



Dirección Nacional de Vialidad

Obra:

RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN

Tramo:

Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista

Sección II:

Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

MEMORIA DE CÁLCULO

VIGA LONGITUDINAL EXTREMA



INvestigación, **D**esarrollos en **I**ngeniería y **G**estión de **O**bras

tecnica.indigo@indigoing.com.ar

Índice de la Memoria de Cálculo de Viga Longitudinal

- 1. Análisis de Carga para el Tablero**
 - 1.1. Definición Geométrica
 - 1.2. Definición de la Sobrecarga móvil

- 2. Análisis de carga**
 - 2.1. Cargas permanentes
 - 2.2. Sobrecarga móvil

- 3. Tabla de Materiales**
 - 3.1. Pesos específicos
 - 3.2. Módulos de Elasticidad
 - 3.3. Resistencias
 - 3.4. Tensiones tangenciales bajo carga de rotura

- 4. Cálculo de solicitaciones**
 - 4.1. Distribución uniforme de la sobrecarga móvil
 - 4.2. Cálculo de solicitaciones

- 5. Verificación de Secciones**
 - 5.1. Cálculo de Sección 1
 - 5.2. Cálculo de Sección 2
 - 5.3. Cálculo de Sección 3
 - 5.4. Cálculo de Sección 4
 - 5.5. Cálculo de Sección 5

- 6. Verificación a Rotura Estado Límite Último**
 - 6.1. Sección 5
 - 6.2. Sección 4
 - 6.3. Sección 3
 - 6.4. Sección 2
 - 6.5. Sección 1

- 7. Cálculo de pérdidas de pretensado**
 - 7.1. Parámetros geométricos, condiciones de curado, tiempo de las cargas
 - 7.2. Pérdida de pretensado por retracción
 - 7.3. Pérdida de pretensado por fluencia lenta
 - 7.4. Pérdida de pretensado por relajación del acero
 - 7.5. Pérdida de pretensado combinada por retracción, fluencia lenta y relajación
 - 7.6. Pérdidas por acortamiento elástico
 - 7.7. Pérdidas totales de los ítems 7.2., 7.3., 7.4. (sin acortamiento elástico)

Índice de la Memoria de Cálculo de Viga Longitudinal

- 8. Verificación de Armadura Pasiva en Apoyo**
 - 8.1. Verificación de armadura pasiva en apoyo
 - 8.2. Armadura lateral por arrancamiento del extremo de viga
 - 8.3. Conectores de corte entre viga y losa

- 9. Verificación de las Vigas Transversales**
 - 9.1. Viga Transversal Extrema
 - 9.2. Viga Transversal Central

- 10. Diagrama de envolventes de esfuerzos**
 - 10.1. Armaduras
 - 10.2. Verificación cobertura de diagrama de corte
 - 10.5. Verificación cobertura de diagrama de momento
 - 10.7. Datos de Pretensado
 - 10.8. Materiales

- 12. Modelo Numérico. Distribución de Cargas y Sobrecargas.**
 - 12.1. Modelo Numérico del Tablero
 - 12.2. Cargas Permanentes
 - 12.3. Sobrecargas Mviles

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

1. Análisis de Carga para el Tablero

1.1. Definición Geométrica

Longitud de Vigas:	24,80 m
Longitud entre apoyos:	24,20 m
Ancho total del puente:	14,70 m
Distancia entre ejes de vigas:	1,75 m
Longitud del voladizo:	1,23 m
Ancho de Calzada:	7,50 m
Ancho de Banquina Derecha:	3,00 m
Ancho de Banquina Izquierda:	3,00 m
Ancho de Total de Calzada:	13,50 m
Ancho de vereda total:	0,60 m
Ancho de vereda de cálculo:	0,60 m
Espesor losa de calzada:	0,20 m
Espesor losa de vereda:	0,20 m
Espesor medio carpeta de rodamiento:	0,05 m
Cantidad de vigas pretensadas:	8 Un
Peso propio de vigas pretensadas:	1,07 t/m
Ancho ala superior de viga pretensada:	0,40 m
Altura total de viga pretensada:	1,33 m
Longitud del macizado:	1,10 m
Longitud de la transición:	0,30 m
Volumen de H ⁰ de una viga pretensada:	10,61 m ³
Peso Total de una viga pretensada:	26,53 t

1.2. Definición de la Sobrecarga móvil

Aplanadora Tipo:	A-30
Cantidad de aplanadoras:	2
Rodillo delantero (Rd):	13 t
Rodillo trasero (Rt):	17 t
Multitud compacta en calzada:	0,577 t/m ²
Sobrecarga en vereda:	0,000 t/m ²
Coefficiente de impacto:	1,23
Coefficiente de reducción por cantidad de aplanadoras:	1,00

2. Análisis de carga

2.1. Cargas permanentes

Losa superior:	7,06 t/m
Vigas transversales centrales:	0,00 t/m
Carpeta de rodamiento:	1,62 t/m
Baranda metálica y Cordones:	0,93 t/m
Ductos debajo de tablero:	0,00 t/m
Vigas principales:	8,56 t/m

g = 18,16 t/m

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

2.2. Sobrecarga móvil

Rodillo trasero (Rt):	41,79 t
Rodillo delantero (Rd):	31,95 t
Sobrecarga distribuida tablero (zona de aplanadora) (p1):	6,03 t/m
Sobrecarga distribuida en tablero (p2):	9,57 t/m

3. Tabla de Materiales

3.1. Pesos específicos

Hormigón para Vigas Pretensadas H-30	2,50 t/m ³
Hormigón Armado H-21	2,40 t/m ³
Acero ADN-420	7,85 t/m ³
Carpeta de Rodamiento	2,40 t/m ³

3.2. Módulos de Elasticidad

MÓDULOS DE ELASTICIDAD

Módulo de elasticidad de la viga pretensada	Ev:	3300000 t/m ²
Módulo de elasticidad de la losa 2da Etapa	EI:	2750000 t/m ²

VERIFICACIÓN DE SECCIONES

Ev/EI: 1,20

Módulo de elasticidad del Acero Pretensado: Es: **19500000** t/m²
 Relación de módulos: Es/Ev: 5,90909

Módulo de elasticidad del acero ADN-420: Ea: **21000000** t/m²
 Relación de módulos: Ea/Ev: 6,36364

3.3. Resistencias

RESISTENCIA

Resistencia del H ⁰ de viga pretensada:	$\sigma'_{bk} =$	300 kg/cm ²	H-30
Resistencia del H ⁰ de losa 2ª Etapa:	$\sigma'_{bk} =$	210 kg/cm ²	H-21
Resistencia del H ⁰ momento de Tesado:	$\sigma'_{bm} =$	210 kg/cm ²	H-21
Tensión de rotura del A ⁰ de Pretensado:	$\beta'_z =$	19000 kg/cm ²	
Límite de fluencia del A ⁰ de Pretensado	$\beta'_s =$	17000 kg/cm ²	
Límite de fluencia del Acero ADN-420	$\beta'_{bk} =$	4200 kg/cm ²	

3.4. Tensiones tangenciales bajo carga de rotura

τ_{rot} :	18,0 kg/cm ²	renglón 50 Tabla 47
$\Delta\tau$:	10,8 kg/cm ²	60% de los valores de la Tabla 47, renglón 50
τ_{rot} límite:	70,0 kg/cm ²	renglón 56 Tabla 47

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

4. Cálculo de solicitaciones

4.1. Distribución uniforme de la sobrecarga móvil

	Carga total por tablero	Carga unitaria por viga
4.1.1. Peso propio de vigas principales:	8,56 t/m	1,07 t/m
4.1.2. Peso propio de losa + viga transversal central:	7,06 t/m	0,88 t/m
4.1.3. Sobrecarga permanente:	2,55 t/m	0,32 t/m

4.1.4. Sobrecarga Movil:

Sobrecarga en vereda:	0,000 t/m ²
Multitud compacta en calzada:	0,577 t/m ²
Aplanadora tipo: A-30	Cantidad: 2
Coeficiente de Impacto:	1,23
Coeficiente de reducción de aplanadoras:	1,00
Rodillo trasero reducido (Rt):	31,15 t
Rodillo delantero reducido (Rd):	21,32 t
Sobrecarga distribuida en tablero:	9,57 t/m ²
Longitud de cálculo de viga:	24,20 m

4.1.5. Momentos Flectores

Sección	Dist. [m]	M1 [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]	M4 [tm]	Mtotal [tm]
Apoyo	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,00	12,4	10,2	3,7	19,8	46,2
2	3,03	34,3	28,2	10,2	54,7	127,4
3	6,05	58,7	48,4	17,5	93,5	218,1
4	9,08	73,4	60,5	21,9	116,3	272,1
5	12,10	78,3	64,6	23,3	123,3	289,5

4.1.6. Esfuerzo de Corte

Sección	Dist. [m]	Q1 [t]	Q2 [t]	Q3 [t]	Q4 [t]	Qtotal [t]
Apoyo	0,00	12,9	10,7	3,9	20,7	48,2
1	1,00	11,9	9,8	3,5	19,2	44,4
2	3,03	9,7	8,0	2,9	16,3	36,9
3	6,05	6,5	5,3	1,9	11,8	25,6
4	9,08	3,2	2,7	1,0	7,4	14,3
5	12,10	0,0	0,0	0,0	2,9	2,9

Referencias:

- Q1, M1: Peso Propio de la viga pretensada
- Q2, M2: Carga permanente de la losa del tablero
- Q3, M3: Sobrecarga permanente de vereda, cenefa y defensa
- Q4, M4: Sobrecarga móvil s/Reglamento DNV

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

4.2. Cálculo de solicitaciones

Sobrecarga móvil asimétrica (s/Modelo Numérico)

	Carga total por tablero	Carga unitaria por viga
4.2.1. Peso propio de vigas principales:	8,56 t/m	1,07 t/m
4.2.2. Peso propio de losa + viga transversal central:	7,06 t/m	0,88 t/m
4.2.3. Sobrecarga permanente:	2,55 t/m	0,32 t/m

4.2.4. Sobrecarga Movil:

Sobrecarga en vereda:	0,000 t/m ²
Multitud compacta en calzada:	0,577 t/m ²
Aplanadora tipo: A-30	Cantidad: 2
Coeficiente de Impacto:	1,229
Coeficiente de reducción de aplanadoras:	1,00
Rodillo trasero reducido (Rt):	31,15 t
Rodillo delantero reducido (Rd):	21,32 t
Sobrecarga distribuida en tablero:	9,57 t/m ²
Longitud de cálculo de viga:	24,20 m

4.2.5. Momentos Flectores

Sección	Dist. [m]	M1 [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]	M4 [tm]	Mtotal [tm]
Apoyo	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,00	12,4	10,2	7,6	29,3	59,5
2	3,03	34,3	28,2	21,1	80,6	164,2
3	6,05	58,7	48,4	36,1	137,8	281,1
4	9,08	73,4	60,5	45,1	171,5	350,6
5	12,10	78,3	64,6	48,2	181,8	372,8

4.2.6. Esfuerzo de Corte

Sección	Dist. [m]	Q1 [t]	Q2 [t]	Q3 [t]	Q4 [t]	Qtotal [t]
Apoyo	0,00	12,9	10,7	9,2	30,4	63,2
1	1,00	11,9	9,8	8,5	28,2	58,4
2	3,03	9,7	8,0	6,9	23,9	48,5
3	6,05	6,5	5,3	4,6	17,4	33,8
4	9,08	3,2	2,7	2,3	10,8	19,1
5	12,10	0,0	0,0	0,0	4,3	4,3

Referencias:

- Q1, M1: Peso Propio de la viga pretensada
- Q2, M2: Carga permanente de la losa del tablero
- Q3, M3: Sobrecarga permanente de vereda, cenefa y defensa
- Q4, M4: Sobrecarga móvil s/Reglamento DNV

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5. VERIFICACIÓN DE SECCIONES

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.1. Cálculo de Sección 1

Sección a 1,00 m del APOYO

5.1.1 Solicitación en Sección 1 de viga

5.1.1.1. Esfuerzo normal

Tensión de tiro en banco: **13600** kg/cm²
 Pérdida Acortamiento Elástico: **400** kg/cm²
 Tensión a tiempo cero: **13200** kg/cm²

Sección	Npret Pretensado Inicial [t]	Npret Pretensado 2° Etapa [t]	N1 Peso Propio [t]	N2 Peso Losa [t]	N3 Cargas Permanentes [t]	N4 Sobrecarga Móvil [t]	N5 Retracción Diferencial [t]	N total Cargas Exteriores [t]
1	104,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5.1.1.2. Momentos Flectores

Sección	Mpret Pretensado Inicial [tm]	Mpret Pretensado 2° Etapa [tm]	M1 Peso Propio [tm]	M2 Peso Losa [tm]	M3 Cargas Permanentes [tm]	M4 Sobrecarga Móvil [tm]	M5 Retracción Diferencial [tm]	M total Cargas Exteriores [tm]
1	56,8	0,0	12,4	10,2	7,6	29,3	0,0	59,5

5.1.1.3. Esfuerzo de corte

Sección	Vpret Pretensado Inicial [t]	Vpret Pretensado 2° Etapa [t]	Q1 Peso Propio [t]	Q2 Peso Losa [t]	Q3 Cargas Permanentes [t]	Q4 Sobrecarga Móvil [t]	Q5 Retracción Diferencial [t]	Q total Cargas Exteriores [t]
1	0,0	0,0	11,9	9,8	8,5	28,2	0,0	58,4

Nota 1: El corte de pretensado favorable es negativo (-)

Nota 2: Las solicitaciones de las sobrecargas se incrementan en un 5% debido al efecto de la distribución transversal de la sobrecarga móvil sobre el tablero.

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.1.2. Propiedades Geométricas

Sección de Hormigón	Sección Armadura Pasiva		Sección A° de Pretensado			
		Inferior	Superior		1° Etapa	2° Etapa
h = 1,33 m	Fsp [cm²]:	8,04	5,65	Fsp [cm²]:	7,90	0
b _{ALMA INF} = 0,40 m	esp [cm²]:	2,5	2,5	esp [cm]:	6	0
b _{ALMA SUP} = 0,40 m	Fsp [m²]:	0,0008	0,0006	Ductos [cm²]:	0	
h _{L-TAB} = 0,20 m	esp [m]:	0,03	0,03	Fsp [m²]:	0,0008	
D _{ENTRE EJES} = 1,75 m				esp [m]:	0,06	
b _{BASE INF} = 0,60 m						
b _{BASE SUP} = 0,60 m						
b _{CABEZA SUP} = 0,40 m						
b _{CABEZA INF} = 0,40 m						
h _{BASE INF} = 0,25 m						
h _{BASE SUP} = 0,15 m						
h _{CABEZA SUP} = 0,10 m						
h _{CABEZA INF} = 0,10 m						
h _{ALMA} = 0,73 m						
Δb _{sup} = 0,00 m						
Δb _{inf} = 0,10 m						
h _{3'} = 0,52 m						
h _{3''} = 0,26 m						
h _{4''} = 0,00 m						

	n	Distancia al borde inferior
Cables en 1° capa	8	6,00 cm
Cables en 2° capa	0	12,00 cm
Cables en 3° capa	0	18,00 cm
Cables en 4° capa	0	24,00 cm

Sección de Pretensado Adoptada:

8 Cordones de Ø 1/2 "
8 Cordones de Ø 1,27 cm

5.1.3. Propiedades Mecánicas

Propiedad	SECCIÓN SIMPLE	SECCIÓN SIMPLE HOMOGÉNEA	SECCIÓN COMPUESTA	SECCIÓN COMPUESTA
Area [m²]:	0,59700	0,60822	0,88867	0,89989
Xg [m]:	0,60921	0,60503	0,87860	0,87242
Ig [m⁴]:	0,09516	0,09926	0,22856	0,23482
h inf. viga [m]:	0,60921	0,60503	0,87860	0,87242
h secc. pret. [m]:	0,54921	0,54503	0,81860	0,81242
h sup. viga [m]:	0,72079	0,72497	0,45140	0,45758
h sup. losa [m]:			0,65140	0,65758
W inf. viga [m³]:	0,15620	0,16405	0,26014	0,26916
W secc. pret. [m³]:	0,17326	0,18211	0,27921	0,28904
W sup. viga [m³]:	0,13202	0,13691	0,50634	0,51317
W sup. losa [m³]:			0,35088	0,35709
S1 [m³]:		0,10580		
S2 [m³]:				0,20519
S3 [m³]:				0,16263
z [m]:		1,088		1,380

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.1.4. Verificación de las Tensiones de Servicios

Datos de Pretensado	Fuerza de Pretensado Inicial:	104,2 t
	Fuerza de Pretensado 2° Etapa:	0,0 t
	Pérdidas de Pretensado Etapa 1:	5,0 %
	Pérdidas de Pretensado Etapa 2:	10,0 %

Tensiones en Viga Pretensada	Estados de Carga										
	Pret. Inicial	Pret. Inicial	Peso Propio Viga	Peso Propio Viga	Carga Perm. Losa	Carga Perm. Losa	Pret. 2° Etapa	Carga Perm. Tab.	Pérd. V.C. Pret. t=inf	Sobr. Móvil	Acciones de Coacción
	(t=0)	(t=0)	S.S.	S.C.	S.S.	S.C.	S.C.	S.C.	10,0%	S.C.	S.C.
	(1-a)	(1-b)	(2-a)	(2-b)	(3-a)	(3-b)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tensión Sup. Losa		-4		3		2	0	2	1	7	
Tensión Inf. Losa		0		2		2	0	1	0	5	
Tensión Sup. Viga	-24	1	9	2	7	2	0	1	0	6	
Tensión A° Pretensado	48	31	-7	-4	-6	-4	0	-3	-4	-10	
Tensión Inf. Viga	52	33	-8	-5	-6	-4	0	-3	-4	-11	

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 0,00 %														
Coef. de Aplicación	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-24	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	-15	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	48	0	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	42		
Tensión Inf. Viga	52	0	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	44	< 160	Verifica

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-23	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0	-7	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	46	0	-7	0	-6	0	0	0	0	0	0	33		
Tensión Inf. Viga	49	0	-8	0	-6	0	0	0	0	0	0	35	< 160	Verifica

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> -20	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tensión Sup. Viga	-23	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0	-7	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	46	0	-7	0	-6	0	0	0	0	0	0	33		
Tensión Inf. Viga	49	0	-8	0	-6	0	0	0	0	0	0	35	< 160	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2		
Tensión Sup. Viga	-23	0	9	0	7	0	0	1	0	0	0	-5	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	46	0	-7	0	-6	0	0	-3	-4	0	0	27		
Tensión Inf. Viga	49	0	-8	0	-6	0	0	-3	-4	0	0	28	> -36	Verifica

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,60	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	0	7	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	4		
Tensión Sup. Viga	-23	0	9	0	7	0	0	1	0	3	0	-1	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	46	0	-7	0	-6	0	0	-3	-4	-6	0	21		
Tensión Inf. Viga	49	0	-8	0	-6	0	0	-3	-4	-7	0	22	> -36	Verifica

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	2	1	7	0	10	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	6		
Tensión Sup. Viga	-23	0	9	0	7	0	0	1	0	6	0	1	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	46	0	-7	0	-6	0	0	-3	-4	-10	0	17		
Tensión Inf. Viga	49	0	-8	0	-6	0	0	-3	-4	-11	0	17	> -36	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.1.5. Verificación del Corte y Cálculo de Armadura Pasiva

Factor de corrección Eurocódigo/Cirsoc = **1,00**

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 3,2 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 4,77 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 10,46 \text{ t}$
$\sigma_x = 17,1 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 3,36 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -0,6 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 1,82 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 17,7 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 5,8 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 8,71 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 2,76 \text{ t}$
$\sigma_x = 16,3 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,89 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -1,8 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 3,32 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 18,1 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 5,8 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 8,71 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 2,76 \text{ t}$
$\sigma_x = 16,3 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,89 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -1,8 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 3,32 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 18,1 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 7,6 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 11,40 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 2,57 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 1,73 \text{ t}$
$\sigma_x = 15,1 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 2,44 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,56 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -3,2 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 4,34 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 18,3 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 11,3 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 16,77 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 7,70 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,17 \text{ t}$
$\sigma_x = 15,1 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 7,33 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,05 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -6,1 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 6,39 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 21,2 \text{ kg/cm}^2$				

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 13,8 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 20,35 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 11,12 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 15,1 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,47$	$Fe_{int} = 10,59 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -8,2 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 9,10 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 23,3 \text{ kg/cm}^2$				

Armadura de Corte	En Interfase	Armadura Inferior	Armadura Superior
Se adopta: Ø 10 c/ 10	Se adopta: Ø 10 c/ 10	Se adopta: 4 Ø 16	Se adopta: 5 Ø 12
Adicional: Ø 0 c/ 30	Adicional: Ø 0 c/ 30		
$Fe_{est \text{ nec}} = 9,10 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ nec}} = 10,59 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{nec} = 0,00 \text{ cm}^2$	$As_{nec} = 3,36 \text{ cm}^2$
$Fe_{est \text{ adop}} = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ adop}} = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{adop} = 8,04 \text{ cm}^2$	$As_{adop} = 5,65 \text{ cm}^2$
<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.2. Cálculo de Sección 2

Sección a 3,03 m del APOYO

5.2.1 Solicitación en Sección 2 de viga

5.2.1.1. Esfuerzo normal

Tensión de tiro en banco: **13600** kg/cm²
 Pérdida Acortamiento Elástico: **400** kg/cm²
 Tensión a tiempo cero: **13200** kg/cm²

Sección	Npret Pretensado Inicial [t]	Npret Pretensado 2° Etapa [t]	N1 Peso Propio [t]	N2 Peso Losa [t]	N3 Cargas Permanentes [t]	N4 Sobrecarga Móvil [t]	N5 Retracción Diferencial [t]	N total Cargas Exteriores [t]
2	208,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5.2.1.2. Momentos Flectores

Sección	Mpret Pretensado Inicial [tm]	Mpret Pretensado 2° Etapa [tm]	M1 Peso Propio [tm]	M2 Peso Losa [tm]	M3 Cargas Permanentes [tm]	M4 Sobrecarga Móvil [tm]	M5 Retracción Diferencial [tm]	M total Cargas Exteriores [tm]
2	92,9	0,0	34,3	28,2	21,1	80,6	0,0	164,2

5.2.1.3. Esfuerzo de corte

Sección	Vpret Pretensado Inicial [t]	Vpret Pretensado 2° Etapa [t]	Q1 Peso Propio [t]	Q2 Peso Losa [t]	Q3 Cargas Permanentes [t]	Q4 Sobrecarga Móvil [t]	Q5 Retracción Diferencial [t]	Q total Cargas Exteriores [t]
2	0,0	0,0	9,7	8,0	6,9	23,9	0,0	48,5

Nota 1: El corte de pretensado favorable es negativo (-)

Nota 2: Las solicitaciones de las sobrecargas se incrementan en un 5% debido al efecto de la distribución transversal de la sobrecarga móvil sobre el tablero.

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.2.2. Propiedades Geométricas

Sección de Hormigón		Sección Armadura Pasiva		Sección A° de Pretensado		
			Inferior	Superior	1° Etapa	2° Etapa
h =	1,33 m	Fsp [cm²]:	8,04	4,52	Fsp [cm²]:	15,79
b _{ALMA INF} =	0,18 m	esp [cm²]:	2,5	2,5	esp [cm]:	9
b _{ALMA SUP} =	0,18 m				Ductos [cm²]:	0
h _{L-TAB} =	0,20 m	Fsp [m²]:	0,0008	0,0005	Fsp [m²]:	0,0016
D _{ENTRE EJES} =	1,75 m	esp [m]:	0,03	0,03	esp [m]:	0,09
b _{BASE INF} =	0,60 m					
b _{BASE SUP} =	0,60 m					
b _{CABEZA SUP} =	0,40 m					
b _{CABEZA INF} =	0,40 m					
h _{BASE INF} =	0,25 m					
h _{BASE SUP} =	0,15 m					
h _{CABEZA SUP} =	0,10 m					
h _{CABEZA INF} =	0,10 m					
h _{ALMA} =	0,73 m					
Δb _{sup} =	0,11 m					
Δb _{inf} =	0,21 m					
h3' =	0,59 m					
h3'' =	0,23 m					
h4'' =	0,00 m					

	n	Distancia al borde inferior
Cables en 1° capa	8	6,00 cm
Cables en 2° capa	8	12,00 cm
Cables en 3° capa	0	18,00 cm
Cables en 4° capa	0	24,00 cm

Sección de Pretensado Adoptada:

16 Cordones de Ø 1/2 "

16 Cordones de Ø 1,27 cm

5.2.3. Propiedades Mecánicas

Propiedad	SECCIÓN SIMPLE	SECCIÓN SIMPLE HOMOGÉNEA	SECCIÓN COMPUESTA	SECCIÓN COMP. HOMOGÉNEA
Area [m²]:	0,40890	0,42339	0,70057	0,71506
Xg [m]:	0,54469	0,53543	0,91327	0,90032
Ig [m⁴]:	0,07701	0,08115	0,21184	0,22075
h inf. viga [m]:	0,54469	0,53543	0,91327	0,90032
h secc. pret. [m]:	0,45469	0,44543	0,82327	0,81032
h sup. viga [m]:	0,78531	0,79457	0,41673	0,42968
h sup. losa [m]:			0,61673	0,62968
W inf. viga [m³]:	0,14139	0,15155	0,23196	0,24519
W secc. pret. [m³]:	0,16937	0,18217	0,25731	0,27242
W sup. viga [m³]:	0,09807	0,10212	0,50834	0,51375
W sup. losa [m³]:			0,34349	0,35057
S1 [m³]:		0,08078		
S2 [m³]:				0,18303
S3 [m³]:				0,15449
z [m]:		1,134		1,380

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.2.4. Verificación de las Tensiones de Servicios

Datos de Pretensado	Fuerza de Pretensado Inicial:	208,5 t
	Fuerza de Pretensado 2° Etapa:	0,0 t
	Pérdidas de Pretensado Etapa 1:	5,0 %
	Pérdidas de Pretensado Etapa 2:	10,0 %

Tensiones en Viga Pretensada	Estados de Carga										
	Pret. Inicial (t=0)	Pret. Inicial (t=0)	Peso Propio Viga	Peso Propio Viga	Carga Perm. Losa	Carga Perm. Losa	Pret. 2° Etapa	Carga Perm. Tab.	Pérd. V.C. Pret. t=inf	Sobr. Móvil	Acciones de Coacción
	S.S. (1-a)	S.C. (1-b)	S.S. (2-a)	S.C. (2-b)	S.S. (3-a)	S.C. (3-b)	S.C. (4)	S.C. (5)	10,0% (6)	S.C. (7)	S.C. (8)
	(1-a)	(1-b)	(2-a)	(2-b)	(3-a)	(3-b)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tensión Sup. Losa		2		8		7	0	5	2	19	
Tensión Inf. Losa		9		6		5	0	3	0	13	
Tensión Sup. Viga	-42	11	34	7	28	5	0	4	0	16	
Tensión A° Pretensado	100	63	-19	-13	-16	-10	0	-8	-9	-30	
Tensión Inf. Viga	111	67	-23	-14	-19	-12	0	-9	-10	-33	

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 0,00 %														
Coef. de Aplicación	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-42	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	100	0	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	81		
Tensión Inf. Viga	111	0	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	88	< 160	Verifica

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-40	0	34	0	28	0	0	0	0	0	0	22	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	95	0	-19	0	-16	0	0	0	0	0	0	61		
Tensión Inf. Viga	105	0	-23	0	-19	0	0	0	0	0	0	64	< 160	Verifica

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> -20	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tensión Sup. Viga	-40	0	34	0	28	0	0	0	0	0	0	22	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	95	0	-19	0	-16	0	0	0	0	0	0	61		
Tensión Inf. Viga	105	0	-23	0	-19	0	0	0	0	0	0	64	< 160	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	7	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4		
Tensión Sup. Viga	-40	0	34	0	28	0	0	4	0	0	0	26	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	95	0	-19	0	-16	0	0	-8	-9	0	0	44		
Tensión Inf. Viga	105	0	-23	0	-19	0	0	-9	-10	0	0	45	> -36	Verifica

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,60	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	5	2	12	0	18	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	3	0	8	0	12		
Tensión Sup. Viga	-40	0	34	0	28	0	0	4	0	9	0	35	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	95	0	-19	0	-16	0	0	-8	-9	-18	0	26		
Tensión Inf. Viga	105	0	-23	0	-19	0	0	-9	-10	-20	0	26	> -36	Verifica

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	5	2	19	0	26	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	3	0	13	0	17		
Tensión Sup. Viga	-40	0	34	0	28	0	0	4	0	16	0	42	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	95	0	-19	0	-16	0	0	-8	-9	-30	0	14		
Tensión Inf. Viga	105	0	-23	0	-19	0	0	-9	-10	-33	0	12	> -36	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.2.5. Verificación del Corte y Cálculo de Armadura Pasiva

Factor de corrección Eurocódigo/Cirsoc = **1,00**

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 5,4 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 8,32 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 1,84 \text{ t}$
$\sigma_x = 49,2 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,59 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -0,6 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 1,43 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 49,8 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 9,8 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 15,18 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 46,8 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -2,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 2,60 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 48,7 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 9,8 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 15,18 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 46,8 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -2,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 2,60 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 48,7 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 13,0 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 20,06 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 2,12 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 43,9 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,46$	$Fe_{int} = 2,02 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -3,6 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 3,97 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 47,4 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 19,6 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 30,15 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 6,51 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 43,9 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,64$	$Fe_{int} = 6,20 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -7,5 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 8,29 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 51,3 \text{ kg/cm}^2$				

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 24,0 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 36,88 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 9,43 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 43,9 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,71$	$Fe_{int} = 8,98 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -10,6 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 11,18 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 54,4 \text{ kg/cm}^2$				

Armadura de Corte	En Interfase	Armadura Inferior	Armadura Superior
Se adopta: Ø 10 c/ 10	Se adopta: Ø 10 c/ 10 Adicional: Ø 0 c/ 30	Se adopta: 4 Ø 16	Se adopta: 4 Ø 12
$Fe_{est \text{ nec}} = 11,18 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ nec}} = 8,98 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{nec} = 0,00 \text{ cm}^2$	$As_{nec} = 0,59 \text{ cm}^2$
$Fe_{est \text{ adop}} = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ adop}} = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{adop} = 8,04 \text{ cm}^2$	$As_{adop} = 4,52 \text{ cm}^2$
<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.3. Cálculo de Sección 3

Sección a 6,05 m del APOYO

5.3.1 Solicitación en Sección 3 de viga

5.3.1.1. Esfuerzo normal

Tensión de tiro en banco: **13600** kg/cm²
 Pérdida Acortamiento Elástico: **400** kg/cm²
 Tensión a tiempo cero: **13200** kg/cm²

Sección	Npret Pretensado Inicial [t]	Npret Pretensado 2° Etapa [t]	N1 Peso Propio [t]	N2 Peso Losa [t]	N3 Cargas Permanentes [t]	N4 Sobrecarga Móvil [t]	N5 Retracción Diferencial [t]	N total Cargas Exteriores [t]
3	312,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5.3.1.2. Momentos Flectores

Sección	Mpret Pretensado Inicial [tm]	Mpret Pretensado 2° Etapa [tm]	M1 Peso Propio [tm]	M2 Peso Losa [tm]	M3 Cargas Permanentes [tm]	M4 Sobrecarga Móvil [tm]	M5 Retracción Diferencial [tm]	M total Cargas Exteriores [tm]
3	128,9	0,0	58,7	48,4	36,1	137,8	0,0	281,1

5.3.1.3. Esfuerzo de corte

Sección	Vpret Pretensado Inicial [t]	Vpret Pretensado 2° Etapa [t]	Q1 Peso Propio [t]	Q2 Peso Losa [t]	Q3 Cargas Permanentes [t]	Q4 Sobrecarga Móvil [t]	Q5 Retracción Diferencial [t]	Q total Cargas Exteriores [t]
3	0,0	0,0	6,5	5,3	4,6	17,4	0,0	33,8

Nota 1: El corte de pretensado favorable es negativo (-)

Nota 2: Las solicitaciones de las sobrecargas se incrementan en un 5% debido al efecto de la distribución transversal de la sobrecarga móvil sobre el tablero.

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.3.2. Propiedades Geométricas

Sección de Hormigón		Sección Armadura Pasiva		Sección A° de Pretensado		
			Inferior	Superior	1° Etapa	2° Etapa
h =	1,33 m	Fsp [cm²]:	8,04	4,52	Fsp [cm²]:	23,69
b _{ALMA INF} =	0,18 m	esp [cm²]:	2,5	2,5	esp [cm]:	12
b _{ALMA SUP} =	0,18 m				Ductos [cm²]:	0
h _{L-TAB} =	0,20 m	Fsp [m²]:	0,0008	0,0005	Fsp [m²]:	0,0024
D _{ENTRE EJES} =	1,75 m	esp [m]:	0,03	0,03	esp [m]:	0,12
b _{BASE INF} =	0,60 m					
b _{BASE SUP} =	0,60 m					
b _{CABEZA SUP} =	0,40 m					
b _{CABEZA INF} =	0,40 m					
h _{BASE INF} =	0,25 m					
h _{BASE SUP} =	0,15 m					
h _{CABEZA SUP} =	0,10 m					
h _{CABEZA INF} =	0,10 m					
h _{ALMA} =	0,73 m					
Δb _{sup} =	0,11 m					
Δb _{inf} =	0,21 m					
h3' =	0,60 m					
h3'' =	0,23 m					
h4'' =	0,00 m					

	n	Distancia al borde inferior
Cables en 1° capa	8	6,00 cm
Cables en 2° capa	8	12,00 cm
Cables en 3° capa	8	18,00 cm
Cables en 4° capa	0	24,00 cm

Sección de Pretensado Adoptada:

24 Cordones de Ø 1/2 "
24 Cordones de Ø 1,27 cm

5.3.3. Propiedades Mecánicas

Propiedad	SECCIÓN SIMPLE	SECCIÓN SIMPLE HOMOGÉNEA	SECCIÓN COMPUESTA	SECCIÓN COMP. HOMOGÉNEA
Area [m²]:	0,40890	0,42727	0,70057	0,71894
Xg [m]:	0,54469	0,53220	0,91327	0,89643
Ig [m⁴]:	0,07701	0,08161	0,21184	0,22273
h inf. viga [m]:	0,54469	0,53220	0,91327	0,89643
h secc. pret. [m]:	0,42469	0,41220	0,79327	0,77643
h sup. viga [m]:	0,78531	0,79780	0,41673	0,43357
h sup. losa [m]:			0,61673	0,63357
W inf. viga [m³]:	0,14139	0,15334	0,23196	0,24846
W secc. pret. [m³]:	0,18133	0,19798	0,26704	0,28686
W sup. viga [m³]:	0,09807	0,10229	0,50834	0,51371
W sup. losa [m³]:			0,34349	0,35155
S1 [m³]:		0,08135		
S2 [m³]:				0,18459
S3 [m³]:				0,15562
z [m]:		1,134		1,380

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.3.4. Verificación de las Tensiones de Servicios

Datos de Pretensado	Fuerza de Pretensado Inicial:	312,7 t
	Fuerza de Pretensado 2° Etapa:	0,0 t
	Pérdidas de Pretensado Etapa 1:	5,0 %
	Pérdidas de Pretensado Etapa 2:	10,0 %

Tensiones en Viga Pretensada	Estados de Carga										
	Pret. Inicial	Pret. Inicial	Peso Propio Viga	Peso Propio Viga	Carga Perm. Losa	Carga Perm. Losa	Pret. 2° Etapa	Carga Perm. Tab.	Pérd. V.C. Pret. t=inf	Sobr. Móvil	Acciones de Coacción
	(t=0)	(t=0)	S.S.	S.C.	S.S.	S.C.	S.C.	S.C.	10,0%	S.C.	S.C.
	(1-a)	(1-b)	(2-a)	(2-b)	(3-a)	(3-b)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tensión Sup. Losa		6		14		11	0	9	2	33	
Tensión Inf. Losa		15		10		8	0	6	0	22	
Tensión Sup. Viga	-53	18	57	11	47	9	0	7	0	27	
Tensión A° Pretensado	138	88	-30	-20	-24	-17	0	-13	-13	-48	
Tensión Inf. Viga	157	95	-38	-24	-32	-19	0	-15	-14	-55	

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 0,00 %														
Coef. de Aplicación	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-53	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	5	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	138	0	-30	0	0	0	0	0	0	0	0	109		
Tensión Inf. Viga	157	0	-38	0	0	0	0	0	0	0	0	119	< 160	Verifica

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-50	0	57	0	47	0	0	0	0	0	0	55	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	131	0	-30	0	-24	0	0	0	0	0	0	77		
Tensión Inf. Viga	149	0	-38	0	-32	0	0	0	0	0	0	79	< 160	Verifica

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> -20	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tensión Sup. Viga	-50	0	57	0	47	0	0	0	0	0	0	55	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	131	0	-30	0	-24	0	0	0	0	0	0	77		
Tensión Inf. Viga	149	0	-38	0	-32	0	0	0	0	0	0	79	< 160	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	11	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6		
Tensión Sup. Viga	-50	0	57	0	47	0	0	7	0	0	0	62	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	131	0	-30	0	-24	0	0	-13	-13	0	0	52		
Tensión Inf. Viga	149	0	-38	0	-32	0	0	-15	-14	0	0	51	> -36	Verifica

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,60	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	9	2	20	0	30	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	6	0	13	0	20		
Tensión Sup. Viga	-50	0	57	0	47	0	0	7	0	16	0	78	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	131	0	-30	0	-24	0	0	-13	-13	-29	0	23		
Tensión Inf. Viga	149	0	-38	0	-32	0	0	-15	-14	-33	0	18	> -36	Verifica

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	9	2	33	0	43	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	6	0	22	0	29		
Tensión Sup. Viga	-50	0	57	0	47	0	0	7	0	27	0	89	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	131	0	-30	0	-24	0	0	-13	-13	-48	0	4		
Tensión Inf. Viga	149	0	-38	0	-32	0	0	-15	-14	-55	0	-5	> -36	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.3.5. Verificación del Corte y Cálculo de Armadura Pasiva

Factor de corrección Eurocódigo/Cirsoc = **1,00**

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 3,6 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 5,55 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 73,2 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -0,2 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,95 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 73,4 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 6,5 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 10,12 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 69,5 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -0,6 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 1,73 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 70,1 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 6,5 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 10,12 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 69,5 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -0,6 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 1,73 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 70,1 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 8,7 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 13,37 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 1,41 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 65,2 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 1,34 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -1,1 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 2,29 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 66,3 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 13,5 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 20,71 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 4,60 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 65,2 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,48$	$Fe_{int} = 4,38 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -2,7 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 4,25 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 67,8 \text{ kg/cm}^2$				

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 16,7 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 25,61 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 6,72 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,91 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 65,2 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,58$	$Fe_{int} = 6,40 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,38 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -4,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 6,35 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 69,2 \text{ kg/cm}^2$				

Armadura de Corte	En Interfase	Armadura Inferior	Armadura Superior
Se adopta: Ø 10 c/ 15	Se adopta: Ø 10 c/ 15 Adicional: Ø 0 c/ 30	Se adopta: 4 Ø 16	Se adopta: 4 Ø 12
$Fe_{est \text{ nec}} = 6,35 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ nec}} = 6,40 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{nec} = 0,38 \text{ cm}^2$	$As_{nec} = 0,00 \text{ cm}^2$
$Fe_{est \text{ adop}} = 10,47 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ adop}} = 10,47 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{adop} = 8,04 \text{ cm}^2$	$As_{adop} = 4,52 \text{ cm}^2$
<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.4. Cálculo de Sección 4

Sección a 9,08 m del APOYO

5.4.1 Solicitación en Sección 4 de viga

5.4.1.1. Esfuerzo normal

Tensión de tiro en banco: **13600** kg/cm²
 Pérdida Acortamiento Elástico: **400** kg/cm²
 Tensión a tiempo cero: **13200** kg/cm²

Sección	Npret Pretensado Inicial [t]	Npret Pretensado 2° Etapa [t]	N1 Peso Propio [t]	N2 Peso Losa [t]	N3 Cargas Permanentes [t]	N4 Sobrecarga Móvil [t]	N5 Retracción Diferencial [t]	N total Cargas Exteriores [t]
4	338,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5.4.1.2. Momentos Flectores

Sección	Mpret Pretensado Inicial [tm]	Mpret Pretensado 2° Etapa [tm]	M1 Peso Propio [tm]	M2 Peso Losa [tm]	M3 Cargas Permanentes [tm]	M4 Sobrecarga Móvil [tm]	M5 Retracción Diferencial [tm]	M total Cargas Exteriores [tm]
4	135,3	0,0	73,4	60,5	45,1	171,5	0,0	350,6

5.4.1.3. Esfuerzo de corte

Sección	Vpret Pretensado Inicial [t]	Vpret Pretensado 2° Etapa [t]	Q1 Peso Propio [t]	Q2 Peso Losa [t]	Q3 Cargas Permanentes [t]	Q4 Sobrecarga Móvil [t]	Q5 Retracción Diferencial [t]	Q total Cargas Exteriores [t]
4	0,0	0,0	3,2	2,7	2,3	10,8	0,0	19,1

Nota 1: El corte de pretensado favorable es negativo (-)

Nota 2: Las solicitaciones de las sobrecargas se incrementan en un 5% debido al efecto de la distribución transversal de la sobrecarga móvil sobre el tablero.

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.4.2. Propiedades Geométricas

Sección de Hormigón		Sección Armadura Pasiva		Sección A° de Pretensado			
			Inferior	Superior	1° Etapa	2° Etapa	
h =	1,33 m	Fsp [cm²]:	12,57	4,52	Fsp [cm²]:	25,66	0
b _{ALMA INF} =	0,18 m	esp [cm²]:	2,5	2,5	esp [cm]:	13	0
b _{ALMA SUP} =	0,18 m	Fsp [m²]:	0,0013	0,0005	Ductos [cm²]:	0	
h _{L-TAB} =	0,20 m	esp [m]:	0,03	0,03	Fsp [m²]:	0,0026	
D _{ENTRE EJES} =	1,75 m				esp [m]:	0,13	
b _{BASE INF} =	0,60 m						
b _{BASE SUP} =	0,60 m						
b _{CABEZA SUP} =	0,40 m						
b _{CABEZA INF} =	0,40 m						
h _{BASE INF} =	0,25 m						
h _{BASE SUP} =	0,15 m						
h _{CABEZA SUP} =	0,10 m						
h _{CABEZA INF} =	0,10 m						
h _{ALMA} =	0,73 m						
Δb _{sup} =	0,11 m						
Δb _{inf} =	0,21 m						
h _{3'} =	0,60 m						
h _{3''} =	0,24 m						
h _{4''} =	0,00 m						

	n	Distancia al borde inferior
Cables en 1° capa	8	6,00 cm
Cables en 2° capa	8	12,00 cm
Cables en 3° capa	8	18,00 cm
Cables en 4° capa	2	24,00 cm

Sección de Pretensado Adoptada:

26 Cordones de Ø 1/2 "
26 Cordones de Ø 1,27 cm

5.4.3. Propiedades Mecánicas

Propiedad	SECCIÓN SIMPLE	SECCIÓN SIMPLE HOMOGÉNEA	SECCIÓN COMPUESTA	SECCIÓN COMP. HOMOGÉNEA
Area [m²]:	0,40890	0,43066	0,70057	0,72233
Xg [m]:	0,54469	0,52869	0,91327	0,89263
Ig [m⁴]:	0,07701	0,08230	0,21184	0,22496
h inf. viga [m]:	0,54469	0,52869	0,91327	0,89263
h secc. pret. [m]:	0,41546	0,39946	0,78404	0,76339
h sup. viga [m]:	0,78531	0,80131	0,41673	0,43737
h sup. losa [m]:			0,61673	0,63737
W inf. viga [m³]:	0,14139	0,15567	0,23196	0,25203
W secc. pret. [m³]:	0,18536	0,20603	0,27019	0,29469
W sup. viga [m³]:	0,09807	0,10270	0,50834	0,51435
W sup. losa [m³]:			0,34349	0,35296
S1 [m³]:		0,08198		
S2 [m³]:				0,18613
S3 [m³]:				0,15673
z [m]:		1,134		1,380

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.4.4. Verificación de las Tensiones de Servicios

Datos de Pretensado	Fuerza de Pretensado Inicial:	338,7 t
	Fuerza de Pretensado 2° Etapa:	0,0 t
	Pérdidas de Pretensado Etapa 1:	5,0 %
	Pérdidas de Pretensado Etapa 2:	10,0 %

Tensiones en Viga Pretensada	Estados de Carga										
	Pret. Inicial (t=0)	Pret. Inicial (t=0)	Peso Propio Viga	Peso Propio Viga	Carga Perm. Losa	Carga Perm. Losa	Pret. 2° Etapa	Carga Perm. Tab.	Pérd. V.C. Pret. t=inf	Sobr. Móvil	Acciones de Coacción
	S.S. (1-a)	S.C. (1-b)	S.S. (2-a)	S.C. (2-b)	S.S. (3-a)	S.C. (3-b)	S.C. (4)	S.C. (5)	10,0% (6)	S.C. (7)	S.C. (8)
Tensión Sup. Losa		7		17		14	0	11	2	40	
Tensión Inf. Losa		17		12		10	0	7	0	28	
Tensión Sup. Viga	-53	21	71	14	59	12	0	9	0	33	
Tensión A° Pretensado	144	93	-36	-25	-29	-21	0	-15	-13	-58	
Tensión Inf. Viga	166	101	-47	-29	-39	-24	0	-18	-15	-68	

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 0,00 %														
Coef. de Aplicación	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-53	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	18	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	144	0	-36	0	0	0	0	0	0	0	0	109		
Tensión Inf. Viga	166	0	-47	0	0	0	0	0	0	0	0	118	< 160	Verifica

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-50	0	71	0	59	0	0	0	0	0	0	80	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	137	0	-36	0	-29	0	0	0	0	0	0	72		
Tensión Inf. Viga	157	0	-47	0	-39	0	0	0	0	0	0	71	< 160	Verifica

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> -20	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tensión Sup. Viga	-50	0	71	0	59	0	0	0	0	0	0	80	> -22	Verifica
Tensión A° Pretensado	137	0	-36	0	-29	0	0	0	0	0	0	72		
Tensión Inf. Viga	157	0	-47	0	-39	0	0	0	0	0	0	71	< 160	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	13	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	8		
Tensión Sup. Viga	-50	0	71	0	59	0	0	9	0	0	0	89	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	137	0	-36	0	-29	0	0	-15	-13	0	0	43		
Tensión Inf. Viga	157	0	-47	0	-39	0	0	-18	-15	0	0	38	> -36	Verifica

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,60	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	11	2	24	0	37	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	7	0	17	0	24		
Tensión Sup. Viga	-50	0	71	0	59	0	0	9	0	20	0	109	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	137	0	-36	0	-29	0	0	-15	-13	-35	0	8		
Tensión Inf. Viga	157	0	-47	0	-39	0	0	-18	-15	-41	0	-2	> -36	Verifica

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	11	2	40	0	53	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	7	0	28	0	35		
Tensión Sup. Viga	-50	0	71	0	59	0	0	9	0	33	0	122	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	137	0	-36	0	-29	0	0	-15	-13	-58	0	-15		
Tensión Inf. Viga	157	0	-47	0	-39	0	0	-18	-15	-68	0	-30	> -36	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.4.5. Verificación del Corte y Cálculo de Armadura Pasiva

Factor de corrección Eurocódigo/Cirsoc = **1,00**

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 1,8 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 2,77 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 78,7 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,48 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 78,7 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 3,3 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 5,06 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 74,7 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = -0,1 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,87 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 74,9 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 3,3 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 5,06 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 74,7 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = -0,1 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,87 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 74,9 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 4,3 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 6,69 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,70 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 70,0 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,67 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = -0,3 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 1,15 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 70,3 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 7,3 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 11,27 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 2,69 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,21 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 70,0 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 2,56 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,09 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = -0,8 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 1,93 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 70,8 \text{ kg/cm}^2$				

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 9,3 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 14,33 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 4,01 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 23,08 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 70,0 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 3,82 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 9,62 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -1,2 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 2,46 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 71,2 \text{ kg/cm}^2$				

Armadura de Corte	En Interfase	Armadura Inferior	Armadura Superior
Se adopta: Ø 8 c/ 15	Se adopta: Ø 8 c/ 15 Adicional: Ø 0 c/ 30	Se adopta: 4 Ø 20	Se adopta: 4 Ø 12
$Fe_{est \text{ nec}} = 2,46 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ nec}} = 3,82 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{nec} = 9,62 \text{ cm}^2$	$As_{nec} = 0,00 \text{ cm}^2$
$Fe_{est \text{ adop}} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ adop}} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{adop} = 12,57 \text{ cm}^2$	$As_{adop} = 4,52 \text{ cm}^2$
<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.5. Cálculo de Sección 5

Sección a 12,10 m del APOYO

5.5.1 Solicitación en Sección 5 de viga

5.5.1.1. Esfuerzo normal

Tensión de tiro en banco: **13600** kg/cm²
 Pérdida Acortamiento Elástico: **400** kg/cm²
 Tensión a tiempo cero: **13200** kg/cm²

Sección	Npret Pretensado Inicial [t]	Npret Pretensado 2° Etapa [t]	N1 Peso Propio [t]	N2 Peso Losa [t]	N3 Cargas Permanentes [t]	N4 Sobrecarga Móvil [t]	N5 Retracción Diferencial [t]	N total Cargas Exteriores [t]
5	364,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5.5.1.2. Momentos Flectores

Sección	Mpret Pretensado Inicial [tm]	Mpret Pretensado 2° Etapa [tm]	M1 Peso Propio [tm]	M2 Peso Losa [tm]	M3 Cargas Permanentes [tm]	M4 Sobrecarga Móvil [tm]	M5 Retracción Diferencial [tm]	M total Cargas Exteriores [tm]
5	142,6	0,0	78,3	64,6	48,2	181,8	0,0	372,8

5.5.1.3. Esfuerzo de corte

Sección	Vpret Pretensado Inicial [t]	Vpret Pretensado 2° Etapa [t]	Q1 Peso Propio [t]	Q2 Peso Losa [t]	Q3 Cargas Permanentes [t]	Q4 Sobrecarga Móvil [t]	Q5 Retracción Diferencial [t]	Q total Cargas Exteriores [t]
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	4,3

Nota 1: El corte de pretensado favorable es negativo (-)

Nota 2: Las solicitaciones de las sobrecargas se incrementan en un 5% debido al efecto de la distribución transversal de la sobrecarga móvil sobre el tablero.

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.5.2. Propiedades Geométricas

Sección de Hormigón		Sección Armadura Pasiva		Sección A° de Pretensado			
			Inferior	Superior	1° Etapa	2° Etapa	
h =	1,33 m	Fsp [cm²]:	12,57	4,52	Fsp [cm²]:	27,64	0
b _{ALMA INF} =	0,18 m	esp [cm²]:	2,5	2,5	esp [cm]:	14	0
b _{ALMA SUP} =	0,18 m	Fsp [m²]:	0,0013	0,0005	Ductos [cm²]:	0	
h _{L-TAB} =	0,20 m	esp [m]:	0,03	0,03	Fsp [m²]:	0,0028	
D _{ENTRE EJES} =	1,75 m			esp [m]:		0,14	
b _{BASE INF} =	0,60 m						
b _{BASE SUP} =	0,60 m						
b _{CABEZA SUP} =	0,40 m						
b _{CABEZA INF} =	0,40 m						
h _{BASE INF} =	0,25 m						
h _{BASE SUP} =	0,15 m						
h _{CABEZA SUP} =	0,10 m						
h _{CABEZA INF} =	0,10 m						
h _{ALMA} =	0,73 m						
Δb _{sup} =	0,11 m						
Δb _{inf} =	0,21 m						
h3' =	0,60 m						
h3'' =	0,24 m						
h4'' =	0,00 m						

	n	Distancia al borde inferior
Cables en 1° capa	8	6,00 cm
Cables en 2° capa	8	12,00 cm
Cables en 3° capa	8	18,00 cm
Cables en 4° capa	4	24,00 cm

Sección de Pretensado Adoptada:

28 Cordones de Ø 1/2 "
28 Cordones de Ø 1,27 cm

5.5.3. Propiedades Mecánicas

Propiedad	SECCIÓN SIMPLE	SECCIÓN SIMPLE HOMOGÉNEA	SECCIÓN COMPUESTA	SECCIÓN COMP. HOMOGÉNEA
Area [m²]:	0,40890	0,43163	0,70057	0,72330
Xg [m]:	0,54469	0,52804	0,91327	0,89175
Ig [m⁴]:	0,07701	0,08237	0,21184	0,22537
h inf. viga [m]:	0,54469	0,52804	0,91327	0,89175
h secc. pret. [m]:	0,40755	0,39090	0,77613	0,75461
h sup. viga [m]:	0,78531	0,80196	0,41673	0,43825
h sup. losa [m]:			0,61673	0,63825
W inf. viga [m³]:	0,14139	0,15599	0,23196	0,25272
W secc. pret. [m³]:	0,18896	0,21072	0,27294	0,29865
W sup. viga [m³]:	0,09807	0,10271	0,50834	0,51424
W sup. losa [m³]:			0,34349	0,35310
S1 [m³]:		0,08209		
S2 [m³]:				0,18648
S3 [m³]:				0,15699
z [m]:		1,134		1,380

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.5.4. Verificación de las Tensiones de Servicio

Datos de Pretensado	Fuerza de Pretensado Inicial:	364,8 t
	Fuerza de Pretensado 2° Etapa:	0,0 t
	Pérdidas de Pretensado Etapa 1:	5,0 %
	Pérdidas de Pretensado Etapa 2:	10,0 %

Tensiones en Viga Pretensada	Estados de Carga										
	Pret. Inicial (t=0)	Pret. Inicial (t=0)	Peso Propio Viga	Peso Propio Viga	Carga Perm. Losa	Carga Perm. Losa	Pret. 2° Etapa	Carga Perm. Tab.	Pérd. V.C. Pret. t=inf	Sobr. Móvil	Acciones de Coacción
	S.S. (1-a)	S.C. (1-b)	S.S. (2-a)	S.C. (2-b)	S.S. (3-a)	S.C. (3-b)	S.C. (4)	S.C. (5)	10,0% (6)	S.C. (7)	S.C. (8)
Tensión Sup. Losa		8		18		15	0	11	2	43	
Tensión Inf. Losa		19		13		10	0	8	0	29	
Tensión Sup. Viga	-54	23	76	15	63	13	0	9	0	35	
Tensión A°Pretensado	152	98	-37	-26	-31	-22	0	-16	-14	-61	
Tensión Inf. Viga	176	107	-50	-31	-41	-26	0	-19	-16	-72	

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 0,00 %														
Coef. de Aplicación	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-54	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	22	> -22	Verifica
Tensión A°Pretensado	152	0	-37	0	0	0	0	0	0	0	0	115		
Tensión Inf. Viga	176	0	-50	0	0	0	0	0	0	0	0	126	< 160	Verifica

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Viga	-52	0	76	0	63	0	0	0	0	0	0	87	> -22	Verifica
Tensión A°Pretensado	145	0	-37	0	-31	0	0	0	0	0	0	77		
Tensión Inf. Viga	167	0	-50	0	-41	0	0	0	0	0	0	76	< 160	Verifica

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 % Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> -20	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tensión Sup. Viga	-52	0	76	0	63	0	0	0	0	0	0	87	> -22	Verifica
Tensión A°Pretensado	145	0	-37	0	-31	0	0	0	0	0	0	77		
Tensión Inf. Viga	167	0	-50	0	-41	0	0	0	0	0	0	76	< 160	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	14	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8		
Tensión Sup. Viga	-52	0	76	0	63	0	0	9	0	0	0	97	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	145	0	-37	0	-31	0	0	-16	-14	0	0	46		
Tensión Inf. Viga	167	0	-50	0	-41	0	0	-19	-16	0	0	41	> -36	Verifica

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	0,60	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	11	2	26	0	39	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	8	0	18	0	26		
Tensión Sup. Viga	-52	0	76	0	63	0	0	9	0	21	0	118	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	145	0	-37	0	-31	0	0	-16	-14	-37	0	10		
Tensión Inf. Viga	167	0	-50	0	-41	0	0	-19	-16	-43	0	-3	> -36	Verifica

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil												Tensiones resultantes [kg/cm ²]	H-30 Control de Tensiones [kg/cm ²]	Verificación
Pérdidas de Pretensado V.S. = 5,00 %														
Pérdidas de Pretensado V.C. = 10,00 %														
Coef. de Aplicación	0,95	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,00			
Tensión Sup. Losa	0	0	0	0	0	0	0	11	2	43	0	57	< 100	Verifica
Tensión Inf. Losa	0	0	0	0	0	0	0	8	0	29	0	38		
Tensión Sup. Viga	-52	0	76	0	63	0	0	9	0	35	0	133	< 140	Verifica
Tensión A° Pretensado	145	0	-37	0	-31	0	0	-16	-14	-61	0	-14		
Tensión Inf. Viga	167	0	-50	0	-41	0	0	-19	-16	-72	0	-31	> -36	Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

5.5.5. Verificación del Corte y Cálculo de Armadura Pasiva

Factor de corrección Eurocódigo/Cirsoc = **1,00**

Etapa 1: Pretensado Inicial + Peso Propio de Viga				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 84,5 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 84,5 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 2: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 80,3 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 80,3 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 3: Pretensado Inicial + Pérdidas Etapa 1 + Peso Propio de Viga + Carga Permanente Losa + Pretensado 2° Etapa				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 80,3 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 80,3 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 4: Pret. Inicial + Pérdidas Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérdidas Etapa 2 + Sobrecarga Permanente				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,00 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,00 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 75,2 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,00 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 75,2 \text{ kg/cm}^2$				

Etapa 5: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 60% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 1,2 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 1,83 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rint} = 0,79 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 0,22 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 75,2 \text{ kg/cm}^2$	$tg \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 0,75 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 0,09 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_1 = 0,0 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,31 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{ } = 75,3 \text{ kg/cm}^2$				

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Etapa 6: Pret. Inicial + Pérd. Etapa 1 + P.P. de Viga + Carga Perm. Losa + Pret. 2° Etapa + Pérd. Etapa 2 + Sobrec. Perm. + 100% Sobrecarga Móvil				
Verificación de Corte en Servicio	Verificación de Corte en Rotura	Verificación de Corte en Interfase Viga-	Cálculo de Armaduras Pasivas	
			Armadura Inferior	Armadura Superior
$\tau_{xy} = 2,0 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{rot} = 3,05 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{r \text{ int}} = 1,32 \text{ kg/cm}^2$	$Za_{inf} = 23,96 \text{ t}$	$Za_{sup} = 0,00 \text{ t}$
$\sigma_x = 75,2 \text{ kg/cm}^2$	$\text{tg } \delta = 0,40$	$Fe_{int} = 1,26 \text{ cm}^2/\text{m}$	$sp_{inf} = 9,98 \text{ cm}^2$	$Asp_{sup} = 0,00 \text{ cm}^2$
$\sigma_I = -0,1 \text{ kg/cm}^2$	$Fe_{est} = 0,52 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$\sigma_{II} = 75,3 \text{ kg/cm}^2$				

Armadura de Corte	En Interfase	Armadura Inferior	Armadura Superior
Se adopta: Ø 8 c/ 15	Se adopta: Ø 8 c/ 15 Adicional: Ø 0 c/ 30	Se adopta: 4 Ø 20	Se adopta: 4 Ø 12
$Fe_{est \text{ nec}} = 0,52 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ nec}} = 1,26 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{nec} = 9,98 \text{ cm}^2$	$As_{nec} = 0,00 \text{ cm}^2$
$Fe_{est \text{ adop}} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}$	$Fe_{est \text{ adop}} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}$	$As_{adop} = 12,57 \text{ cm}^2$	$As_{adop} = 4,52 \text{ cm}^2$
<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>	<i>Verifica</i>

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

6. VERIFICACION A ROTURA ESTADO LIMITE ULTIMO

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

6. Verificación a Rotura Estado Límite Último

6.1. Sección 5

A° Pretensado	4 Ø	1/2 "	= 4 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,19 =	79,9 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,25 =	167,8 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,31 =	175,8 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,37 =	183,9 tm
A° Inferior Pasiva	4 Ø	20	= 4 x 3,142 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,41 =	74,2 tm
A° Superior Pasiva	4 Ø	12	= 4 x 1,131 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,27 =	24,1 tm

$$M_{RESISTENTE} = 705,7 \text{ tm}$$

$$M_{SOLICITANTE} = 372,8 \text{ tm}$$

$$\text{Coef. Seg.} = 1,89 > 1,75 \quad \text{Verifica}$$

6.2. Sección 4

A° Pretensado	2 Ø	1/2 "	= 2 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,19 =	39,9 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,25 =	167,8 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,31 =	175,8 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,37 =	183,9 tm
A° Inferior Pasiva	4 Ø	20	= 4 x 3,142 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,41 =	74,2 tm
A° Superior Pasiva	4 Ø	12	= 4 x 1,131 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,27 =	24,1 tm

$$M_{RESISTENTE} = 665,8 \text{ tm}$$

$$M_{SOLICITANTE} = 350,6 \text{ tm}$$

$$\text{Coef. Seg.} = 1,90 > 1,75 \quad \text{Verifica}$$

6.3. Sección 3

A° Pretensado	0 Ø	1/2 "	= 0 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,19 =	0,0 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,25 =	167,8 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,31 =	175,8 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,37 =	183,9 tm
A° Inferior Pasiva	4 Ø	16	= 4 x 2,011 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,41 =	47,5 tm
A° Superior Pasiva	4 Ø	12	= 4 x 1,131 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,27 =	24,1 tm

$$M_{RESISTENTE} = 599,1 \text{ tm}$$

$$M_{SOLICITANTE} = 281,1 \text{ tm}$$

$$\text{Coef. Seg.} = 2,13 > 1,75 \quad \text{Verifica}$$

6.4. Sección 2

A° Pretensado	0 Ø	1/2 "	= 0 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,19 =	0,0 tm
A° Pretensado	0 Ø	1/2 "	= 0 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,25 =	0,0 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,31 =	175,8 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8 x 0,987 cm ² x 17,0 t/m ² x 1,37 =	183,9 tm
A° Inferior Pasiva	4 Ø	16	= 4 x 2,011 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,41 =	47,5 tm
A° Superior Pasiva	4 Ø	12	= 4 x 1,131 cm ² x 4,2 t/m ² x 1,27 =	24,1 tm

$$M_{RESISTENTE} = 431,3 \text{ tm}$$

$$M_{SOLICITANTE} = 164,2 \text{ tm}$$

$$\text{Coef. Seg.} = 2,63 > 1,75 \quad \text{Verifica}$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

6.5. Sección 1

A° Pretensado	0 Ø	1/2 "	= 0	x	0,987 cm ²	x	17,0 t/m ²	x	1,19	=	0,0 tm
A° Pretensado	0 Ø	1/2 "	= 0	x	0,987 cm ²	x	17,0 t/m ²	x	1,25	=	0,0 tm
A° Pretensado	0 Ø	1/2 "	= 0	x	0,987 cm ²	x	17,0 t/m ²	x	1,31	=	0,0 tm
A° Pretensado	8 Ø	1/2 "	= 8	x	0,987 cm ²	x	17,0 t/m ²	x	1,37	=	183,9 tm
A° Inferior Pasiva	4 Ø	16	= 4	x	2,011 cm ²	x	4,2 t/m ²	x	1,41	=	47,5 tm
A° Superior Pasiva	5 Ø	12	= 5	x	1,131 cm ²	x	4,2 t/m ²	x	1,27	=	30,2 tm
										=	261,5 tm
										=	59,5 tm
										=	4,39 > 1,75 <i>Verifica</i>

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

7. ESTIMACION DE LAS PERDIDAS DEL PRETENSADO

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

7. Cálculo de pérdidas de pretensado

Se determinan las pérdidas de pretensado de acuerdo al Reglamento CIRSOC 201.

7.1. Parámetros geométricos, condiciones de curado, tiempo de las cargas

Tipo de curado:	Vapor controlado en planta	
Tiempo de curado:	10 horas	
Resistencia del H° al finalizar el curado:	210 kg/cm ²	Aprox. 70% resist. H-30 a 28 días
Edad del H° al aplicar el pretensado:	10 horas	Similar H-21 al aplicar el pretensado
Edad efectiva del H° al aplicar el pretensado:	10 días	
Edad efectiva del H° al hormigonar la losa:	60 días	
Temperatura media del H° en servicio:	0 °C	

Espesor ficticio de viga:

$$d_{ef} = k_{ef} \times 2 \times A / \mu$$

Donde:

A = sección de hormigón

μ = perímetro expuesto al aire

	Sección Simple	Sección Compuesta
A [m ²]	0,409	0,701
μ [m]	3,97	7,07
$2 \times A / \mu$ [m]	0,206	0,198
K_{ef}	1,5	1,5
d_{ef} [m]	0,309	0,297
d_{ef} adoptado para cálculo [m]		0,30

Sección

Perímetro

Tabla 46, Estructura en general al aire libre

7.2. Pérdida de pretensado por retracción

$$\varepsilon_{s,t} = \varepsilon_{s,0} (k_{s,t} - k_{s,t_0})$$

Donde:

$\varepsilon_{s,0}$ = valor básico de la retracción (Tabla 46, columna 4)

k_s = función de tiempo de la retracción, según la figura 61

t = edad efectiva del hormigón

t_0 = edad efectiva del H° a partir de donde se considera la retracción en las pérdidas

del CIRSOC 201, Tabla 46 y Figura 61:

$\varepsilon_{s,0} =$	-0,00032 m/m	Tabla 46, Estructura en general al aire libre
$t_0 =$	10 días	Edad efectiva del hormigón al aplicar el pretensado
$t_1 =$	60 días	Edad del hormigón al momento de hormigonar la losa
$k_{s,t_0} =$	0,08	Fig. 61
$k_{s,t_1} =$	0,25	Fig. 61
$k_{s,t_{inf}} =$	0,80	Fig. 61

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Cálculo de la deformación por retracción

$$\varepsilon_{s,t1} = -0,000054 \text{ m/m}$$

$$\varepsilon_{s,tinf} = -0,000230 \text{ m/m}$$

Cálculo de la pérdida de pretensado por retracción

$$\Delta\sigma_{s,t1} = E_s \times \varepsilon_{s,t1} = -106 \text{ kg/cm}$$

$$\Delta\sigma_{s,tinf} = E_s \times \varepsilon_{s,tinf} = -449 \text{ kg/cm}$$

7.3. Pérdida de pretensado por fluencia lenta

$$\varepsilon_{k,t} = \sigma_b / E_b \times \varphi_t$$

$$\varphi_t = \varphi_{f0} (k_{f,t} - k_{f,t0}) + 0,40 k_{v,(t-t_0)}$$

Donde:

σ_{bm} = tensión media en el hormigón (pp+perm) correspondiente a la fibra ubicada en el baricentro de las armaduras pretensadas

E_b = módulo de elasticidad del Hº a 28 días = 330000 kg/cm² (H-30)

φ_t = factor de fluencia

φ_{f0} = coeficiente de fluencia básico según Tabla 46, columna 3

k_f = función tiempo de fluencia según Figura 59

k_v = coeficiente que tiene en cuenta la variación del acortamiento elástico diferido en función del tiempo según la Figura 60

t = edad efectiva del hormigón para el tiempo "t"

t_0 = edad efectiva del hormigón al aplicar el pretensado

Cálculo de la tensión media del hormigón " σ_b "

Tensiones en la fibra media del paquete de cables de pretensado para cargas permanentes

	Sección central [kg/cm²]	Sección extrema [kg/cm²]	Tensión media [kg/cm²]	
$\sigma_{b,t0}$	115,03	41,52	78,28	A tiempo cero (Etapa 1)
$\sigma_{b,tinf}$	46,39	26,75	36,57	A tiempo infinito (Etapa 4)
$\sigma_{b,tmedio}$	80,71	34,14	57,42	

$\sigma_b = 57,42 \text{ kg/cm}^2$

del CIRSOC 201, Tabla 46 y Figuras 59 y 60:

$\varphi_{f0} = 2,00$ Tabla 46, Estructura en general al aire libre

$k_{f,t0} = 0,35$ Fig. 59

$k_{f,t1} = 0,65$ Fig. 59

$k_{f,tinf} = 1,45$ Fig. 59

$k_{v,(t1-t0)} = 0,40$ Fig. 60

$k_{v,(tinf,t0)} = 1,00$ Fig. 60

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Cálculo de los coeficientes de fluencia

$$\begin{aligned}\varphi_{t1} &= 0,76 \\ \varphi_{tinf} &= 2,60\end{aligned}$$

Cálculo de la deformación por fluencia

$$\begin{aligned}\varepsilon_{k,t1} &= -0,000132 & \text{m/m} \\ \varepsilon_{k,tinf} &= -0,000452 & \text{m/m}\end{aligned}$$

Cálculo de la pérdida de pretensado por fluencia

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_{k,t1} &= E_s \times \varepsilon_{k,t1} = & -258 \text{ kg/cm}^2 \\ \Delta\sigma_{k,tinf} &= E_s \times \varepsilon_{k,tinf} = & -882 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

7.4. Pérdida de pretensado por relajación del acero

Tensión de tiro del A ⁰ P ⁰ =	13600 kg/cm ²	Tensión de tiro en banco
Acortamiento elástico A ⁰ P ⁰ =	600 kg/cm ²	Pérdida de tensión por acortamiento elástico
Tensión inicial del A ⁰ P ⁰ =	13000 kg/cm ²	Tensión media acero pret. - acort. Elástico
% tensión de rotura =	68 %	19000 kg/cm ² tensión de rotura del A ⁰ P ⁰
Relajación del acero t ₀ =	0,7 %	
Relajación del acero t _{inf} =	2,4 %	Manual de Acindar para Acero Pretensado "BR"

Cálculo de la pérdida por relajación:

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_{z,t1} &= -91 \text{ kg/cm}^2 \\ \Delta\sigma_{z,tinf} &= -312 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

7.5. Pérdida de pretensado combinada por retracción, fluencia lenta y relajación

Se considera un coeficiente de reducción de 0.90 por simultaneidad de los tres fenómenos

		t ₁	t _{inf}
Retracción	$\Delta\sigma_s =$	-95 kg/cm ²	-404 kg/cm ²
Fluencia	$\Delta\sigma_k =$	-232 kg/cm ²	-794 kg/cm ²
Relajación	$\Delta\sigma_z =$	-82 kg/cm ²	-281 kg/cm ²
Sub-total	$\Delta\sigma =$	-410 kg/cm²	-1479 kg/cm²

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

7.6. Pérdidas por acortamiento elástico

$$\Delta\sigma_{a,t0} = E_s \times \varepsilon_{b,t0} = n \sigma_{b,t0}$$

Donde:

n = relación de módulos al aplicar el pretensado

$\sigma_{b,t0}$ = tensión en el hormigón correspondiente a la fibra ubicada en el baricentro de las armaduras pretensadas al tiempo de aplicar el tesado

m = número de cables de pretensados

E_s = 1950000 kg/cm²

$E_{b,t0}$ = **320000** kg/cm² **H-21 al aplicar el pretensado**

n = 6,1

$\sigma_{b,t0}$ = 78 kg/cm²

Cálculo de la pérdida de pretensado por acortamiento elástico

$$\Delta\sigma_{a,t0} = 477 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Adoptado} = 600 \text{ kg/cm}^2$$

7.7. Pérdidas totales de los items 7.2., 7.3., 7.4. (sin acortamiento elástico)

	Pérdida a 60 días	Pérdida a t = inf
Sub-total	$\Delta\sigma = -410 \text{ kg/cm}^2$	-1479 kg/cm^2
Tensión A°P°	$\sigma_{s,t0} = 13000 \text{ kg/cm}^2$	13000 kg/cm^2
% Pérdida	3,2 %	11,4 %
Adoptado	5,0 %	15,0 %

Pérdidas de pretensado totales = 15,0 %

**Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
PUENTE sobre el RÍO MEDINA**

8. ARMADURAS PASIVAS COMPLEMENTARIAS

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

8. Verificación de Armadura Pasiva en Apoyo

8.1. Verificación de armadura pasiva en apoyo

Esfuerzo de Corte en apoyo = 63,2 t

$$Fe_1 = \frac{V \times v}{\beta_s} \times \frac{v}{h} = \frac{v}{h} = 1,00$$

$$Fe_1 = \frac{63,25 \times 1,75}{4,2 \text{ t/cm}^2} \times 1,00 = 26,35 \text{ cm}^2$$

Se adopta:	4 L Ø 16 =	8,04 cm ²	
	+ 3 horquillas Ø 20 =	18,85 cm ²	
		26,89 cm ²	<i>Verifica</i>

8.2. Armadura lateral por arrancamiento del extremo de viga

$$T = 0.20 \times V = 12,6 \text{ t}$$

$$Fe_2 = (V / \mu + T) \times v / \beta_s$$

$$Fe_2 = (63,25 / 1,4 + 12,65) \times 1,75 / 4,2 = 24,09 \text{ cm}^2$$

Se adopta:	4 L Ø 16 =	8,04 cm ²	
	+ 3 horquillas Ø 20 =	18,85 cm ²	
		26,89 cm ²	<i>Verifica</i>

8.3. Conectores de corte entre viga y losa

8.3.1. Retracción diferencial de la losa del tablero

Retracción diferencial de la losa con respecto a la viga

$$\epsilon_{s \text{ t=inf}} = 0,0002$$

$$E_{\text{losa t=inf}} = 1/3 \times 2.75 \times 10^6 \text{ t/m}^2 = 916667 \text{ t/m}^2$$

$$E_{\text{viga t=inf}} = 1/3 \times 3.70 \times 10^6 \text{ t/m}^2 = 1233333 \text{ t/m}^2$$

Area de losa =	0,350 m ²	(Losa colaborante)
Area de viga =	0,409 m ²	(Viga simple)
W _{sup} viga =	0,098 m ³	(Viga simple)
Y _{sup} viga =	0,785 m	(Viga simple)

Fuerza de corte a nivel de interfase viga-losa

$$F_{\text{retracción}} = \frac{1}{(AE)_{\text{losa}}} + \frac{\epsilon_{s \text{ t=inf}}}{(W_{\text{sup}} E)_{\text{viga}}} + \frac{1}{(AE)_{\text{viga}}}$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

$$F_{\text{retracción}} = \frac{0,0002}{\frac{1}{320833,3} + \frac{0,785}{120947} + \frac{1}{504310}} = 17,25 \text{ t}$$

8.3.2. Efectos térmicos

Diferencia de temperatura entre viga y losa

$\Delta T = \pm 5^{\circ}\text{C}$	5
$\alpha = 1 \text{ E-}05 \text{ } 1/^{\circ}\text{C} =$	0,00001
$E_{\text{losa}} = 2.75 \times 10^6 \text{ t/m}^2 =$	2750000 t/m ²
$E_{\text{viga}} = 3.70 \times 10^6 \text{ t/m}^2 =$	3300000 t/m ²
Area de losa = 0,350 m ²	(Losa colaborante)
Area de viga = 0,409 m ²	(Viga simple)
$W_{\text{sup}} \text{ viga} = 0,098 \text{ m}^3$	(Viga simple)
$Y_{\text{sup}} \text{ viga} = 0,785 \text{ m}$	(Viga simple)

Fuerza de corte a nivel de interfase viga-losa

$$F_{\text{retracción}} = \frac{\alpha \times \Delta T}{\frac{1}{(AE)_{\text{losa}}} + \frac{Y_{\text{sup}}}{(W_{\text{sup}} E)_{\text{viga}}} + \frac{1}{(AE)_{\text{viga}}}}$$

$$F_{\text{retracción}} = \frac{0,00005}{\frac{1}{962500} + \frac{0,785}{323615} + \frac{1}{1349370}} = 11,89 \text{ t}$$

8.3.4. Armadura de interfase por efectos de flexión y coacción

Longitud de transferencia $L_t = 8,07 \text{ m}$

$$F_{e \text{ interfase (por coacción)}} = \frac{29,14 \text{ t} \times 1,75}{8,07 \text{ m} \times 4,2 \text{ t/cm}^2} = 1,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

	Sección 1	Sección 2	Sección 3
$F_{e \text{ interfase (por coacción)}} =$	1,51 cm ² /m	1,51 cm ² /m	1,51 cm ² /m
$F_{e \text{ interfase (por flexión)}} =$	10,59 cm ² /m	8,98 cm ² /m	6,40 cm ² /m
$F_{e \text{ interfase (total)}} =$	12,10 cm²/m	10,49 cm²/m	7,90 cm²/m
Armadura de Estribos =	15,71 cm²/m 1 Ø 10 c/ 10	15,71 cm²/m 1 Ø 10 c/ 10	10,47 cm²/m 1 Ø 10 c/ 15
Armadura Adicional =	0,0 cm²/m	0,0 cm²/m	0,0 cm²/m
$F_{e \text{ interfase adoptada}} =$	15,71 cm²/m <i>Verifica</i>	15,71 cm²/m <i>Verifica</i>	10,47 cm²/m <i>Verifica</i>

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

9. VERIFICACION DE LAS VIGAS TRANSVERSALES

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

9. Verificación de las Vigas Transversales

9.1. Viga Transversal Extrema

9.1.1. Datos de Materiales y Geometría

Hormigón: **H-21**
 $\beta_r = 1750 \text{ t/m}^2$

Acero: **ADN-420**
 $\beta_r = 42000 \text{ t/m}^2$

a) Plano Horizontal

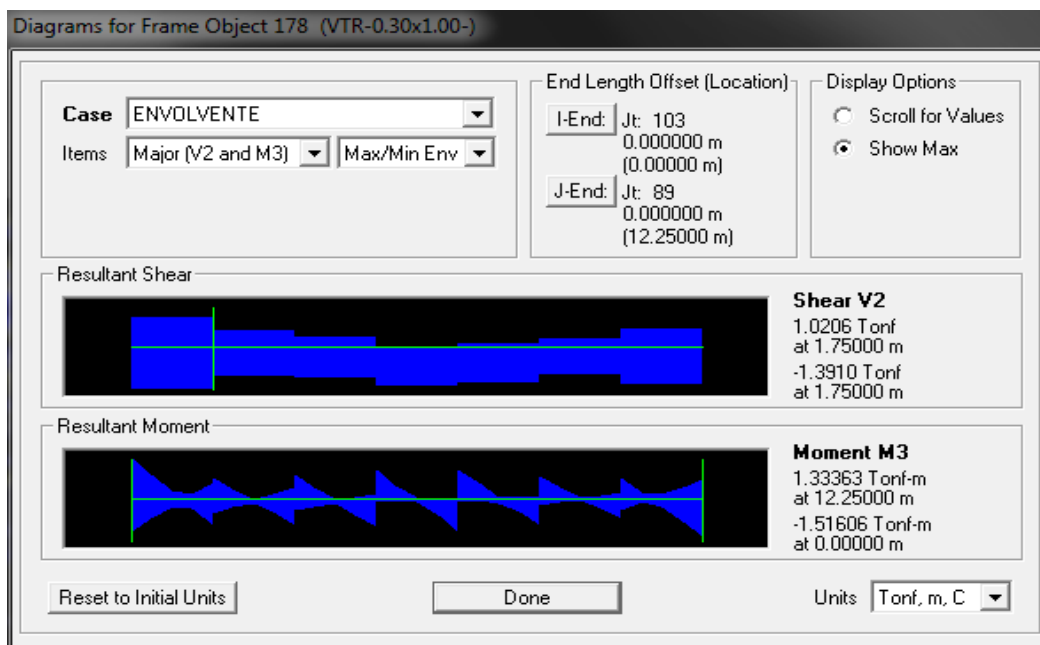
Ancho d = **1,00** m
 Altura b = **0,30** m
 Recubrimiento = **0,03** m
 Coef. Seg. = **1,75**
 $M_{pos} = 0,00 \text{ tm}$ (Cara Lateral)
 $M_{neg} = 0,00 \text{ tm}$ (Cara Lateral)
 $Q_{max} = 0,00 \text{ t}$ (Corte Horizontal)
 $N_{max} = 0,00 \text{ t}$

b) Plano Vertical

Ancho b = **0,30** m
 Altura d = **1,00** m
 $M_{pos} = 1,33 \text{ tm}$ (Cara Inferior)
 $M_{neg} = 1,50 \text{ tm}$ (Cara Superior)
 $Q_{max} = 1,40 \text{ t}$ (Corte Vertical)
 $N_{min} = 0,00 \text{ t}$

9.1.2. Esfuerzos Resultantes (Salidas de Software)

- Envoltente de Momento Flector y Esfuerzo de Corte (Plano Vertical)



Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

9.1.3. Verificación a Corte

$$Q_{\max} = 0,00 \text{ t}$$

$$\tau_0 = 0,00 \text{ t/m}^2$$

Zona de Corte = **ZONA 1**

$$\eta = 0,40$$

$$A_s = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$Q_{\max} = 1,40 \text{ t}$$

$$\tau_0 = 5,63 \text{ t/m}^2$$

Zona de Corte = **ZONA 1**

$$\eta = 0,40$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

9.1.4. Verificación a Flexo-Tracción Oblicua

Armadura Mín. Cara Tractionada: **7,84 cm²**

Armadura Mín. por Cara: **2,14 cm²**

Armadura Adoptada:

- A° Superior: **2** bs Ø **20** mm

$$A_{\text{SUP}} = 6,28 \text{ cm}^2$$

- A° Inferior: **2** bs Ø **20** mm

$$A_{\text{INF}} = 6,28 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Externa: **2** bs Ø **20** mm

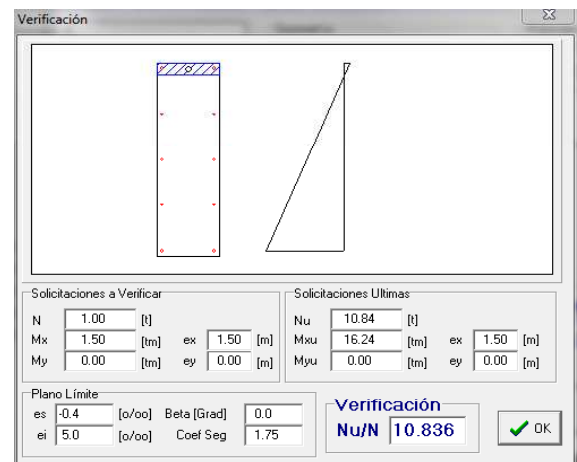
+ **3** bs Ø **12** mm

$$A_{\text{EXT}} = 9,68 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Interna: **2** bs Ø **20** mm

+ **3** bs Ø **12** mm

$$A_{\text{INT}} = 9,68 \text{ cm}^2$$



9.1.5. Armadura de Torsión

Torsor, $M_{t_{\max}} = 1,00 \text{ tm}$

$b_k = 0,95 \text{ m}$

$d_k = 0,25 \text{ m}$

$A_k = 0,24 \text{ m}^2$

$t_T = 0,05 \text{ m}$

$\tau_t = 4,21 \text{ kg/cm}^2$

$A_e = 0,88 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_l = 0,88 \text{ cm}^2/\text{m}$

Tensiones de referencia H-21:

$\tau_{012} = 75,0 \text{ t/m}^2$

$\tau_{02} = 180,0 \text{ t/m}^2$

$\tau_{03} = 300,0 \text{ t/m}^2$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

9.1.6. Verificación del Corte Total

$$\begin{aligned} \tau_0 + \tau_t &= 47,7 \quad t/m^2 \\ \tau_{adm} = 1.3 \tau_{02} &= 234,0 \quad t/m^2 \Rightarrow \text{Verifica} \end{aligned}$$

9.1.7. Detalle de Armaduras Longitudinales Adicionales por Torsión

Armadura Longitudinal Superior

$$F_{longT} \times b_m = 0,83 \text{ cm}^2$$

- A° Superior: **1** bs Ø 20 mm

Ft_{SUP} = 3,14 cm²

Armadura Longitudinal Inferior

$$F_{longT} \times b_m = 0,83 \text{ cm}^2$$

- A° Inferior: **1** bs Ø 20 mm

Ft_{INF} = 3,14 cm²

Armadura Longitudinal Cara Externa

$$F_{longT} \times d_m = 0,22 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Externa: **1** bs Ø 12 mm

Ft_{EXT} = 1,13 cm²

Armadura Longitudinal Cara Interna

$$F_{longT} \times d_m = 0,22 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Interna: **1** bs Ø 12 mm

Ft_{INT} = 1,13 cm²

9.1.8. Armadura Total de Estribos (Corte + Torsión)

a) Plano Horizontal

Sección Mín. de Estribos = **10,0 cm²/m**

Sección de Estribos Necesaria:

$$F_{estQ} + 2 \times F_{estT} = 1,8 \text{ cm}^2/m$$

Sección de Estribos Adoptada: 13,82 cm²

- Estribos: Ø **10** mm
 c/ **15** cm
 Ramas **2**
 +
 Ganchos Ø **8** mm
 c/ **30** cm
 Ramas **2**

Verifica

b) Plano Vertical

Sección Mín. de Estribos = **3,8 cm²/m**

Sección de Estribos Necesaria:

$$F_{estQ} + 2 \times F_{estT} = 2,0 \text{ cm}^2/m$$

Sección de Estribos Adoptada: 10,47 cm²

- Estribos: Ø **10** mm
 c/ **15** cm
 Ramas **2**
 +
 Ø **8** mm
 c/ **15** cm
 Ramas **2**

Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

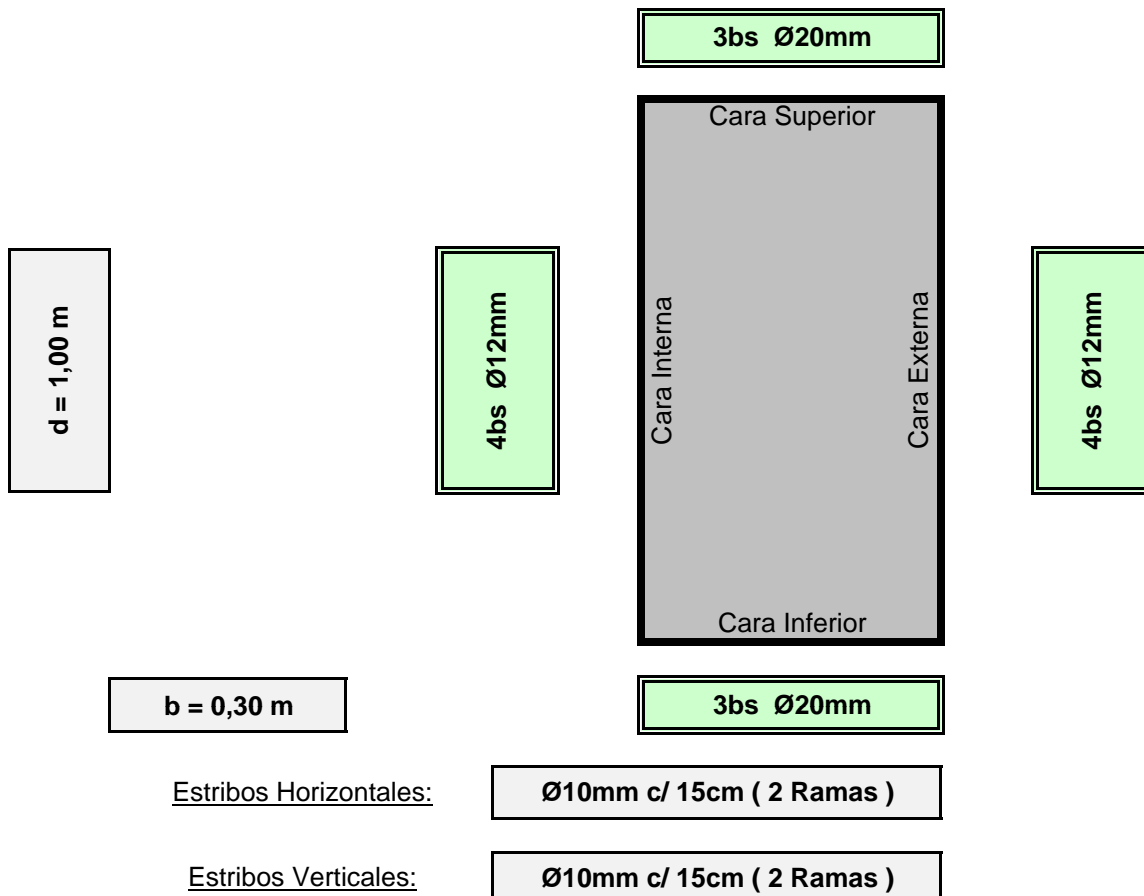
9.1.9. Verificación de la fisuración

Ancho fisura admisible $v_m =$	0,2 mm	
Diámetro de la armadura, $\emptyset =$	20 mm	
Cuantía de armadura $F_{zw} =$	0,94	Fig. 2.20, pp 31, Tomo IV, Leonhardt
Coefficiente $K_B =$	0,65	
Ancho de viga $b =$	0,30 m	
Altura zona traccionada $d =$	0,15 m	
Armadura mínima =	4,23 cm ²	
Armadura adoptada =	9,42 cm ²	<i>Verifica</i>

9.1.10. Transmisión del corte por fricción entre la VT y la VP lateral (Según Código ACI)

Corte: $V_{ult} = (Vu^2 + (Mu/d)^2)^{1/2} =$	2,87 t	(Coef. 1.75 Sob. Móvil)
A° Long pasante, $A_{vf} =$	9,42 cm ²	
Coef. fricción, $\mu =$	1,0	Hormigón 2da etapa contra hormigón endurecido con rugosidad intencional
Coefficiente $\phi =$	0,85	Rugosidad intencional
Resistencia Corte, $V_d =$	33,65 t	<i>Verifica</i>

9.1.11. Esquema de Armadura de Viga Transversal Extrema



Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

9.2. Viga Transversal Central

9.2.1. Datos de Materiales y Geometría

Hormigón: **H-21**
 $\beta_r = 1750 \text{ t/m}^2$

Acero: **ADN-420**
 $\beta_r = 42000 \text{ t/m}^2$

a) Plano Horizontal

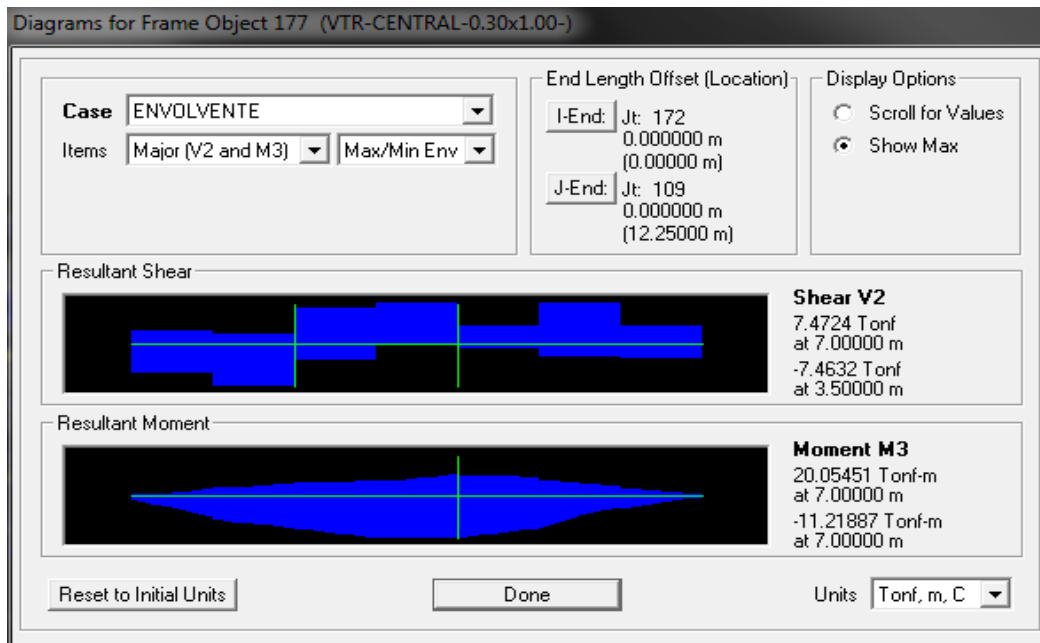
Ancho d = **1,00** m
 Altura b = **0,30** m
 Recubrimiento = **0,03** m
 Coef. Seg. = **1,75**
 $M_{pos} = 0,00 \text{ tm}$ (Cara Lateral)
 $M_{neg} = 0,00 \text{ tm}$ (Cara Lateral)
 $Q_{max} = 0,00 \text{ t}$ (Corte Horizontal)
 $N_{max} = 0,00 \text{ t}$

b) Plano Vertical

Ancho b = **0,30** m
 Altura d = **1,00** m
 $M_{pos} = 20,05 \text{ tm}$ (Cara Inferior)
 $M_{neg} = 11,21 \text{ tm}$ (Cara Superior)
 $Q_{max} = 7,47 \text{ t}$ (Corte Vertical)
 $N_{min} = 0,00 \text{ t}$

9.2.2. Esfuerzos Resultantes (Salidas de Software)

- Envoltente de Momento Flector y Esfuerzo de Corte (Plano Vertical)



Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

9.2.3. Verificación a Corte

$$Q_{\max} = 0,00 \text{ t}$$

$$\tau_0 = 0,00 \text{ t/m}^2$$

Zona de Corte = **ZONA 1**

$$\eta = 0,40$$

$$A_s = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$Q_{\max} = 7,47 \text{ t}$$

$$\tau_0 = 30,20 \text{ t/m}^2$$

Zona de Corte = **ZONA 1**

$$\eta = 0,40$$

$$A_s = 1,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

9.2.4. Verificación a Flexo-Tracción Oblicua

Armadura Mín. Cara Tractionada: **7,44 cm²**

Armadura Mín. por Cara: **2,03 cm²**

Armadura Adoptada:

- A° Superior: **2** bs Ø **20** mm

$$A_{\text{SUP}} = 6,28 \text{ cm}^2$$

- A° Inferior: **2** bs Ø **20** mm

$$A_{\text{INF}} = 6,28 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Externa: **2** bs Ø **20** mm

+

3 bs Ø **12** mm

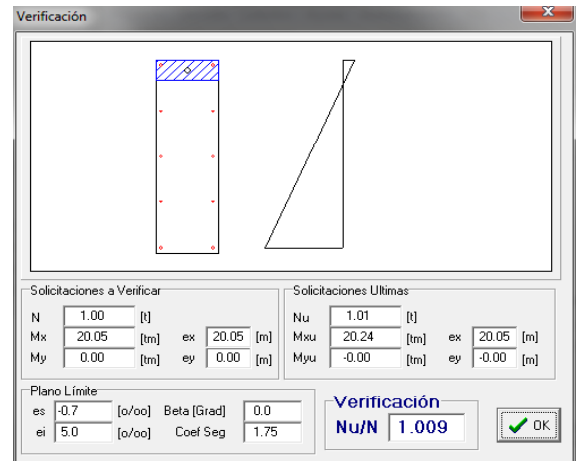
$$A_{\text{EXT}} = 9,68 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Interna: **2** bs Ø **20** mm

+

3 bs Ø **12** mm

$$A_{\text{INT}} = 9,68 \text{ cm}^2$$



9.2.5. Armadura de Torsión

Torsor, $M_{t_{\max}} = 1,00 \text{ tm}$

$b_k = 0,94 \text{ m}$

$d_k = 0,24 \text{ m}$

$A_k = 0,23 \text{ m}^2$

$t_T = 0,05 \text{ m}$

$\tau_t = 4,62 \text{ kg/cm}^2$

$A_e = 0,92 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_l = 0,92 \text{ cm}^2/\text{m}$

Tensiones de referencia H-21:

$\tau_{012} = 75,00 \text{ t/m}^2$

$\tau_{02} = 180,00 \text{ t/m}^2$

$\tau_{03} = 300,00 \text{ t/m}^2$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

9.2.6. Verificación del Corte Total

$$\begin{aligned} \tau_0 + \tau_t &= 76,4 \quad t/m^2 \\ \tau_{adm} = 1.3 \tau_{02} &= 234,0 \quad t/m^2 \Rightarrow \textit{Verifica} \end{aligned}$$

9.2.7. Detalle de Armaduras Longitudinales Adicionales por Torsión

Armadura Longitudinal Superior

$$F_{longT} \times b_m = 0,87 \text{ cm}^2$$

- A° Superior: **1** bs Ø 20 mm

Ft_{SUP} = 3,14 cm²

Armadura Longitudinal Inferior

$$F_{longT} \times b_m = 0,87 \text{ cm}^2$$

- A° Inferior: **1** bs Ø 20 mm

Ft_{INF} = 3,14 cm²

Armadura Longitudinal Cara Externa

$$F_{longT} \times d_m = 0,22 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Externa: **1** bs Ø 12 mm

Ft_{EXT} = 1,13 cm²

Armadura Longitudinal Cara Interna

$$F_{longT} \times d_m = 0,22 \text{ cm}^2$$

- A° Cara Interna: **1** bs Ø 12 mm

Ft_{INT} = 1,13 cm²

9.2.8. Armadura Total de Estribos (Corte + Torsión)

a) Plano Horizontal

Sección Mín. de Estribos = **10,0 cm²/m**

Sección de Estribos Necesaria:

$$F_{estQ} + 2 \times F_{estT} = 1,8 \text{ cm}^2/m$$

Sección de Estribos Adoptada: 13,82 cm²

- Estribos: Ø **10** mm
 c/ **15** cm
 Ramas **2**
 +
 Ganchos Ø **8** mm
 c/ **30** cm
 Ramas **2**

Verifica

b) Plano Vertical

Sección Mín. de Estribos = **3,8 cm²/m**

Sección de Estribos Necesaria:

$$F_{estQ} + 2 \times F_{estT} = 3,4 \text{ cm}^2/m$$

Sección de Estribos Adoptada: 10,47 cm²

- Estribos: Ø **10** mm
 c/ **15** cm
 Ramas **2**
 +
 Ø **8** mm
 c/ **15** cm
 Ramas **2**

Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

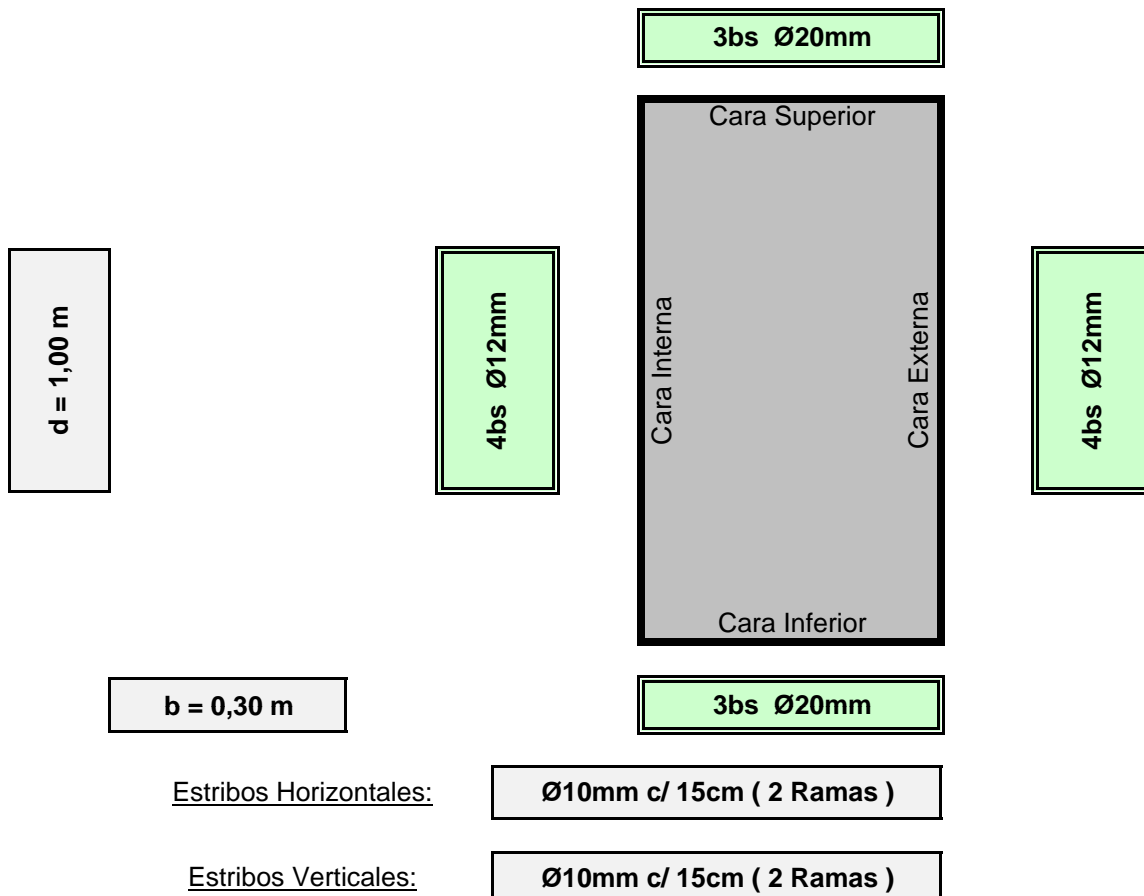
9.2.9. Verificación de la fisuración

Ancho fisura admisible $v_m =$	0,2 mm	
Diámetro de la armadura, $\emptyset =$	20 mm	
Cuantía de armadura $F_{zw} =$	0,94	Fig. 2.20, pp 31, Tomo IV, Leonhardt
Coefficiente $K_B =$	0,65	
Ancho de viga $b =$	0,30 m	
Altura zona traccionada $d =$	0,15 m	
Armadura mínima =	4,23 cm ²	
Armadura adoptada =	9,42 cm ²	<i>Verifica</i>

9.2.10. Transmisión del corte por fricción entre la VT y la VP lateral (Según Código ACI)

Corte: $V_{ult} = (Vu^2 + (Mu/d)^2)^{1/2} =$	23,94 t	(Coef. 1.75 Sob. Móvil)
A° Long pasante, $A_{vf} =$	9,42 cm ²	
Coef. fricción, $\mu =$	1,0	Hormigón 2da etapa contra hormigón endurecido con rugosidad intencional
Coefficiente $\phi =$	0,85	Rugosidad intencional
Resistencia Corte, $V_d =$	33,65 t	<i>Verifica</i>

9.2.11. Esquema de Armadura de Viga Transversal Central



Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

10. DIAGRAMAS DE ENVOLVENTES DE ESFUERZOS

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

10. Diagrama de envolventes de esfuerzos

Sección	Dist. [m]	Q [tn]	$\tau = Qi / (b_0 \times z)$	τ_{rot}	$\tau_{m\acute{a}x}$
Apoyo	0,00	63,25	21,66	21,66	21,66
1	1,00	58,38	19,99	20,35	20,35
2	3,03	48,52	16,62	36,88	36,88
3	6,05	33,79	11,57	25,61	25,61
4	9,08	19,06	6,53	14,33	14,33
5	12,10	4,33	1,48	3,05	3,05

10.1. Armaduras

	<i>Corte</i>	<i>Interfase</i>
Sección 0:	1 Ø 10 c/ 10 1 Ø 0 c/ 30	1 Ø 10 c/ 10 1 Ø 0 c/ 30
Sección 1:	1 Ø 10 c/ 10 1 Ø 0 c/ 30	1 Ø 10 c/ 10 1 Ø 0 c/ 30
Sección 2:	1 Ø 10 c/ 10	1 Ø 10 c/ 10 1 Ø 0 c/ 30
Sección 3:	1 Ø 10 c/ 15	1 Ø 10 c/ 15 1 Ø 0 c/ 30
Sección 4:	1 Ø 8 c/ 15	1 Ø 8 c/ 15
Sección 5:	1 Ø 8 c/ 15	1 Ø 8 c/ 15

10.2. Verificación cobertura de diagrama de corte

Datos:

Fe interfase (por coacción) = **1,51 cm²/m**

Altura útil de la viga = **1,33 m**

10.2.1. Tabla de sección necesaria de corte

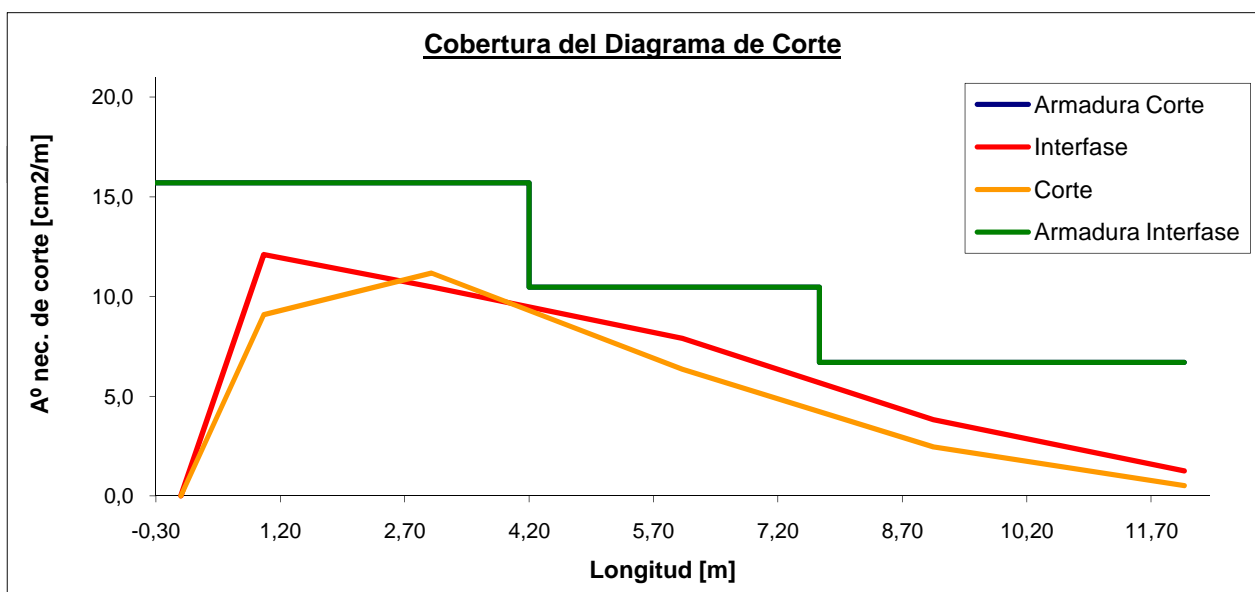
Sección	Distancia [m]	Fe corte necesaria [cm ² /m]	Fe interfase nec. [cm ² /m]
Apoyo	0,00	0	0,00
1	1,00	9,10	12,10
2	3,03	11,18	10,49
3	6,05	6,35	7,90
4	9,08	2,46	3,82
5	12,10	0,52	1,26

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

10.2.2. Tabla de sección de corte adoptada

Sección	Distancia [m]	Fe corte [cm ² /m]	Fe Interfase [cm ² /m]
Extremo	-0,30	15,71	15,71
A1	2,70	15,71	15,71
E1	2,70	15,71	15,71
A2	2,70	15,71	15,71
E2	2,70	15,71	15,71
A3	4,20	15,71	15,71
E3	4,20	10,47	10,47
A4	7,70	10,47	10,47
E4	7,70	6,70	6,70
A5	7,70	6,70	6,70
E5	7,70	6,70	6,70
	12,10	6,70	6,70



10.5. Verificación cobertura de diagrama de momento

Datos:

Coeficiente de seguridad = **1,75**
 Altura útil de la viga = 1,33 m

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

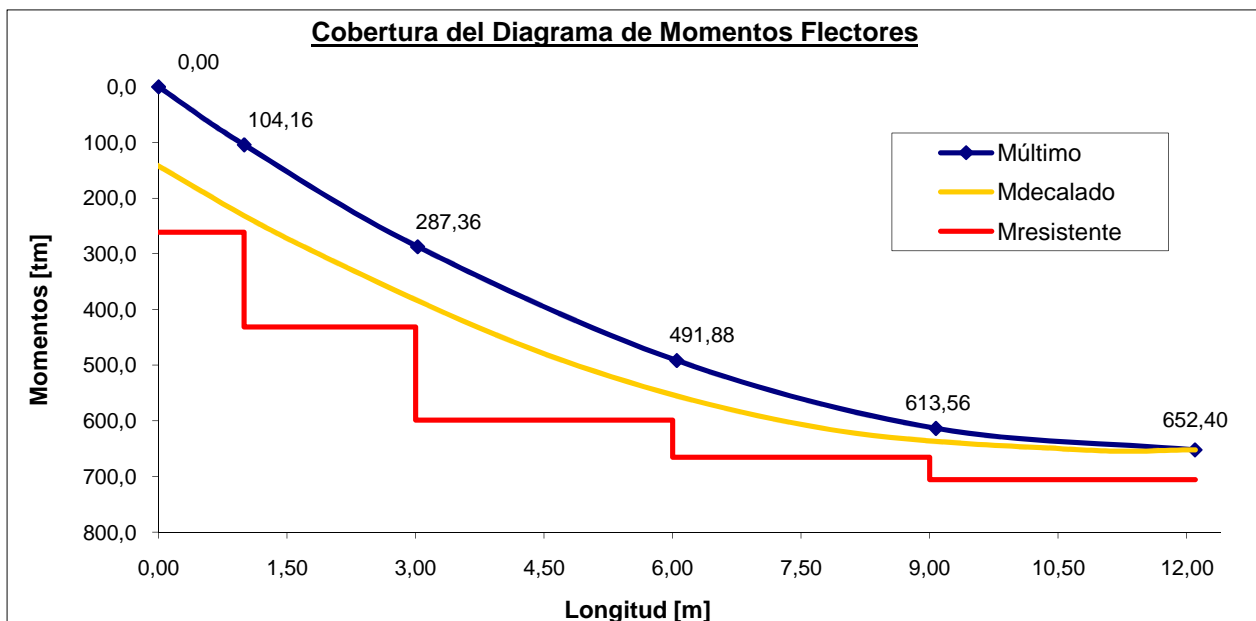
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

10.5.1. Tablas de solicitaciones últimas

Sección	Distancia [m]	Momento último [tm]	Distancia Decalaje [m]	M _{decalado} [tm]
Apoyo	0,00	0,00		
1	1,00	104,16	-0,30	115,92
2	3,03	287,36	1,70	287,36
3	6,05	491,88	4,72	491,88
4	9,08	613,56	7,75	613,56
5	12,10	652,40	10,77	652,40
6		652,40	12,10	652,40

10.5.2 Tabla de resistencias últimas

Sección	Distancia [m]	Mr,u [tm]
Apoyo	-0,30	261,54
1	1,00	261,54
2	3,03	431,34
3	6,05	599,13
4	9,08	665,76
5	12,10	705,70



Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

10.6. Longitudes de anclaje

10.6.1. Tensión básica de adherencia

Hormigón de Viga: **H-30**

Aº Nervurado	Zona de Adherencia	Tipo de hormigón					
		H-11	H-13	H-17	H-21	H-30	H-38
ADN-420	I	10	14	16	18	22	26
	II	5	7	8	9	11	13

10.6.2. Longitud básica de anclaje

τ_1 [kg/cm²]	Diámetro de las barras [mm]							
	4,2	6	8	10	12	16	20	25
5	51	72	96	120	144	192	240	300
7	36	52	69	86	103	138	172	215
8	32	45	60	75	90	120	150	188
9	28	40	54	67	80	107	134	167
10	26	36	48	60	72	96	120	150
11	23	33	44	55	66	88	110	137
13	20	28	37	47	56	74	93	116
14	18	26	35	43	52	69	86	108
16	16	23	30	38	45	60	75	94
18	14	20	27	34	40	54	67	84
22	12	17	22	28	33	44	55	69
26	10	14	19	24	28	37	47	58

10.6.3. Longitud requerida de anclaje

Sección	As _{nec}	As _{exist}	Col.	α_1	τ_1	l ₀ [cm]	10xds [cm]	l ₁
S1 Inferior	0,00	16	7	1	11	88	16	16
S1 Superior	3,36	12	6	1	11	66	12	39
S2 Inferior	0,00	16	7	1	11	88	16	16
S2 Superior	0,59	12	6	1	11	66	12	12
S3 Inferior	0,38	16	7	1	11	88	16	16
S3 Superior	0,00	12	6	1	11	66	12	12
S4 Inferior	9,62	20	8	1	11	110	20	84
S4 Superior	0,00	12	6	1	11	66	12	12
S5 Inferior	9,98	20	8	1	11	110	20	87
S5 Superior	0,00	12	6	1	11	66	12	12
Cordón Pret.	0,00	20	8	1	11	110	20	110

	Barras Inferiores de sección 1 a 3	Barras Superiores de sección 1 a 3	Barras Inferiores de sección 4 a 5	Barras Superiores de sección 4 a 5
Fin. Prov.	6,00	6,00	12,10	12,10
Anclaje	0,20	0,4	1,00	0,50
Longitud	6,20	6,40	7,10	6,60
Inicio	-0,20	-0,40	5,00	5,50
Fin def.	6,00	6,00	12,10	12,10

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

10.7. Datos de Pretensado

Fuerza de tiro en banco aproximada: **376 t**
 Tensión de tiro en banco: **13600 kg/cm²**
 Fuerza a tiempo infinito: **320 t**

10.8. Materiales

Hormigón: **H-30**
 Al soltar los cables: $\sigma'_{bm} =$ **210 kg/cm²**
 Acero pretensado: **Cordón 1 x 7 C-1900 G270 "BR"**
 Acero en barras: **Acero ADN-420**
 Recubrimiento: **2,50** cm

10.9. Planilla de Aislaciones de Cables Pretensados

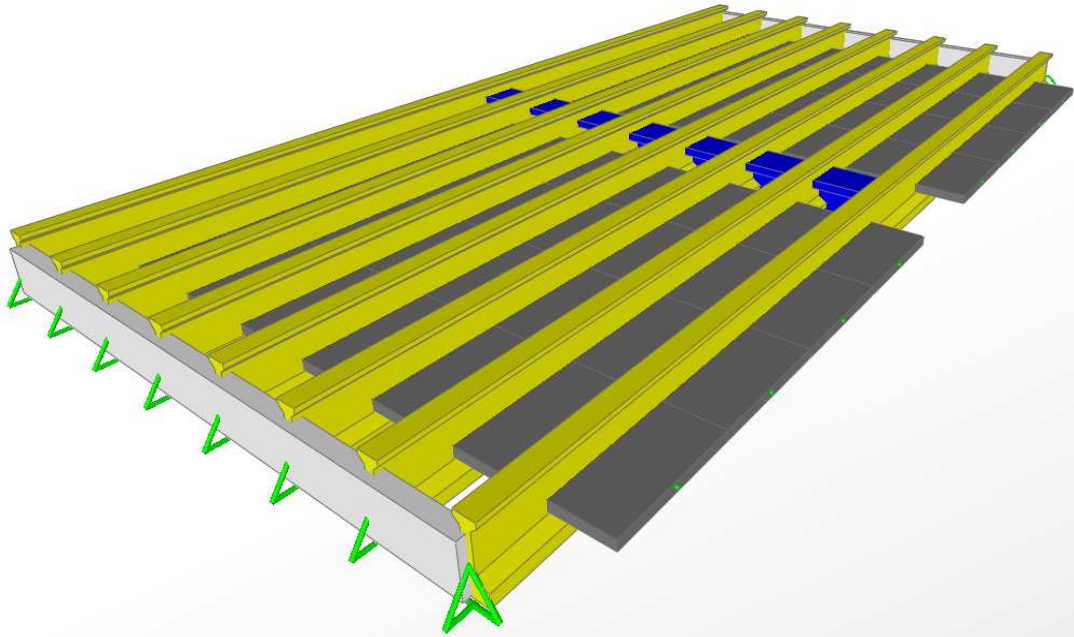
PLANILLA DE AISLACIONES DE CABLES PRETENSADOS					
TALÓN INFERIOR					
CANTIDAD TOTAL	AISLACIONES				
	EXTREMO "A"		EXTREMO "B"		
28 x 12,7	8 x 12,7	S/A ①	8 x 12,7	S/A ①	
	8 x 12,7	1,00 m ②	8 x 12,7	1,00 m ②	
	8 x 12,7	3,00 m ③	8 x 12,7	3,00 m ③	
	2 x 12,7	4,50 m ④	2 x 12,7	4,50 m ④	
	2 x 12,7	7,50 m ⑤	2 x 12,7	7,50 m ⑤	

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

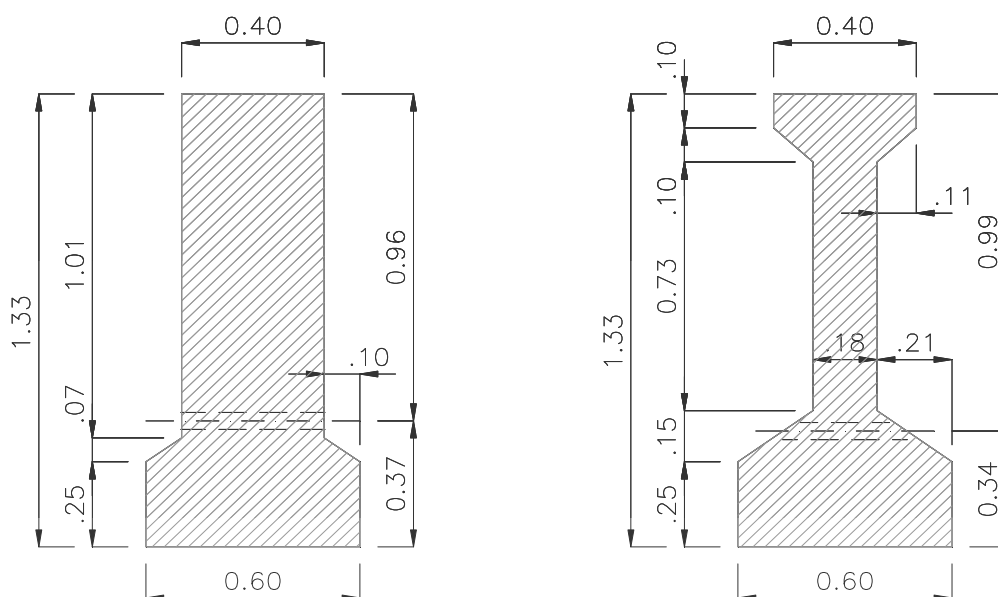
12. Modelo Numérico. Distribución de Cargas y Sobrecargas.

12.1. Modelo Numérico del Tablero

Se ha realizado un modelo numérico del tablero del puente con la geometría y propiedades mecánicas de las secciones según proyecto.



12.1.1. Geometría de la Viga Longitudinal



Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

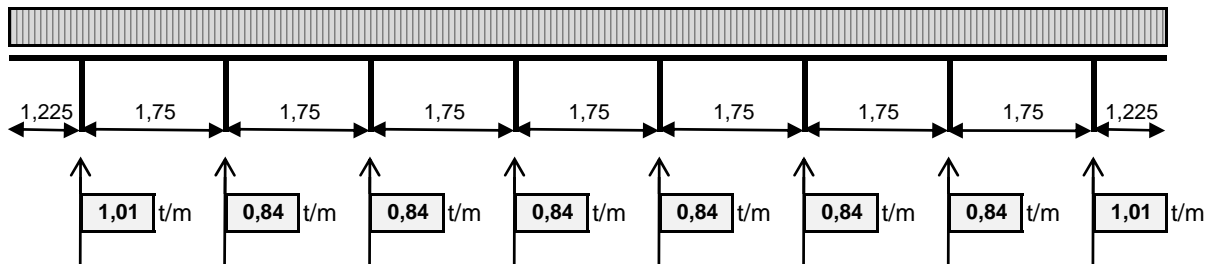
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

12.2. Cargas Permanentes

12.2.1. Peso Propio Losa Tablero

Ancho de Losa de Tablero = 14,70 m
 Espesor de Losa = 0,20 m
 Peso Específico H^o A^o = 2,40 t/m³

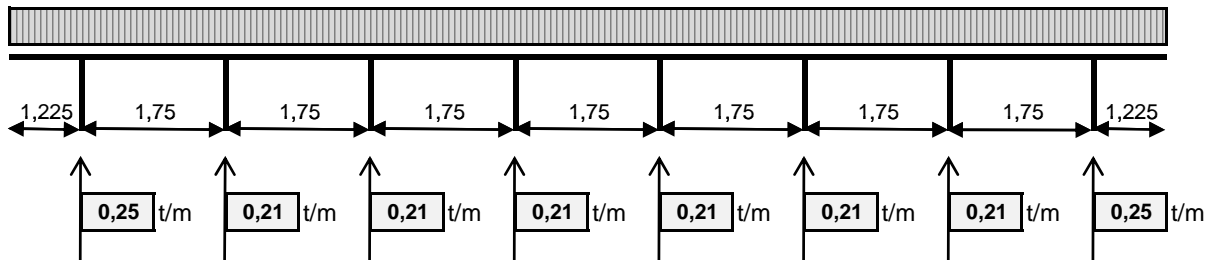
$q_1 = 0,48 \text{ t/m}^2$



12.2.2. Peso Propio Carpeta de Rodamiento

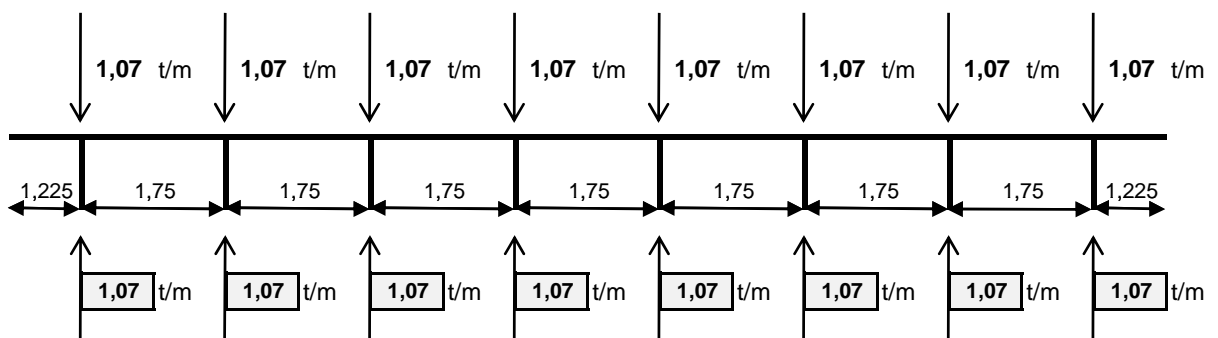
Ancho de Carpeta de Rodamiento = 13,50 m
 Espesor de Carpeta de Rodamiento = 0,05 m
 Peso Específico = 2,40 t/m³

$q_2 = 0,12 \text{ t/m}^2$



12.2.3. Peso Propio Vigas Principales

Peso Viga Principal = $q_3 = 1,07 \text{ t/m}$

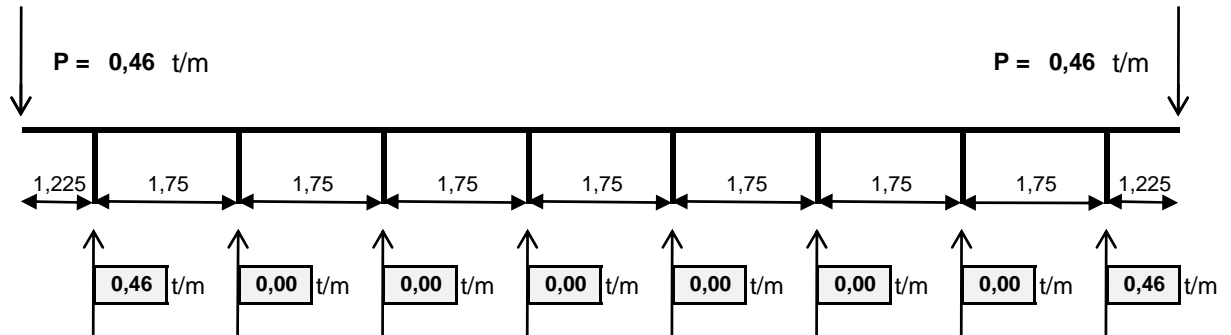


Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

12.2.4. Pesos Propios Varios (Barandas + Cordones de Hormigón)

Cordón Exterior = 0,77 t/m
 Baranda = 0,16 t/m

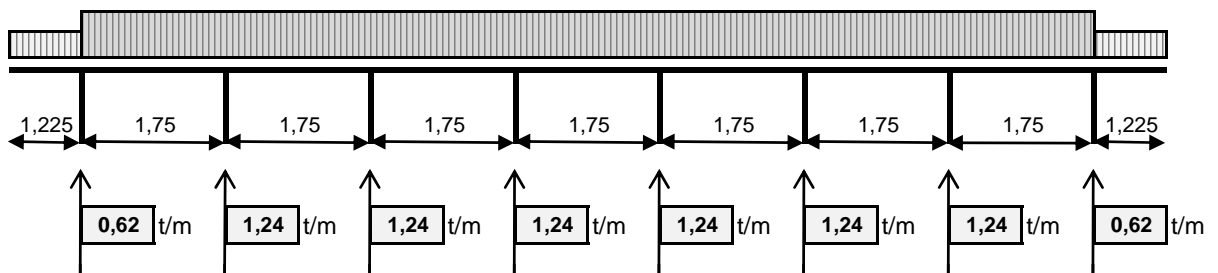


12.3. Sobrecargas Moviles

12.3.1. Multitud Compacta en Calzada

Ancho de Calzada = 13,50 m
 Ancho de Vereda = 0,60 m
 Multitud Compacta en Calzada = 0,58 t/m²
 Multitud Compacta en Vereda = 0,00 t/m²
 Coeficiente de Impacto = 1,23

$q_5 = 0,00 \text{ t/m}^2$ $q_4 = 0,71 \text{ t/m}^2$ $q_5 = 0,00 \text{ t/m}^2$



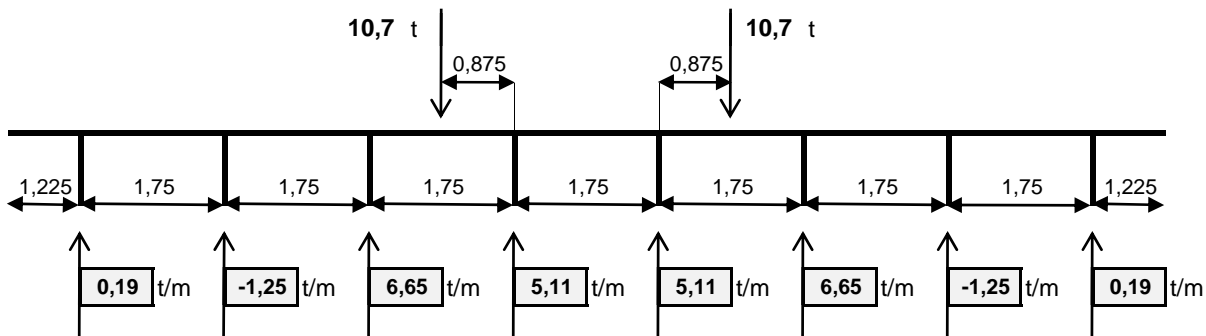
Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

12.3.2. Aplanadoras Centradas en Calzada (Aplanadoras Separadas por 1.00m)

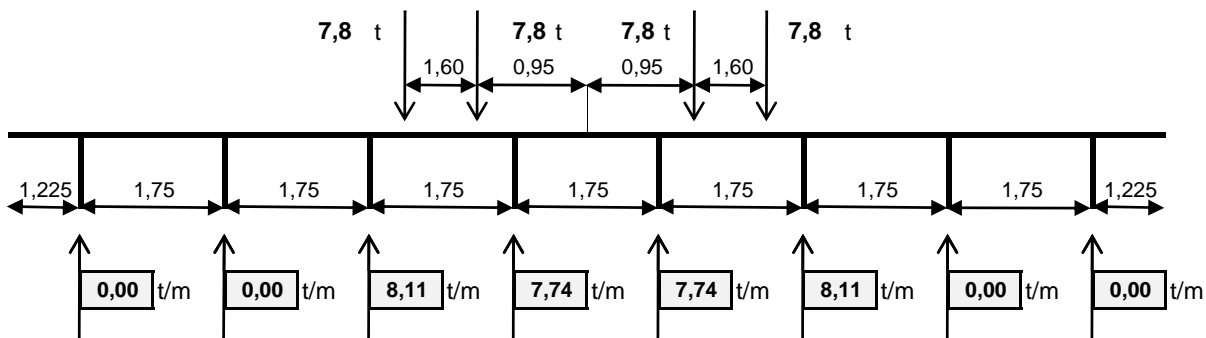
Rodillos Delanteros

Rodillo Delantero Reducido = **21,32 t**
 Coeficiente de Impacto = **1,23**



Rodillos Traseros

Rodillo Trasero Reducido = **31,15 t**
 Coeficiente de Impacto = **1,23**

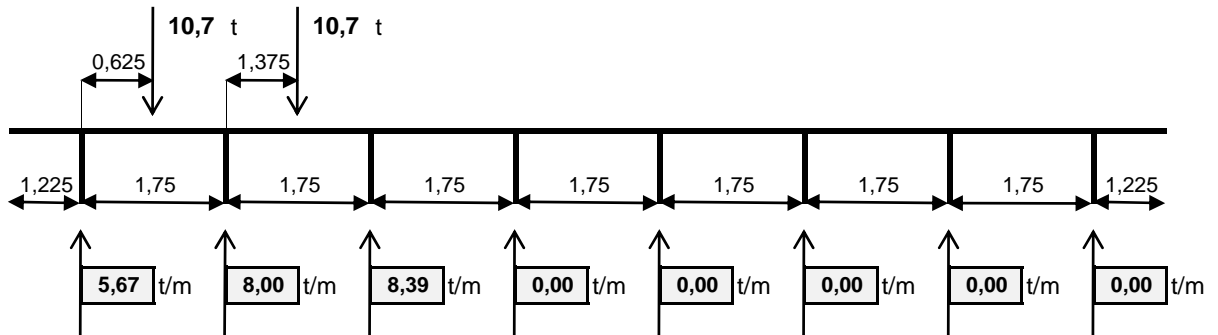


Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RPN°331

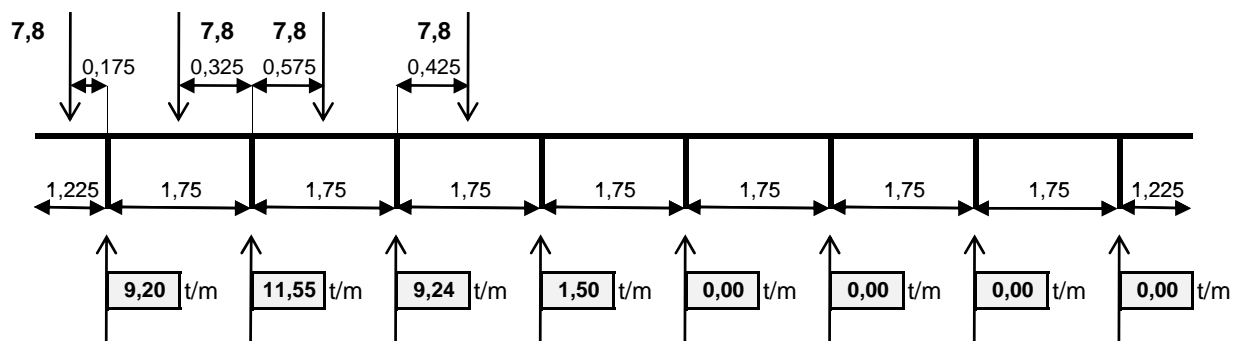
PUENTE sobre el RÍO MEDINA

12.2.4. Aplanadoras Excéntricas (Borde de Aplanadora en Borde de Cordón, Separadas 0,00m)

Rodillos Delanteros



Rodillos Traseros





Dirección Nacional de Vialidad

Obra:

RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN

Tramo:

Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista

Sección II:

Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

MEMORIA DE CÁLCULO

LOSA DE TABLERO



INvestigación, **D**esarrollos en **I**ngeniería y **G**estión de **O**bras

tecnica.indigo@indigoing.com.ar

Indice de la Memoria de Cálculo de la Losa de Tablero

1. Cálculo de la Losa de Tablero

- 1.1. *Datos*
- 1.2. *Análisis de Carga*
- 1.3. *Cálculo de Solicitaciones*
- 1.4. *Cálculo de Prelosas "L1"*
- 1.5. *Cálculo del Voladizo de la Losa -Prelosa "L2"-*

2. Cálculo de la Losa de Continuidad

- 2.1. *Esquema Estático*
- 2.2. *Rigidez a flexión de la losa de continuidad en Estado II (Cuaderno 240)*

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

1. Cálculo de la Losa de Tablero

1.1. Datos

Geométricos

Distancia entre ejes de vigas:	1,75 m
Ancho de cabeza sup. de viga:	0,40 m
Ángulo de Esviaje del puente:	90 °
Distancia entre bordes de vigas:	1,35 m
Categoría de Puente:	A-30

Materiales

Hormigón:	H-21
Acero ADN-420:	$\beta_S = $ 4,20 t/cm ²
Acero T-500:	$\beta_S = $ 5,00 t/cm ²
Coef. Seguridad:	$\nu = $ 1,75

1.2. Análisis de Carga

1.2.1. Cargas Permanentes

1.2.1.1. Peso Propio de Loseta Prefabricada de H°A°

$$q_1 = 0,05 \times 1,00 \times 2,50 = 0,125 \text{ t/m}$$

1.2.1.2. Peso Propio de Losa

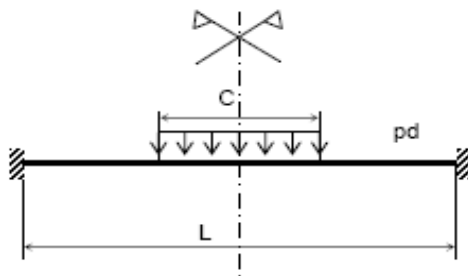
$$q_2 = 0,15 \times 1,00 \times 2,40 = 0,360 \text{ t/m}$$

1.2.1.3. Peso Propio de la Carpeta de Rodamiento

$$q_3 = 0,05 \times 1,00 \times 2,40 = 0,120 \text{ t/m}$$

1.2.2. Cargas Móviles

1.2.2.1. Rodillo Delantero



$$Pd = P_D \times \varphi \times \text{Coef. Minoración}$$

$$Pd = 13,00 \times 1,40 \times 0,80 = 14,56 \text{ t}$$

$$C = 1,20 + 2 \times 0,05 = 1,30 \text{ m}$$

$$L = 1,35 + 2 \times 0,05 = 1,45 \text{ m}$$

$$\text{Ancho Activo: } b = t + (2 \times s) + \left(\frac{2}{3} \times l\right) \Rightarrow b = 1,17 \text{ m}$$

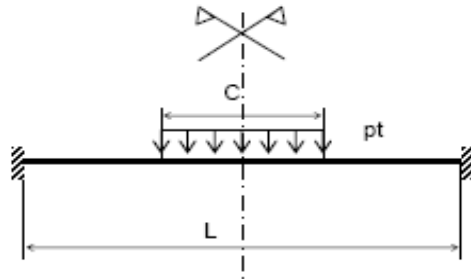
$$\text{Carga Distribuida: } pd = \frac{Pd}{b \times C} \Rightarrow pd = 9,60 \text{ t/m}^2$$

$$Pt = P_T \times \varphi \times \text{Coef. Minoración}$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

1.2.2.2. Rodillo Trasero



$$Pt = P_r \times \varphi \times \text{Coef. Minoración}$$

$$Pt = 8,50 \times 1,40 \times 0,80 = 9,52 \text{ t}$$

$$C = 0,50 + 2 \times 0,05 = 0,60 \text{ m}$$

$$L = 1,35 + 2 \times 0,05 = 1,45 \text{ m}$$

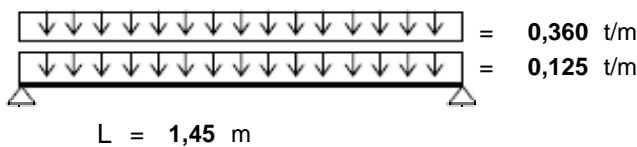
$$\text{Ancho Activo: } b = t + (2 \times s) + \left(\frac{2}{3} \times l\right) \Rightarrow b = 1,17 \text{ m}$$

$$\text{Carga Distribuida: } pt = \frac{Pt}{b \times C} \Rightarrow pt = 13,60 \text{ t/m}^2$$

1.3. Cálculo de Solicitaciones

1.3.1. Etapa 1 (Hormigonado de losa de tablero)

Esquema Estático: Viga Simplemente Apoyada



$$M1_{TRAMO} = \frac{q_1 \times L^2}{8} \Rightarrow$$

$$M1_{TRAMO} = 0,03 \text{ t.m}$$

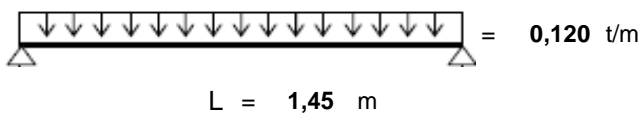
$$M2_{TRAMO} = \frac{q_2 \times L^2}{8} \Rightarrow$$

$$M2_{TRAMO} = 0,09 \text{ t.m}$$

1.3.2. Etapa 2 (Puente en servicio)

Esquema Estático: Viga con Empotramiento Elástico

Carpeta de Rodamiento



$$M3_{TRAMO} = \frac{q_3 \times L^2}{24} \Rightarrow$$

$$M3_{TRAMO} = 0,01 \text{ t.m}$$

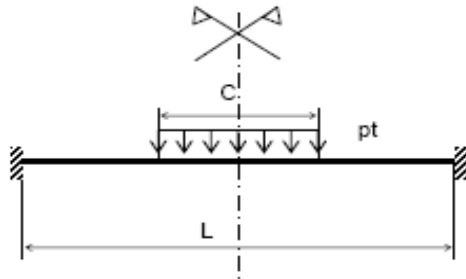
$$M3_{APOYO} = \frac{q_3 \times L^2}{12} \Rightarrow$$

$$M3_{APOYO} = 0,02 \text{ t.m}$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Rodillo Trasero



$$k = \frac{C}{L} \Rightarrow k = 0,41$$

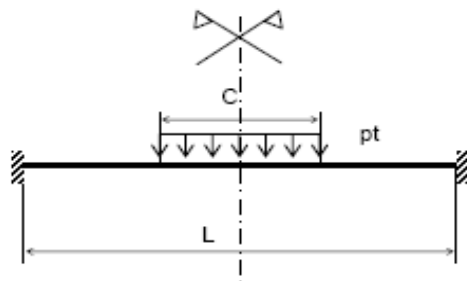
$$M4_{TRAMO(S/A)} = \left(\frac{pt \times L^2}{8} \right) \times k \times (2 - k) \Rightarrow \quad M4_{TRAMO(S/A)} = 2,35 \text{ t.m}$$

$$M4_{TRAMO(EMP)} = \left(\frac{pt \times L^2}{24} \right) \times k \times (3 - 3k + k^2) \Rightarrow \quad M4_{TRAMO(EMP)} = 0,95 \text{ t.m}$$

$$M4_{TRAMO(MEDIO)} = \frac{(M4_{TRAMO(S/A)} + M4_{TRAMO(EMP)})}{2} \Rightarrow \quad M4_{TRAMO(MEDIO)} = 1,65 \text{ t.m}$$

$$M4_{APOYO(EMP)} = \left(\frac{pt \times L^2}{24} \right) \times k \times (3 - k^2) \Rightarrow \quad M4_{APOYO(EMP)} = 1,39 \text{ t.m}$$

Rodillo Delantero



$$k = \frac{C}{L} \Rightarrow k = 0,90$$

$$M4_{TRAMO(S/A)} = \left(\frac{pd \times L^2}{8} \right) \times k \times (2 - k) \Rightarrow \quad M4_{TRAMO(S/A)} = 2,50 \text{ t.m}$$

$$M4_{TRAMO(EMP)} = \left(\frac{pd \times L^2}{24} \right) \times k \times (3 - 3k + k^2) \Rightarrow \quad M4_{TRAMO(EMP)} = 0,84 \text{ t.m}$$

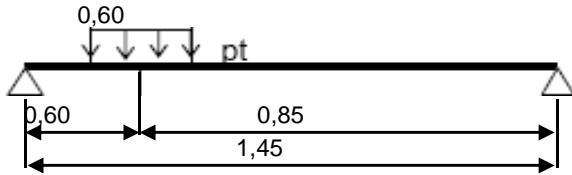
$$M4_{TRAMO(MEDIO)} = \frac{(M4_{TRAMO(S/A)} + M4_{TRAMO(EMP)})}{2} \Rightarrow \quad M4_{TRAMO(MEDIO)} = 1,67 \text{ t.m}$$

$$M4_{APOYO(EMP)} = \left(\frac{pd \times L^2}{24} \right) \times k \times (3 - k^2) \Rightarrow \quad M4_{APOYO(EMP)} = 1,66 \text{ t.m}$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Esfuerzo de Corte Sobrecarga Móvil



$$Q4 = \frac{pt \times C \times b}{L} \Rightarrow$$

Q4 = 4,78 t/m

Resumen de solicitaciones Etapa 2 "Puente en servicio"

Carpeta de Rodamiento

$$M3_{TRAMO} = M3_{TRAMO} + (0.30 \times M3_{APOYO}) \Rightarrow$$

M3_{TRAMO} = 0,02 t.m
(redistribución por fluencia)

$$M3_{APOYO} = M3_{APOYO} - (0.30 \times M3_{APOYO}) \Rightarrow$$

M3_{APOYO} = 0,01 t.m

Sobrecarga Móvil

M3_{TRAMO} = 1,67 t.m

M4_{APOYO} = 1,66 t.m

1.3.3. Etapa 3 (Sobrecargas de trabajo en etapa constructiva)

Esquema Estático: Viga Simplemente Apoyada

Sobrecarga de Trabajo



(Sobrecarga de Trabajo)

L = 1,45 m

$$M5_{TRAMO(S/A)} = \frac{q_5 \times L^2}{8} \Rightarrow$$

M5_{TRAMO(S/A)} = 0,039 t.m

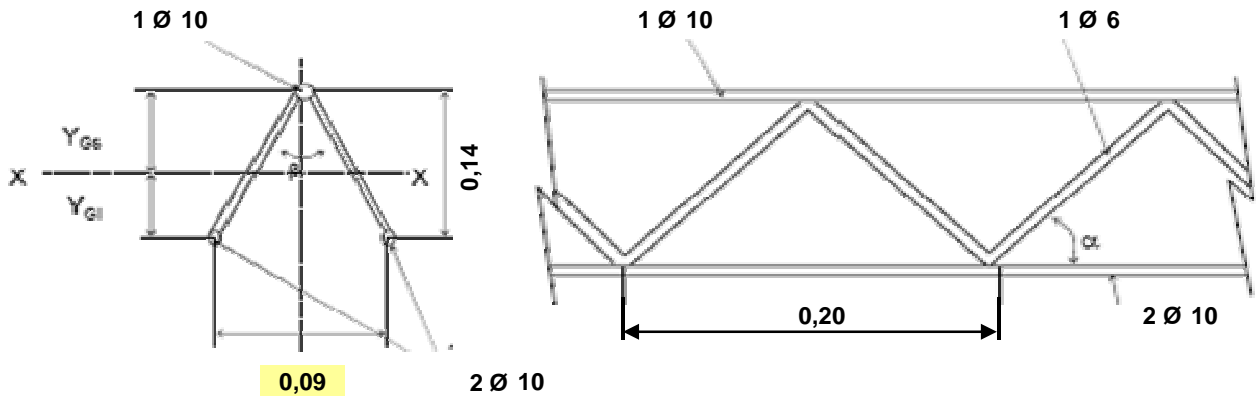
Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

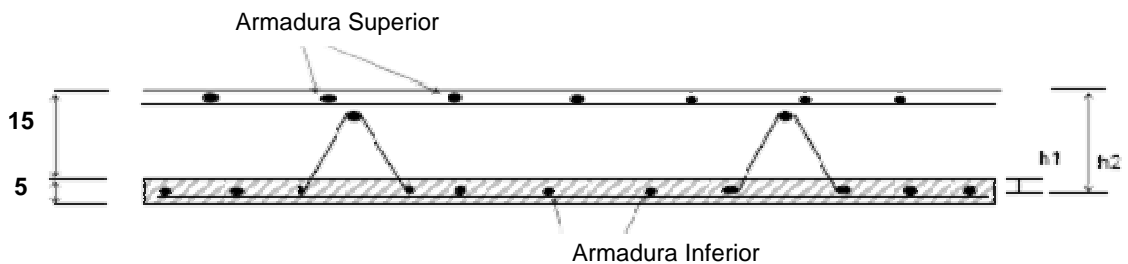
1.4. Cálculo de Prelosas "L1"

1.4.1. Verificación de Etapa Constructiva

1.4.1.1. Datos de Prelosa y Trilogic

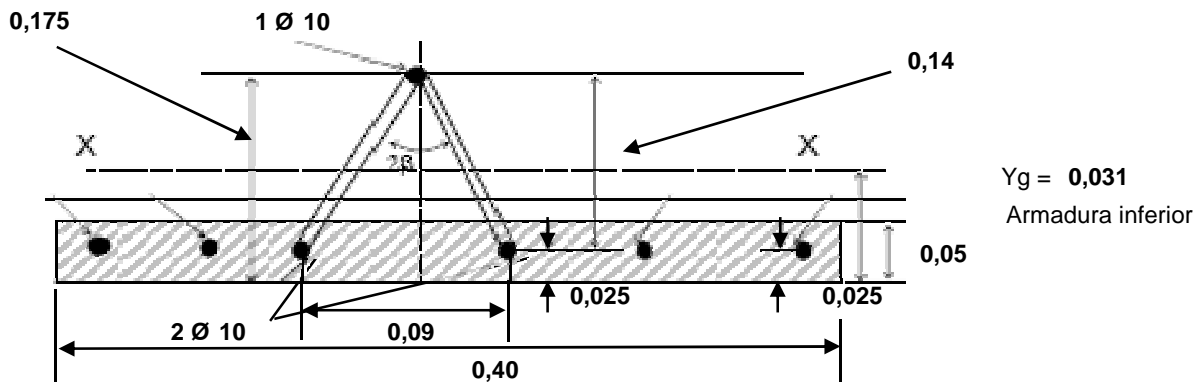


Altura total =	15,00	cm	Paso de Diagonal =	0,20	m	
Fe _{SUPERIOR} =	1	Ø 10	p/trilogic	Separación de trilogic =	0,40	m
Fe _{INFERIOR} =	2	Ø 10	p/trilogic	Nº de trilogic p/m de ancho =	2,50	ud
Diagonal =	1	Ø 6				



h ₁ =	2,50	cm
h ₂ =	17,50	cm

1.4.1.2. Propiedades Mecánicas del Sistema Prelosa-Trilogic



Yg = 0,031
 Armadura inferior

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Ancho Colaborante de Loseta de Hº: $bc = 0,40 \text{ m}$
Módulo de Elasticidad del Aº: $E_{ACERO} = 2100000 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del Hº: $E_{HORMIGÓN} = 275000 \text{ kg/cm}^2$ $\frac{E_{ACERO}}{E_{HORMIGÓN}} = 7,64$

Área del Sistema Prelosa-Trilogic:

1	×	0,79	×	7,64	=	6,00	cm ²	×	17,50	=	105,0	cm ³
2	×	0,79	×	7,64	=	12,00	cm ²	×	2,50	=	29,99	cm ³
5,24			×	7,64	=	39,98	cm ²	×	2,50	=	100,0	cm ³
5,00	×	40,00	×	0,50	=	100,0	cm ²	×	2,50	=	250,0	cm ³
					A_T	= 158,0	cm²			W_T	= 484,9	cm³

$Y_g = 3,07 \text{ cm}$

Momento de Inercia del Sistema Prelosa-Trilogic:

6,0	×	14,43 ²	=	1248,94	cm ⁴
12,0	×	0,57 ²	=	3,89	cm ⁴
40,0	×	0,57 ²	=	12,97	cm ⁴
100,0	×	0,57 ²	=	32,43	cm ⁴
20,0	×	5,00 ²	=	208,33	cm ⁴
		12,00		I_{SISTEMA} = 1506,56	cm⁴

Módulos Resistentes a Flexión:

$W_{INF \text{ TRILOGIC}} =$	6613,80	cm ³
$W_{SUP \text{ TRILOGIC}} =$	261,00	cm ³
$W_{INF \text{ ARM TRILOGIC}} =$	6613,80	cm ³
I_{SISTEMA p/m de ANCHO} =	3766,40	cm⁴/m

1.4.1.3. Solicitaciones en Etapa Constructiva (por metro de ancho)

Peso propio prelosa:	$M_1 = 0,033 \text{ t.m}$	$Q_1 = 0,091 \text{ t}$
Peso propio losa:	$M_2 = 0,095 \text{ t.m}$	$Q_2 = 0,261 \text{ t}$
Sobrecarga constructiva:	$M_5 = 0,039 \text{ t.m}$	$Q_5 = 0,109 \text{ t}$
Totales:	$M_{TOTAL} = 0,167 \text{ t.m}$	$Q_{TOTAL} = 0,460 \text{ t}$

1.4.1.4. Verificación de la Armadura Comprimida del Sistema Prelosa-Trilogic

Longitud de Pandeo: $L_k = 20,0 \text{ cm}$

$$i_1 = \frac{d}{4} \Rightarrow i_1 = 0,25 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{L_k}{i_1} \Rightarrow \lambda_1 = 80,0 \Rightarrow \omega = 2,04$$

$$\sigma_{SUP.1} = \frac{M_{TOTAL}}{W_{SUP} \times \omega \times n} \Rightarrow \sigma_{SUP.1} = 991 \text{ kg/cm}^2$$

Coefficiente de Seguridad: $V = 5,04$

Verifica

1.4.1.5. Verificación de la Armadura Traccionada del Sistema Prelosa-Trilogic

$$\sigma_{INF.1} = \frac{M_{TOTAL}}{W_{INF} \times n} \Rightarrow \sigma_{INF.1} = 19 \text{ kg/cm}^2$$

Coefficiente de Seguridad: $V = 261$

Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

1.4.1.6. Verificación de las Diagonales del Trilogic

$$tg\beta = \frac{b_{TRILOGIC}}{2 \times h_{TRILOGIC}} \Rightarrow \quad tg \beta = 0,32 \quad \Rightarrow \quad \beta = 17,8^\circ$$

Longitud de la Diagonal: $L_D = 17,78 \text{ cm}$

Factor de Longitud Efectiva: $k = 1,00$

Longitud de Pandeo: $L_k = 17,8 \text{ cm}$

$$i_1 = \frac{d}{4} \Rightarrow \quad i_1 = 0,15 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{L_k}{i_1} \Rightarrow \quad \lambda_1 = 118,6 \quad \Rightarrow \quad \omega = 4,10$$

$$\cos \alpha = \frac{S_{DIAGONAL}}{2 \times L_k} \Rightarrow \quad \cos \alpha = 0,56 \quad \Rightarrow \quad \alpha = 55,8^\circ$$

$$D = \frac{Q_{TOTAL}}{N^\circ \text{ vigas} \times 2 \times \cos \beta \times \sin \alpha} \Rightarrow \quad D = 0,117 \text{ t}$$

$$Fe_{NEC} = \frac{D \times \omega \times v}{\beta_s} \Rightarrow \quad Fe_{NEC} = 0,17 \text{ cm}^2$$

Armadura de Diagonal: $\emptyset \quad 6 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad Fe_{DIAGONAL} = 0,28 \text{ cm}^2$ **Verifica**

1.4.2. Verificación de Etapa 2 "Puente en Servicio"

1.4.2.1. Solicitaciones Puente en Servicio

	Tramo	Apoyo Interior	
Carpeta de Rodamiento:	$M_3 = 0,017 \text{ t.m}$	$M_3 = 0,015 \text{ t.m}$	$Q_3 = 0,087 \text{ t}$
Sobrecarga Móvil:	$M_4 = 1,668 \text{ t.m}$	$M_4 = 1,656 \text{ t.m}$	$Q_4 = 4,783 \text{ t}$
Distrib. Transv. de Cargas:	$M_5 = 0,468 \text{ t.m}$	$M_5 = 0,335 \text{ t.m}$	$Q_5 = 0,355 \text{ t}$
Totales:	$M_{TRAMO} = 1,685 \text{ t.m}$	$M_{APOYO} = 1,671 \text{ t.m}$	$Q_{TOTAL} = 4,870 \text{ t}$

NOTA: Se elige el Mayor de los Momentos entre M_3+M_4 y M_3+M_5 .

1.4.2.2. Verificación Armadura Inferior de Tramo

Prelosa "L1"

Armadura de Tramo Adoptada:

	N° bs		Ø		Sep.		F.C.		Fe
Acero ADN-420	1	Ø	10	c/	15			=	5,24 cm ²
Acero T-500	2	Ø	10	c/	40	×	1,19	=	4,67 cm ²
							Fe ADOPTADA	=	9,91 cm²

$$\sigma_{INF.2} = \frac{M_5}{kz \times h_2 \times Fe_{ADOPTADA}} \Rightarrow \quad \sigma_{INF.2} = 1045 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma_{INF.TOTAL} = \sigma_{INF.1} + \sigma_{INF.2} \Rightarrow \quad \sigma_{INF.TOTAL} = 1064 \text{ kg/cm}^2 < 2400 \text{ kg/cm}^2$ **Verifica**

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

1.4.2.3. Cálculo de Armadura Superior en Apoyos Interiores

$$h_3 = 17,50 \text{ cm}$$

$$Fe_{NECESARIA} = \frac{M_{APOYO} \times U}{k_z \times h_3 \times \beta_s} \Rightarrow Fe_{NECESARIA} = 4,42 \text{ cm}^2$$

Armadura de Apoyo Adoptada:

Nº bs	Ø	c/	Sep.	F.C.	Fe
1	Ø		20		= 5,65 cm ²
Fe ADOPTADA					= 5,65 cm ²

$$Fe_{NECESARIA} = 4,42 \text{ cm}^2 < Fe_{ADOPTADA} = 5,65 \text{ cm}^2$$

Verifica

NOTA: Se dispondrá en la parte superior una Armadura de Repartición 1 Ø 8 c/ 25

1.4.2.4. Verificación del Corte

$$Q_{MÁXIMO} = 5,22 \text{ t}$$

$$\tau_o = \frac{Q_{MÁXIMO}}{0.85 \times b \times h_3} \Rightarrow \tau_o = 3,51 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{O ADM} = 5,00 \text{ kg/cm}^2$$

Verifica

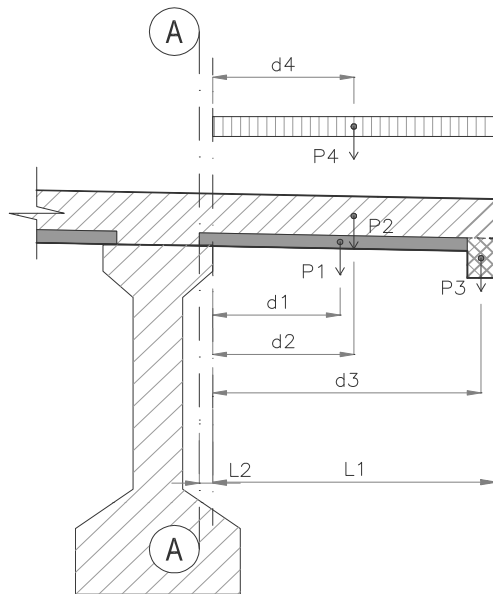
Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

1.5. Cálculo del Voladizo de la Losa -Prelosa "L2"-

Prelosa "L2"

1.5.1. Verificación de Etapa Constructiva



- d1 = 0,46 m
- d2 = 0,51 m
- d3 = 1,06 m
- L1 = 1,03 m
- L2 = 0,05 m
- h_{LOSA} = 0,15 m
- b2 = 1,03 m
- b3 = 0,10 m
- b4 = 1,03 m

1.5.1.1. Análisis de Carga

Ítem	Descripción	Espesor	Largo	γ	Peso
P1	Loseta Premoldeada	0,05	× 0,93	× 2,50	= 0,12 t/m
P2	Hormigón de Losa	0,15	× 1,03	× 2,40	= 0,37 t/m
P3	Hormigón de Goterón	0,10	× 0,10	× 2,40	= 0,02 t/m
P4	Sobrecarga Constructiva		1,03	× 0,15	= 0,15 t/m
Total					= 0,66 t/m

Ítem	Descripción	Peso	Brazo	Momento
P1	Loseta Premoldeada	0,12	× 0,51	= 0,06 t.m
P2	Hormigón de Losa	0,37	× 0,56	= 0,21 t.m
P3	Hormigón de Goterón	0,02	× 1,11	= 0,03 t.m
P4	Sobrecarga Constructiva	0,15	× 1,11	= 0,17 t.m
Total		= 0,66 t		0,46 t.m

Momento Flector en la Sección A-A: ⇒ M_{A-A} = 0,46 t.m

Esfuerzo de Corte en la Sección A-A: ⇒ Q_{A-A} = 0,66 t

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

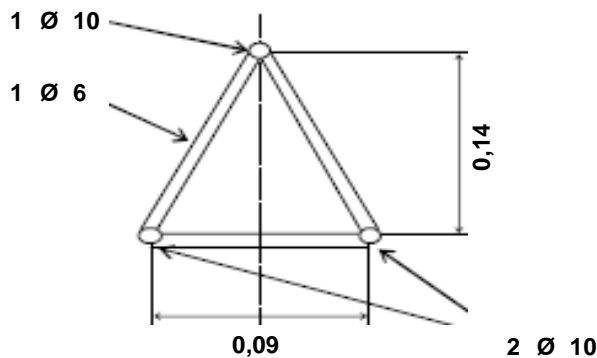
1.5.1.3. Verificación del Cordón Comprimido

Longitud de Pandeo: $L_k = 20,0 \text{ cm}$

$$i_1 = \frac{d}{4} \Rightarrow i_1 = 0,25 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{L_k}{i_1} \Rightarrow \lambda_1 = 80,0 \quad \Rightarrow \quad \omega = 2,04$$

Fuerza de Compresión: $C = \frac{M_{A-A}}{h} \Rightarrow C = 3,10 \text{ t/m}$



Armadura Inferior Necesaria:

$$Fe_{NECESARIA} = \frac{C \times \omega \times v}{\beta_s \times N^{\circ}_{TRILOGIC/METRO}} \Rightarrow Fe_{NECESARIA} = 0,88 \text{ cm}^2/\text{trilogic}$$

Armadura Inferior Adoptada:

Nº bs	Ø	Sep.	Nº / m	Fe
2	Ø 10	c/ 40	2,50	= 1,57 cm ² /trilogic
				Fe ADOPTADA = 1,57 cm²/trilogic

$Fe_{NECESARIA} = 0,88 \text{ cm}^2 < Fe_{ADOPTADA} = 1,57 \text{ cm}^2$ **Verifica**

NOTA: Se dispondrá una barra Adicional Ø16c/30 de L=1,50m, entre trilogics, en correspondencia con la interrupción de la Prelosa.

1.5.1.4. Verificación del Cordón Traccionado

Fuerza de Tracción: $C = \frac{M_{A-A}}{h} \Rightarrow C = 3,10 \text{ t/m}$

Armadura Superior Necesaria:

$$Fe_{NECESARIA} = \frac{C \times \omega \times v}{\beta_s \times N^{\circ}_{TRILOGIC/METRO}} \Rightarrow Fe_{NECESARIA} = 0,43 \text{ cm}^2/\text{trilogic}$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Armadura Superior Adoptada:

Nº bs	Ø	Sep.	Nº / m	Fe
1	Ø 10	c/ 40	2,50	= 0,79 cm²/trilogic
Fe ADOPTADA =				0,79 cm²/trilogic

$$\sigma_{TRACCIÓN} = \frac{C}{N^{\circ}_{TRILOGIC} \times Fe_{TRILOGIC}} \Rightarrow \sigma_{TRACCIÓN} = 1577 \text{ kg/cm}^2 < 2857 \text{ Verifica}$$

1.5.1.5. Verificación de las Diagonales

Longitud de Pandeo: $L_k = 17,78 \text{ cm}$

$$i_1 = \frac{d}{4} \Rightarrow i_1 = 0,15 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{L_k}{i_1} \Rightarrow \lambda_1 = 119 \Rightarrow \omega = 4,10$$

$$\cos \alpha = \frac{S_{DIAGONAL}}{2 \times L_k} \Rightarrow \cos \alpha = 0,562 \Rightarrow \alpha = 55,8^{\circ}$$

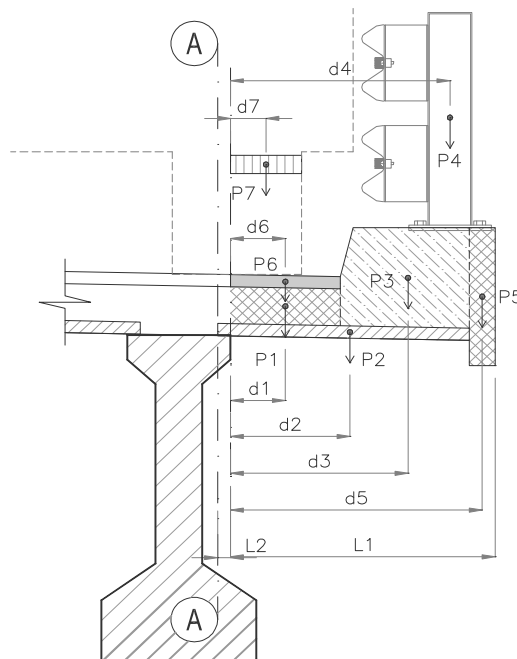
$$D = \frac{Q_{TOTAL}}{N^{\circ} \text{ vigas} \times 2 \times \cos \beta \times \sin \alpha} \Rightarrow D = 0,168 \text{ t}$$

$$Fe_{NEC} = \frac{D \times \omega \times v}{\beta s} \Rightarrow Fe_{NEC} = 0,24 \text{ cm}^2$$

Armadura de Diagonal: 1 Ø 6 c/ 20 $\Rightarrow Fe_{DIAGONAL} = 0,28 \text{ cm}^2$

Verifica

1.5.2. Verificación del Estado de Servicio - Estado I



- d1 = 0,18 m
- d2 = 0,46 m
- d3 = 0,78 m
- d4 = 0,94 m
- d5 = 1,06 m
- d6 = 0,21 m
- d7 = 0,14 m
- L1 = 1,03 m
- L2 = 0,05 m
- h_{LOSA} = 0,15 m
- b1 = 0,43 m
- b2 = 0,92 m
- b3 = 0,50 m
- h3 = 0,40 m
- b5 = 0,10 m
- b6 = 0,43 m
- b7 = 0,28 m

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

1.5.2.1. Análisis de Cargas

a) Cargas Permanentes

Ítem	Descripción	Espesor	Largo	γ	Peso
P1	Hormigón de Losa	0,15	× 0,43	× 2,40	= 0,15 t/m
P2	Loseta Premoldeada	0,05	× 0,92	× 2,50	= 0,12 t/m
P3	Hormigón de Vereda	0,40	× 0,50	× 2,40	= 0,48 t/m
P4	Baranda Metálica Cincada			0,08	= 0,08 t/m
P5	Hormigón de Goterón	0,10	× 0,10	× 2,40	= 0,02 t/m
P6	Carpeta de Rodamiento	0,05	× 0,43	× 2,40	= 0,05 t/m
Total					= 0,90 t/m

b) Sobrecarga Móvil y en Vereda

Ítem	Descripción	Ancho	Carga	Peso	
P7a	Rodillo Trasero	0,28	× 15,23	= 4,19 t/m	(Flexión)
P7b	Rodillo Trasero	0,28	× 15,87	= 4,36 t/m	(Corte)

Rodillo Trasero

$$Pt = P_T \times \varphi \times \text{Coef. Minoración} \Rightarrow Pt = 9,52 \text{ m}$$

$$\text{Peso Efectivo Rodillo Trasero: } P_{EFECTIVO} = \frac{Pt \times b_8}{b} \Rightarrow P_{EFECTIVO} = 1,90 \text{ m}$$

$$\text{Ancho Activo para Flexión: } b_{FLEXIÓN} = t + (5 \times d) + (d_8 + L_2) \Rightarrow b_{FLEXIÓN} = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{Ancho Activo para Corte: } b_{CORTE} = t + (5 \times d) + d_8 \Rightarrow b_{CORTE} = 1,20 \text{ m}$$

$$\text{Carga Distribuida para Flexión: } pt_{FLEXIÓN} = \frac{P_{EFECTIVO}}{b_{FLEXIÓN} \times b_8} \Rightarrow pt_{FLEXIÓN} = 15,23 \text{ t/m}^2$$

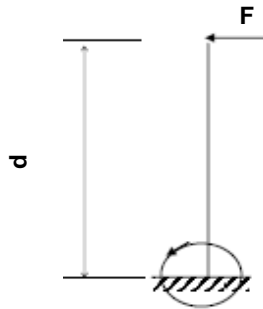
$$\text{Carga Distribuida para Corte: } pt_{CORTE} = \frac{P_{EFECTIVO}}{b_{CORTE} \times b_8} \Rightarrow pt_{CORTE} = 15,87 \text{ t/m}^2$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

c) Momentos en Baranda Peatonal

$$M_{B.PEATONAL} = F \times d \Rightarrow M_{B.PEATONAL} = 0,08 \times 0,90 \Rightarrow M_{B.PEATONAL} = 0,072 \text{ t.m}$$



1.5.2.2. Verificación para Cargas Permanentes y Sobrecargas Móviles que ocupan el Voladizo

a) Cálculo de Momentos

Peso Propio y Cargas Permanentes

Ítem	Descripción	Peso	Brazo	Momento
P1	Hormigón de Losa	0,15	× 0,23	= 0,04 t.m
P2	Loleta Premoldeada	0,12	× 0,51	= 0,06 t.m
P3	Hormigón de Vereda	0,48	× 0,83	= 0,40 t.m
P4	Baranda Metálica Cincada	0,08	× 0,99	= 0,08 t.m
P5	Hormigón de Goterón	0,02	× 1,11	= 0,03 t.m
P6	Carpeta de Rodamiento	0,05	× 0,26	= 0,01 t.m
				M_{PP} = 0,61 t.m

Sobrecarga en Vereda y en Calzada

Ítem	Descripción	Peso	Brazo	Momento
P7a	Rodillo Trasero	4,19	× 0,33	= 1,36 t.m
P8	Baranda Peatonal			= 0,07 t.m
				M_{SC} = 1,43 t.m

$$M_{A-A} = M_{PP} + M_{SC} \Rightarrow M_{A-A} = 2,04 \text{ t.m}$$

b) Cálculo de Armadura Superior Voladizo

$$Fe_{NECESARIA} = \frac{M_{APOYO} \times v}{kz \times h_3 \times \beta_s} \Rightarrow Fe_{NECESARIA} = 5,40 \text{ cm}^2$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

Prelosa "L2"

Armadura Superior Adoptada:

	Nº bs	Ø	Sep.	F.C.	Fe
Acero ADN-420	1	Ø 12	c/ 20		= 5,65 cm ²
Adicional	0	Ø 0	c/ 40		= 0,00 cm ²
Acero T-500	1	Ø 10	c/ 40	X 1,19	= 2,34 cm ²
					Fe ADOPTADA = 7,99 cm²

$Fe_{NECESARIA} = 5,40 \text{ cm}^2$

<

$Fe_{ADOPTADA} = 7,99 \text{ cm}^2$

Verifica

c) Verificación al Corte

Peso Propio y Cargas Permanentes:

Ítem	Descripción	Corte
P1	Hormigón de Losa	0,15 t
P2	Loseta Premoldeada	0,12 t
P3	Hormigón de Vereda	0,48 t
P4	Baranda Metálica Cincada	0,08 t
P5	Hormigón de Goterón	0,02 t
P6	Carpeta de Rodamiento	0,05 t
		Q_{PP} = 0,90 t

Sobrecarga en Vereda y en Calzada:

Ítem	Descripción	Corte
P7b	Rodillo Trasero	4,36 t
		Q_{SC} = 4,36 t

$Q_{B-B} = Q_{PP} + Q_{SC} \Rightarrow$

Q_{B-B} = 5,27 t

$\tau_o = \frac{Q_{B-B}}{0.85 \times b \times h_3} \Rightarrow$

$\tau_o = 3,54 \text{ kg/cm}^2$

< $\tau_{o ADM} = 5,00 \text{ kg/cm}^2$

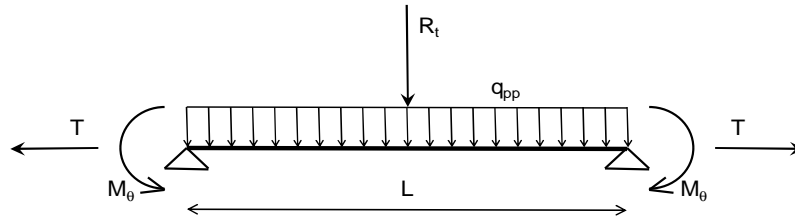
Verifica

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

2. Cálculo de la Losa de Continuidad

2.1. Esquema Estático



2.1.1. Datos

Hormigón de Losa Tipo:	H-21
Módulo de Elasticidad del Hormigón de Losa:	$E = 2750000$ t/m ²
Longitud de Losa de Continuidad:	$L = 1,40$ m
Espesor de Losa de Continuidad:	$e = 0,20$ m

2.2. Rigidez a flexión de la losa de continuidad en Estado II (Cuaderno 240)

Armadura Superior Longitudinal de Losa:

$$A_{sL \text{ ADOP.}} = 20,11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Sep} = 10 \text{ cm}$$

Armadura Superior Transversal de Losa:

$$A_{sT \text{ ADOP.}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing = 12 \text{ mm}$$

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

Armadura Inferior Longitudinal de Losa:

$$A_{iL \text{ ADOP.}} = 20,11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Sep} = 10 \text{ cm}$$

Armadura Inferior Transversal de Losa:

$$A_{iT \text{ ADOP.}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing = 12 \text{ mm}$$

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

Cuantía Armadura Superior Longitudinal:

$$\mu_{\text{SUP}} = 0,01$$

Cuantía Armadura Inferior Longitudinal:

$$\mu_{\text{INF}} = 0,01$$

$$K_b = [0.20 + 6.(\mu_{\text{sup}} + \mu_{\text{inf}})].E.I = 0,321 \text{ .E.I}$$

$$\text{Rigidez en Estado I (E.I)}^I = 1833,3 \text{ t.m}^2/\text{m}$$

$$\text{Rigidez en Estado II (E.I)}^{II} = 587,8 \text{ t.m}^2/\text{m}$$

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

2.2.1. Cálculo de Solicitaciones

a) Momento Inducido por la Rotación del Tablero

En el momento de hormigonar la losa de continuidad ya se han producido las rotaciones debidas a peso propio de las viga principales y losa de tablero.

La rotación máxima en la losa de continuidad se debe al peso de la carpeta de rodamiento y otras sobrecargas permanentes y a la sobrecarga móvil.

Longitud entre Apoyos de Vigas del Puente:	Lp =	24,20	m
Ancho de Calzada:	Ac =	13,50	m
Espesor de Carpeta de Rodamiento:	ec =	0,05	m
Peso Carpeta Rodamiento:	qc =	1,62	t/m
Peso Barandas, Cordones y Defensas:	qo =	0,21	t/m

Aplanadora Tipo: **A-30**

Peso Rodillo Delantero:	Rd =	13,00	t
Peso Rodillo Trasero:	Rt =	17,00	t
Cantidad de Aplanadoras:	Nº =	2	
Coef. de red. Por Cantidad de Aplanadoras =	Cr =	1,00	

Multitud Compacta en Calzada:	qmc =	0,577	t/m ²
Sobrecarga en Vereda:	qsv =	0,400	t/m ²
Ancho de Vereda de Cálculo:	Avc =	1,20	m

Coeficiente de Impacto: **1,229**

Sobrecarga Distribuida en Tablero:	qsc =	10,05	t/m
Carga Rodillos Delanteros:	Rdc =	21,32	t
Carga Rodillos Traseros:	Rtc =	31,15	t

Momento de Inercia de Viga de Tablero (s. comp):	Iv =	0,212	m ⁴
Cantidad de Vigas Longitudinales:	Nº =	8	
Módulo de Elasticidad del Hormigón de Vigas:	E =	3300000	t/m ²

- Rotación por Cargas Permanentes:

Rotación por Carpeta de Rodamiento:	$\theta_1 =$	0,00051	rad	(*)
Rotación por otras Sobrecargas Permanentes:	$\theta_2 =$	0,00007	rad	(*)

(*) Los valores de rotación debidos a cargas permanentes se han calculado con un módulo E reducido a 1/3 para considerar las rotaciones a tiempo infinito.

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

- Rotación por Sobrecargas:

Rotación por Sobrecarga Distribuida: $\theta_3 = 0,00138$ rad
 Rotación por Aplanadoras: $\theta_4 = 0,00045$ rad

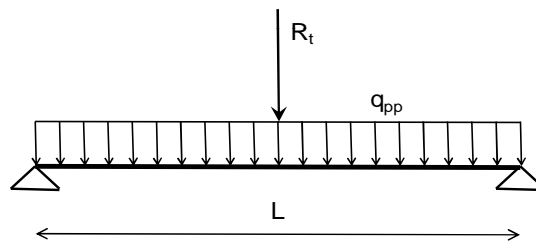
- Rotación por Gateo para Cambio de Apoyos:

Levantamiento Previsto del Puente (Δv) = $\Delta v = 2,00$ cm
 Rotación Gatos: $\theta_5 = 0,00083$ rad

- Rotación Total:

Rotación Total CP + SOB ($\theta_{T1} = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4$): $\theta_{T1} = 0,00241$ rad
 Rotación Total CP + Gatos ($\theta_{T2} = \theta_1 + \theta_2 + \theta_5$): $\theta_{T2} = 0,00141$ rad
 Momento por Rotación del Tablero: $M_\theta = 4,04$ t.m/m

b) Momento por Peso de Losa de Continuidad + Rodillo Trasero de Aplanadora



Longitud de Losa de Continuidad: $L = 1,40$ m
 Peso de Losa + Carpeta de Rodamiento: $q_{pp} = 0,62$ t/m²
 Rodillo Trasero: $R_t = 9,52$ t

Ancho Colaborante a Flexión: $b_{FLEXION} = 1,53$ m
 Ancho Colaborante a Corte: $b_{CORTE} = 1,20$ m
 Momento Inferior en Losa: $M_{INF} = 2,32$ t.m/m
 Corte Máximo en Losa: $V_{MAX} = 8,37$ t/m

c) Coacción y Movimientos Lentos

Fuerza Horizontal por Movimientos Lentos: $H_{LENTO} = 0,00$ t
 Fuerza Horizontal por Frenado: $H_{FRENADO} = 4,50$ t
 Fuerza Horizontal Total: $H_{TOTAL} = 4,50$ t
 Largo de Losa de Continuidad: $L_{LC} = 11,70$ m
 Esfuerzo de Tracción en Losa de Continuidad: $T_{LC} = 0,38$ t/m

Obra: RUTA NACIONAL N°38 - TUCUMÁN
Tramo: Río Marapa (J.B. Alberdi) - Principio Autopista
Sección II: Acc. Aguilares - Acc. Concepción y Acc. a Aguilares por RP N°331

PUENTE sobre el RÍO MEDINA

2.2.2. Cálculo de Armaduras

Altura Útil de Losa:	$d =$	0,18	m		
Armadura Superior Longitudinal Necesaria:	$A_{S_{L_{NEC}}} =$	10,78	cm ² /m		
Armadura Superior Longitudinal Adoptada:	$A_{S_{L_{ADOP}}} =$	20,11	cm ² /m	\Rightarrow	Verifica
Armadura Inferior Longitudinal Necesaria:	$A_{i_{L_{NEC}}} =$	6,23	cm ² /m		
Armadura Inferior Longitudinal Adoptada:	$A_{i_{L_{ADOP}}} =$	20,11	cm ² /m	\Rightarrow	Verifica

2.2.3. Verificación al Corte

Tensión de Corte: $\tau_0 =$ **5,31** kg/cm² < $\tau_{03} =$ **30,00** kg/cm²

Factor de Reducción: $\eta =$ **0,40**
Armadura de Corte Necesaria: $F_{e_{NEC}} =$ **8,85** cm²/m

Armadura de Corte Adoptada: **$F_{e_{ADOP}} = 10,05$ cm²/m** \Rightarrow Verifica

Nº Ramas = **4**
 $\emptyset =$ **8** mm
Sep = **20** cm