	(.....)	-1CTEBFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	(.....)
ELEVACIÓN Y CORRIMIENTO DE LA ESTRUCTURA	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1PTEBFN	(.....)	(.....)	(.....)	-1PTEHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	(.....)
DEMOLICIÓN DE LOS ESTRIBOS EXISTENTES	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	-1PTEBFN	-1PTEDFN	-1PTEHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN
RETIRO DE FUNDACIONES EXISTENTES	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	-1PTEBFN	-1PTEDFN	-1PTEHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN
FUNDACIONES Y ESTRIBOS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(X)2CSEKFN	-1PTEDFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN
APOYOS DE NEOPRENO	(X)1PTEBFN	-1CTEBFN	(X)1PTEBFN	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
INSTALACIÓN ESTRUCTURA METÁLICA	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1PTEBFN	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	(.....)
ACONDICIONAMIENTO DEL CAUCE	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	+2CSMKFN	+3CSEKFN	-1PTEDFN	-1PTEHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN
LOSA DE TABLERO	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(X)1PTEBFN	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
CARPETA DE RODAMIENTO	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(X)1PTEBFN	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

MATRIZ N°1 (Parte A) -
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA
RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO
SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS
MEDIO BIOFÍSICO
Etapa de Construcción

Año: 2016

01

GARRAPPA Sofía Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA

AFECTACIÓN ACTIVIDADES	FACTORES AMBIENTALES		
	SOCIO - ECONÓMICO		
	SOCIO CULTURAL	ECONÓMICO	
	USO ACTUAL DEL SUELO	GENERACIÓN DE EMPLEOS	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA
LIMPIEZA DEL TERRENO	+3CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
OBTENCIÓN DE PERMISOS	(.....)	+3CTEDRN	+2CTEDRN
CONSTRUCCIÓN CAMINO PROVISORIO	+3CTEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
TRANSPORTE DE EQUIPO	(X)1PSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
EJECUCIÓN DE SUELO CEMENTO	(X)1PSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
ELEVACIÓN Y CORRIMIENTO DE LA ESTRUCTURA	+1CTEIRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
DEMOLICIÓN DE LOS ESTRIBOS EXISTENTES	+1CTEIRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
RETIRO DE FUNDACIONES EXISTENTES	+1CTEIRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
FUNDACIONES Y ESTRIBOS	+1CTEIRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
APOYOS DE NEOPRENO	+1CTEIRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
INSTALACIÓN ESTRUCTURA METÁLICA	+3CTEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
ACONDICIONAMIENTO DE CAUCE	+3CTEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
LOSA DE TABLERO	+3CTEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
CARPETA DE RODAMIENTO	+3CTEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN

**MATRIZ N°1 (Parte B) -
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA
RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO
SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS
MEDIO SOCIOECONÓMICO**

Etapas de Construcción

Año: 2016

02

**GARRAPPA Sofía Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA**

AFECTACIÓN	FACTORES AMBIENTALES									
	MEDIO FÍSICO									
	ABIÓTICO					BIÓTICO				
	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA		FAUNA		
ACTIVIDADES	MATERIAL PARTICULAD	RUIDO	EROSIÓN	CALIDAD DE AGUA	REGIMEN FLUVIAL	CUBIERTA VEGETAL	TALA O DESBROCE	DIVERSIDAD BIOLÓGICA	ESPECIES TERRESTRES	ESPECIES ACUÁTICAS
PUESTA EN SERVICIO DEL PUENTE	-1CVEKFN	-1CVEKFN	-1CVEKFN	(X)1PVLKFN	+1CVEKFN	+1CSEKFN	(.....)	+1CVMKFN	+1CVMKFN	+1CVMKFN
MANTENIMIENTO DEL PUENTE	-1CVEKFN	-1CVEKFN	-1CVEKFN	(X)1PVLKFN	+1CVEKFN	+1CSEKFN	(.....)	+1CVMKFN	+1CVMKFN	+1CVMKFN
MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO	-1CVEKFN	-1CVEKFN	-1CVEKFN	(X)1PVLKFN	+1CVEKFN	+1CSEKFN	(X)1PVLKFN	(X)1PVLKFN	(X)1PVLKFN	(X)1PVLKFN

MATRIZ N°1 (Parte C) -
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA
RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO
SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS

MEDIO BIOFÍSICO

Etapas de Operación

Año: 2016

03

GARRAPPA Sofía Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA

AFECTACIÓN		FACTORES AMBIENTALES							
		SOCIO - ECONÓMICO							
		SOCIO CULTURAL					ECONÓMICO		
ACTIVIDADES	USO ACTUAL DEL SUELO	INCIDENCIA SOBRE ASPECTOS ESTÉTICOS Y	POTENCIAL TURÍSTICO Y RECREACIÓN	PATRIMONIO HISTÓRICO	SEGURIDAD EN EL TRÁNSITO	REDUCCIÓN DE ACCIDENTES EN RUTA	RELACIONES REGIONALES	GENERACIÓN DE EMPLEOS	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA
PUESTA EN SERVICIO DEL PUENTE	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+2CSEKRN	+3CVEKRN	+2CVEKRN
MANTENIMIENTO DEL PUENTE	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+2CSEKRN	+3CVEKRN	+2CVEKRN
MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+2CSEKRN	+3CVEKRN	+2CVEKRN

MATRIZ N°1 (Parte D) -
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA
RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE HIERRO
SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS
MEDIO SOCIOECONÓMICO

Etapas de Operación

Año: 2016

04

GARRAPPA Sofía Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA

AFECCIÓN	FACTORES AMBIENTALES									
	MEDIO FÍSICO									
	ABIÓTICO					BIÓTICO				
	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA		FAUNA		
ACTIVIDADES	MATERIAL PARTICULADO	RUIDO	EROSIÓN	CALIDAD DE AGUA	REGIMEN FLUVIAL	CUBIERTA VEGETAL	TALA O DESBROCE	DIVERSIDAD BIOLÓGICA	ESPECIES TERRESTRES	ESPECIES ACUÁTICAS
DEMOLICIÓN DE OBRA EXISTENTE	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	-1PTIBFN	-1CTEDFN	-1PTLHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
EXCAVACIÓN MECANICA PARA OBRA DE ARTE	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	-1PTIBFN	-1CTEDFN	-1PTLHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
EXCAVACIÓN A PALA MANUAL	-1CTEBFN	(.....)	-1CTEBFN	(.....)	-1PTIBFN	-1CTEDFN	-1PTLHFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN	-1CTEDFN
HORMIGÓN DE LIMPIEZA	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	+2CSEKN	-1CSEIFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEBFN	-1CTEDFN
ZAPATAS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	-1PTEDFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
TABIQUES PARA PILAS Y ESTRIBOS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	-1CSEIFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
ALAS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	-1CSEIFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
LOSAS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	-1CSEIFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
VEREDAS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	-1CSEIFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
BARANDAS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	-1CSEIFN	(.....)	(.....)	-1PTEDFN	-1CTEDFN
PILAR	-1CTEBFN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	(.....)	(.....)	-1CSEIFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1CTEDFN
RELLENO DE SUELO Y COMPACTACIÓN	-1CTEBFN	-1CTEBFN	+2CSEIFN	(.....)	(.....)	-1CSEIFN	-1PTLHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN
REVESTIMIENTO DE SUELO CEMENTO AL 14%	-1CTEBFN	-1CTEBFN	+3CSEIFN	+2CSEIFN	(.....)	-1CSEIFN	(.....)	-1PTEDFN	-1PTEDFN	(.....)
JUNTAS DE DILATACIÓN CON MASTIC ASFÁLTICO	(.....)	-1CTEBFN	(X)1PTMDFN	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
COLOCACION DE GAMONES	-1CTEBFN	-1CTEBFN	+3CSEIFN	(.....)	+2CSEKN	-1CSEIFN	-1PTLHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN
COLOCACION DE COLCHONETAS	-1CTEBFN	-1CTEBFN	+3CSEIFN	(.....)	+2CSEKN	-1CSEIFN	-1PTLHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN
COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL TIPO OP 60	-1CTEBFN	-1CTEBFN	+3CSEIFN	(.....)	+2CSEKN	-1CSEIFN	-1PTLHFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN	-1PTEDFN

MATRIZ N°2 (Parte A) -
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN DE UNA ALCANTARILLA DE Hªº
SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS

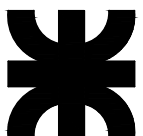
MEDIO BIOFÍSICO

Etapa de construcción

Año: 2016

05

GARRAPPA Sofía Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA

AFECTACIÓN	FACTORES AMBIENTALES		
	SOCIO - ECONÓMICO		
	SOCIO CULTURAL	ECONÓMICO	
	ACTIVIDADES	USO ACTUAL DEL SUELO	GENERACIÓN DE EMPLEOS
DEMOLICIÓN DE OBRA EXISTENTE	(X)1CSEIFN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
EXCAVACIÓN MECANICA PARA OBRA DE ARTE	(X)1CSEIFN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
EXCAVACIÓN A PALA MANUAL	(X)1CSEIFN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
HORMIGÓN DE LIMPIEZA	+3CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
ZAPATAS	+3CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
TABIQUES PARA PILAS Y ESTRIBOS	+3CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
ALAS	+3CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
LOSAS	+3CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
VEREDAS	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
BARANDAS	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
PILAR	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
RELLENO DE SUELO Y COMPACTACIÓN	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
REVESTIMIENTO DE SUELO CEMENTO AL 14%	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
JUNTAS DE DILATACIÓN CON MASTIC ASFÁLTICO	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
COLOCACION DE GAVIONES	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
COLOCACION DE COLCHONETAS	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN
COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL TIPO OP 60	+1CSEKRN	+3CTEDRN	+2CTEDRN

MATRIZ N°2 (Parte B) -
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN DE UNA ALCANTARILLA DE HºAº
SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS
MEDIO SOCIOECONÓMICO

Etapa de Construcción

Año: 2016

06

GARRAPPA Sofia Leg 3740
RODRIGUEZ Analía Leg. 3756



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA

AFECTACIÓN	FACTORES AMBIENTALES									
	MEDIO FÍSICO									
	ABIÓTICO					BIÓTICO				
	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA		FAUNA		
ACTIVIDADES	MATERIAL PARTICULADO	RUIDO	EROSIÓN	CALIDAD DE AGUA	REGIMEN FLUVIAL	CUBIERTA VEGETAL	TALA O DESBROCE	DIVERSIDAD BIOLÓGICA	ESPECIES TERRESTRES	ESPECIES ACUÁTICAS
PUESTA EN SERVICIO DE LA ALCANTARILLA	-1CVEKFN	-1CVEKFN	-1CVEKFN	(X)1PVLKFN	+1CVEKFN	+1CSEKFN	(.....)	+1CVMKFN	+1CVMKFN	+1CVMKFN
MANTENIMIENTO DE LA ALCANTARILLA	-1CVEKFN	-1CVEKFN	-1CVEKFN	(X)1PVLKFN	+1CVEKFN	+1CSEKFN	(.....)	+1CVMKFN	+1CVMKFN	+1CVMKFN
MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO	-1CVEKFN	-1CVEKFN	-1CVEKFN	(X)1PVLKFN	+1CVEKFN	+1CSEKFN	(X)1PVLKFN	(X)1PVLKFN	(X)1PVLKFN	(X)1PVLKFN

MATRIZ N°2 (Parte C) -
 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA
 CONSTRUCCIÓN DE UNA ALCANTARILLA DE HºAº
 SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS
MEDIO BIOFÍSICO

 Etapa de Operación

Año: 2016

07

GARRAPPA Sofía Leg 3740
 RODRIGUEZ Analía Leg. 3756



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA

AFECTACIÓN		FACTORES AMBIENTALES							
		SOCIO - ECONÓMICO						ECONÓMICO	
ACTIVIDADES	USO ACTUAL DEL SUELO	SOCIO CULTURAL				ECONÓMICO			
		INCIDENCIA SOBRE ASPECTOS ESTÉTICOS Y	POTENCIAL TURÍSTICO Y RECREACIÓN	PATRIMONIO HISTÓRICO	SEGURIDAD EN EL TRÁNSITO	REDUCCIÓN DE ACCIDENTES EN RUTA NACIONAL N°34	RELACIONES REGIONALES	GENERACIÓN DE EMPLEOS	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA
PUESTA EN SERVICIO DEL PUENTE	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	(.....)	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+2CSMKRN	+3CVEKRN	+2CVEKRN
MANTENIMIENTO DEL PUENTE	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	(.....)	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+2CSMKRN	+3CVEKRN	+2CVEKRN
MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO	+3CSEKRN	+3CVEKRN	+3CVEKRN	(.....)	+3CVEKRN	+3CVEKRN	+2CSEKRN	+3CVEKRN	+2CVEKRN

MATRIZ N°2 (Parte D) - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ALCANTARILLA DE HºAº SOBRE EL ARROYO LAS CALAVERAS MEDIO SOCIOECONÓMICO Etapas de Operación	Año: 2016	08
	GARRAPPA Sofía Leg 3740 RODRIGUEZ Analía Leg. 3756	
	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RAFAELA	

