INDICE							
Categoría	**Número de Documento**	**Fecha**	**Descripción**	**Observaciones**	**Tomo**	**N° de Folio**	**N° de Folio**
Oficios contratista de obra	CPRS-062-2024	22-oct-2024	Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-5-2024 Observaciones Metodología Volumen IV_V1.		88	17401	17438
Oficios contratista de obra	CPRS-063-2024	22-oct-2024	Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-8-2024 Observaciones Volumen II V0.		88	17439	17504
Oficios contratista de obra	CPRS-064-2024	22-oct-2024	Respuesta a oficio COCS-460-CPRS-C-6-2024 Observaciones a Metodología Volumen V.		88	17505	17530
Oficios contratista de obra	CPRS-065-2024	22-oct-2024	Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-16-2024 Observaciones a la Metodología Volumen VII V1.		88	17531	17541
Oficios contratista de obra	CPRS-066-2024	22-oct-2024	Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-17-2024 Observaciones Metodología Volumen VIII V1.		88	17542	17548
Oficios contratista de obra	CPRS-067-2024	22-oct-2024	Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-18-2024 Observaciones Metodología Volumen IX V1.		88	17549	17557
Oficios contratista de obra	CPRS-068-2024	23-oct-2024	Respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-2-2024 Observaciones a la Metodología Volumen I v1.		88	17558	17585
Oficios contratista de obra	CPRS-069-2024	25-oct-2024	Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-21-2024 Observaciones a la reprogramación de mejoramiento de estudios y diseños.		88	17586	17599
Oficios contratista de obra	CPRS-070-2024	25-oct-2024	Respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-10-2024 Observaciones al Volumen VI v0.		88	17600	17600

17401

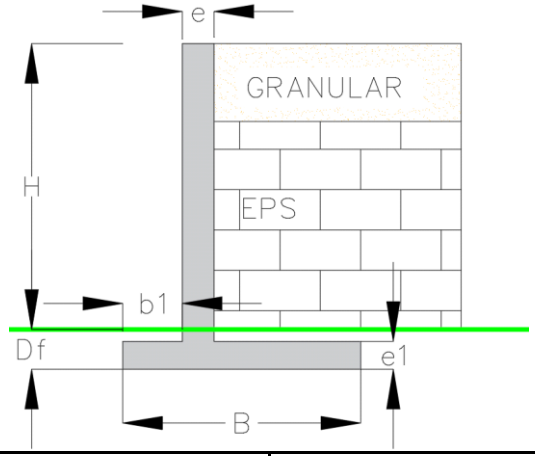
ANALISIS POR VOLCAMIENTO MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELR

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 8

Geometria muro	
H (m)	4.70
Df (m)	0.50
B (m)	3.50
L(m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Suelo Fundación	
γt (kN/m^3)	19
c (kPa)	0
ϕ (°)	27

Geometria Relleno	
h1 (m)	2.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	2.50
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22



Factores de Reducción		Factores de Mayoración	
EV	1.00	EV	1.35
EH	1.50	EH	1.50
DC	0.90	DC	1.25
WA	1.00	WA	1.00
LS	1.75	LS	1.75

Momentos desestabilizantes				Momentos estabilizantes			
Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)	Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)
Relleno	32.9	3.9	128.4	Relleno	115.0	2.1	244.3
EPS	19.6	1.8	35.2	EPS	1.5	2.1	3.2
				Muro 1	26.5	0.6	16.5
				Muro 2	22.7	1.8	39.7

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kN m)	163.7
ϕR_n (kN m)	303.7
FS	1.86
Cumple	

17402

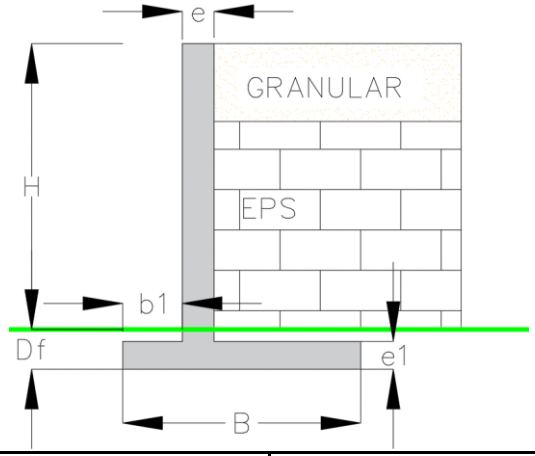
ANALISIS POR VOLCAMIENTO MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELEE

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 8

Geometria muro	
H (m)	4.70
Df (m)	0.50
B (m)	3.50
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Suelo Fundación	
γt (kN/m^3)	19
c (kPa)	0
ϕ (°)	27

Geometria Relleno	
h1 (m)	2.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	2.50
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22



Factores de Reducción		Factores de Mayoración	
EV	1.00	EV	1.00
EH	1.00	EH	1.00
DC	1.00	DC	1.00
WA	1.00	WA	1.00
LS	0.00	LS	0.00

Momentos desestabilizantes				Momentos estabilizantes			
Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)	Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)
Relleno	20.5	3.9	80.1	Relleno	115.0	2.1	244.3
EPS	13.0	1.8	23.5	EPS	1.5	2.1	3.2
				Muro 1	29.4	0.6	18.4
				Muro 2	25.2	1.8	44.1

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kN m)	103.6
ϕR_n (kN m)	310.0
FS	2.99
Cumple	

CAPACIDAD DE CARGA SISTEMA BICAPA METDOLOGÍA CCP-14

Proyecto: Tercer Puente Río Sinú

Apoyo: Margen derecha Bloque 8

ESTRATO SUPERIOR DRENADO

DATOS DE ENTRADA		Según Vesic		Factores de corrección		
B (m)	2.28	Nq	42.92	a. Forma		
L (m)	9.00	Nc	55.63	Cohesión	f_{cs} =	1.195
C (kPa)	0.0	$N\gamma$	66.19	Sobrecarga	f_{qs} =	1.191
ϕ (grados)	37.0	Sobrecarga		Peso propio	$f_{\gamma s}$ =	0.899
Df (m)	0.50	q_0 (kPa)	9.35	b. Profundidad		
Z_{NF} (m)	5.00	γ_T (kN/m^3)	18.70	Cohesión	f_{cd} =	1.000
γ_{1T} (kN/m^3)	18.70	Nivel Freatico		Sobrecarga	f_{qd} =	1.052
γ_{2T} (kN/m^3)	18.70	C_{wq}	1.00	Peso propio	$f_{\gamma d}$ =	1.000
γ_w (kN/m^3)	9.81	C_{wg}	1.00			
				q_n (kPa)		1768.60

ESTRATO INFERIOR NO DRENADO

DATOS DE ENTRADA		Según Vesic		Factores de corrección		
B (m)	2.28	Nq	1.00	a. Forma		
L (m)	9.00	Nc	5.14	Cohesión	f_{cs} =	1.051
Su (kPa)	45.0	$N\gamma$	0.00	Sobrecarga	f_{qs} =	1.000
ϕ (grados)	0.0	Sobrecarga		Peso propio	$f_{\gamma s}$ =	1.000
Df (m)	0.00	q_0 (kPa)	0.00	b. Profundidad		
Z_{NF} (m)	1.60	γ_T (kN/m^3)	17.00	Cohesión	f_{cd} =	1.000
γ_{1T} (kN/m^3)	17.00	Nivel Freatico		Sobrecarga	f_{qd} =	1.000
γ_{2T} (kN/m^3)	17.00	C_{wq}	1.00	Peso propio	$f_{\gamma d}$ =	1.000
γ_w (kN/m^3)	9.81	C_{wg}	0.50			
				q_n (kPa)		243.07

CONSIDERACIONES BICAPA

$H_{critico}$ (m)	5.408
H_{real} (m)	2.900
Hay Bicapa	

K	0.468
q_n (kPa)	749.86

φ_R	0.45
q_R (kPa)	337.44

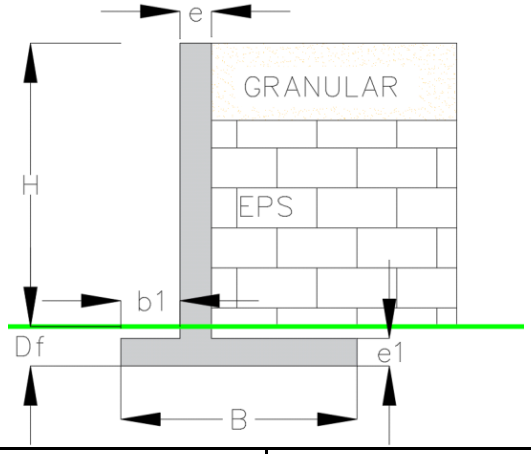
17404

ANALISIS POR CAPACIDAD PORTANTE MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELR

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 8

Geometria muro	
H (m)	4.70
Df (m)	0.50
B (m)	3.50
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Geometria Relleno	
h1 (m)	2.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	2.50
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22



Capacidad Carga		Excentricidad	
EV	1.35	EV	1.00
EH	1.50	EH	1.50
DC	1.25	DC	0.90
WA	1.00	WA	1.00
LS	1.75	LS	1.75

Momentos			
Carga	**Valor (kN)**	**Brazo (m)**	**M (kN m)**
Relleno H	21.9	3.9	85.6
EPS H	13.0	1.8	23.5
Relleno V	8.6	-1.8	-15.0
EPS V	5.1	-1.8	-8.9
Peso lleno	116.5	-0.4	-43.7
Peso Muro 1	29.4	1.1	33.1
Peso Muro 2	25.2	0.0	0.0

Esfuerzos Máximos	
e (m)	0.6
Limite (m)	1.2
Cumple	
ΣV (kN)	246.0
σV(kPa)	108.1

Capacidad Portante	
q_n (kPa)	749.86
φb	0.45
q_R (kPa)	337.44

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kPa)	108.1
ϕR_n (kPa)	337.4
FS	3.12
Cumple	

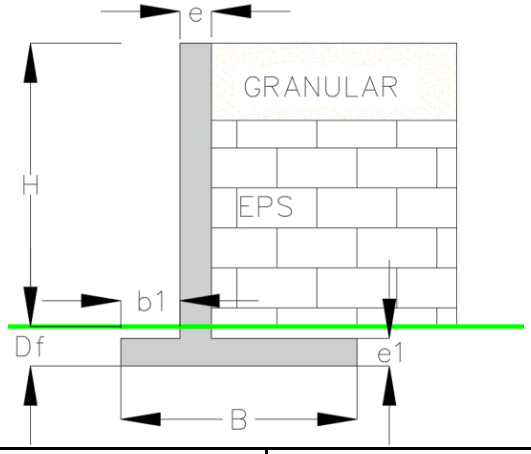
17405

ANALISIS POR CAPACIDAD PORTANTE MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELEE

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 8

Geometria muro	
H (m)	4.70
Df (m)	0.50
B (m)	3.50
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Geometria Relleno	
h1 (m)	2.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	2.50
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22



Capacidad Carga		Excentricidad	
EV	1.00	EV	1.00
EH	1.00	EH	1.00
DC	1.00	DC	1.00
WA	1.00	WA	1.00
LS	0.00	LS	0.00

Momentos			
Carga	**Valor (kN)**	**Brazo (m)**	**M (kN m)**
Relleno H	20.5	3.7	76.6
EPS H	13.0	1.8	23.5
Relleno V	8.0	-1.8	-14.0
EPS V	5.1	-1.8	-8.9
Peso lleno	116.5	-0.4	-43.7
Peso Muro 1	29.4	1.1	33.1
Peso Muro 2	25.2	0.0	0.0

Esfuerzos Máximos	
e (m)	0.4
Limite (m)	1.2
Cumple	
ΣV (kN)	184.2
σV(kPa)	66.3

Capacidad Portante	
q_n (kPa)	749.86
φb	1.00
q_R (kPa)	749.86

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kPa)	66.3
ϕR_n (kPa)	749.9
FS	11.31
Cumple	

ESTABILIDAD INTERNA DE LOS GEOBLOQUES

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 9

Ancho calzada (m)	14.2

CARGAS VIVIAS	
Eje delantero (kN)	20
Eje Sencillo remolque (kN)	80
Eje Tándem remolque (kN)	125

CARACTERISITCAS DE LAS LLANTAS	
Factor de impacto	1.3
Area contacto sencillo (m^2)	0.06
Area contacto doble (m^2)	0.13

CARGA EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS GEOBLOQUES

ESFUERZO VERTICAL CARGA VIVA		
Eje	**Carga (kN)**	**σ_{LL} (kPa)**
Delantero	26.0	0.7
Sencillo	104.0	2.4
Tándem	162.5	3.6

CARGAS MUERTAS		
	Pavimento	**Relleno**
Espesor (m)	0.5	3.2
γt (m)	19.0	19.0
Iz		0.3

ESFUERZO TOTAL		
Eje	**σ_{Total} (kPa)**	**σ_e (kPa)**
Delantero	71.0	85.1
Sencillo	72.7	87.3
Tándem	73.9	88.6

Esfuerzo vertical	**σ_{DL} (kPa)**
Pavimento (kPa)	9.5
Relleno (kPa)	60.8
Otras cargas (kPa)	0.0
Total	**70.3**

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS DENTRO DE LOS GEOBLOQUES EN PROFUNDIDAD EJE TÁNDEM

Z (m)	**σ_{LL} (kPa)**	**σ_{DL} (kPa)**	**Geobloque**	**Resistencia**	**γ_{EPS} (kN/m^3)**	**σ_e (kPa)**

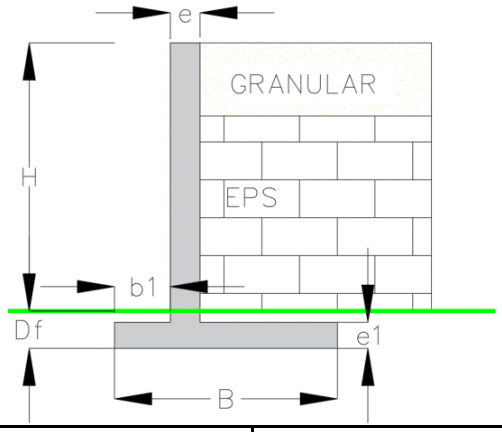
17407

ANALISIS POR DESLIZAMIENTO MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELR

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 9

Geometria muro	
H (m)	3.20
Df (m)	0.50
B (m)	3.00
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Suelo Fundación	
γt (kN/m^3)	19
c (kPa)	0
ϕ (°)	27



Geometria Relleno	
h1 (m)	3.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	0.00
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22

Presión Tierras Activo	
Γ	2.81
$Ka_{relleno}$	0.28
Ka_{EPS}	0.0

Presión Tierras Pasivo	
Kp_{suelo}	2.66
Pp (kN)	25.3

Factores de Mayoración	
EV	1.00
EH	1.50
DC	0.90
WA	1.00
LS	1.75

Factores de Reducción	
φ_τ	0.85
φ_{ep}	0.50

Cargas	
Muerta (kPa)	0.0
Viva (kPa)	10.3
LS (kPa)	18.0

Carga Horizontal	
Relleno (kN)	42.6
EPS (kN)	0.0
EH (kN)	63.9

Cargas Verticales Totales	
Muro (kN)	37.8
Relleno (kN)	136.8
EPS (kN)	0.0
V (kN)	174.6

Resistencia Suelo	
R_τ (kN)	56.7
R_R (kN)	60.9

CALCULO DE EMPUJES

Z(m)	Relleno (kPa)	Carga Viva (kPa)	EPS (kPa)	Empuje Total (kPa)
0.0	0.00	4.96	Relleno	4.96
3.2	16.72	4.96		21.68

Aligerado

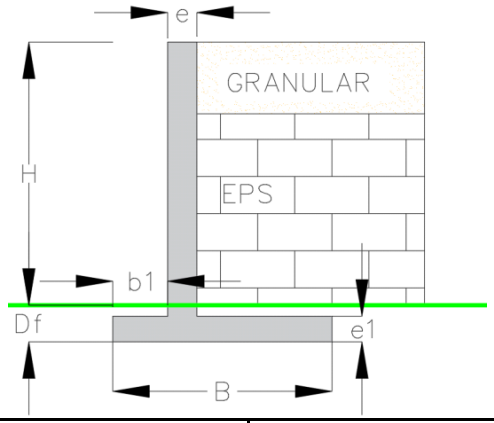
Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kN)	59.5
ϕR_n (kN)	60.9
FS	1.02
Cumple	

ANALISIS POR DESLIZAMIENTO MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELEE

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 9

Geometria muro	
H (m)	3.20
Df (m)	0.50
B (m)	3.00
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Suelo Fundación	
γt (kN/m^3)	19.0
c (kPa)	0
ϕ (°)	27
Aa (g)	0.18



Geometria Relleno	
h1 (m)	3.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	0.00
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22

Presión Tierras Activo	
Γ	2.53
$Ka_{relleno}$	0.48
Ka_{EPS}	0.0

Presión Tierras Pasivo	
Kp_{suelo}	2.66
Pp (kN)	25.3

Factores de Mayoración	
EV	1.00
EH	1.00
DC	1.00
WA	1.00
LS	0.00

Factores de Reducción	
φ_τ	0.90
φ_{ep}	0.90

Cargas	
Muerta (kPa)	0.0
Viva (kPa)	10.3
LS (kPa)	0.0

Carga Horizontal	
Relleno (kN)	46.6
EPS (kN)	0.0
EH (kN)	46.6

Cargas Verticales Totales	
Muro (kN)	42.0
Relleno (kN)	136.8
EPS (kN)	0.0
V (kN)	178.8

Resistencia Suelo	
R_τ (kN)	58.1
R_R (kN)	75.1

CALCULO DE EMPUJES

Z(m)	Relleno (kPa)	Carga Viva (kPa)	EPS (kPa)	Empuje Total (kPa)
0.0	0.00	0.00	Relleno	0.00
3.2	29.13	0.00		29.13

Aligerado

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kN)	43.4
ϕR_n (kN)	75.1
FS	1.73
Cumple	

17409

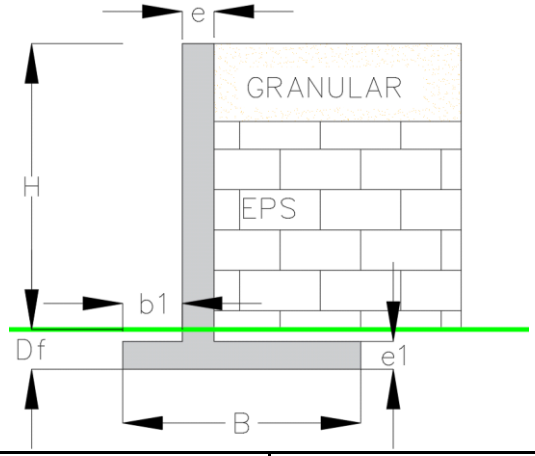
ANALISIS POR VOLCAMIENTO MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELR

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 9

Geometria muro	
H (m)	3.20
Df (m)	0.50
B (m)	3.00
L(m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Suelo Fundación	
γt (kN/m^3)	19
c (kPa)	0
ϕ (°)	27

Geometria Relleno	
h1 (m)	3.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	0.00
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22



Factores de Reducción		Factores de Mayoración	
EV	1.00	EV	1.35
EH	1.50	EH	1.50
DC	0.90	DC	1.25
WA	1.00	WA	1.00
LS	1.75	LS	1.75

Momentos desestabilizantes				Momentos estabilizantes			
Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)	Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)
Relleno	59.5	1.8	105.1	Relleno	136.8	1.9	256.5
EPS	0.0	0.0	0.0	EPS	0.0	1.9	0.0
				Muro 1	18.4	0.6	11.5
				Muro 2	19.4	1.5	29.2

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kN m)	105.1
ϕR_n (kN m)	297.1
FS	2.83
Cumple	

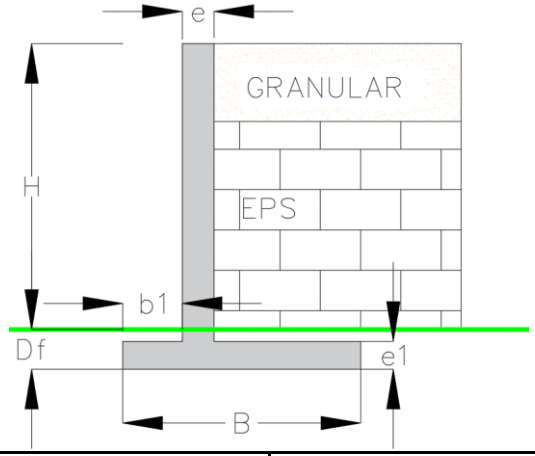
17410

ANALISIS POR VOLCAMIENTO MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELEE

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 9

Geometria muro	
H (m)	3.20
Df (m)	0.50
B (m)	3.00
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30

Suelo Fundación	
γt (kN/m^3)	19
c (kPa)	0
ϕ (°)	27



Geometria Relleno	
h1 (m)	3.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	0.00
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22

Factores de Reducción		Factores de Mayoración	
EV	1.00	EV	1.00
EH	1.00	EH	1.00
DC	1.00	DC	1.00
WA	1.00	WA	1.00
LS	0.00	LS	0.00

Momentos desestabilizantes				Momentos estabilizantes			
Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)	Carga	Valor (kN)	Brazo (m)	Momento (kN m)
Relleno	43.4	1.8	76.6	Relleno	136.8	1.9	256.5
EPS	0.0	0.0	0.0	EPS	0.0	1.9	0.0
				Muro 1	20.4	0.6	12.8
				Muro 2	21.6	1.5	32.4

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kN m)	76.6
ϕR_n (kN m)	301.7
FS	3.94
Cumple	

CAPACIDAD DE CARGA SISTEMA BICAPA METDOLOGÍA CCP-14

Proyecto: Tercer Puente Río Sinú

Apoyo: Margen derecha Bloque 9

ESTRATO SUPERIOR DRENADO

DATOS DE ENTRADA		Según Vesic		Factores de corrección		
B (m)	2.65	Nq	42.92	a. Forma		
L (m)	9.00	Nc	55.63	Cohesión	f_{cs} =	1.227
C (kPa)	0.0	$N\gamma$	66.19	Sobrecarga	f_{qs} =	1.222
ϕ (grados)	37.0	Sobrecarga		Peso propio	$f_{\gamma s}$ =	0.882
Df (m)	0.50	q_0 (kPa)	9.35	b. Profundidad		
Z_{NF} (m)	5.00	γ_T (kN/m^3)	18.70	Cohesión	f_{cd} =	1.000
γ_{1T} (kN/m^3)	18.70	Nivel Freatico		Sobrecarga	f_{qd} =	1.045
γ_{2T} (kN/m^3)	18.70	C_{wq}	1.00	Peso propio	$f_{\gamma d}$ =	1.000
γ_w (kN/m^3)	9.81	C_{wg}	1.00			
				q_n (kPa)		1957.25

ESTRATO INFERIOR NO DRENADO

DATOS DE ENTRADA		Según Vesic		Factores de corrección		
B (m)	2.65	Nq	1.00	a. Forma		
L (m)	9.00	Nc	5.14	Cohesión	f_{cs} =	1.059
Su (kPa)	45.0	$N\gamma$	0.00	Sobrecarga	f_{qs} =	1.000
ϕ (grados)	0.0	Sobrecarga		Peso propio	$f_{\gamma s}$ =	1.000
Df (m)	0.00	q_0 (kPa)	0.00	b. Profundidad		
Z_{NF} (m)	1.60	γ_T (kN/m^3)	17.00	Cohesión	f_{cd} =	1.000
γ_{1T} (kN/m^3)	17.00	Nivel Freatico		Sobrecarga	f_{qd} =	1.000
γ_{2T} (kN/m^3)	17.00	C_{wq}	1.00	Peso propio	$f_{\gamma d}$ =	1.000
γ_w (kN/m^3)	9.81	C_{wg}	0.50			
				q_n (kPa)		244.98

CONSIDERACIONES BICAPA

$H_{critico}$ (m)	6.375
H_{real} (m)	2.900
Hay Bicapa	

K	0.468
q_n (kPa)	666.40

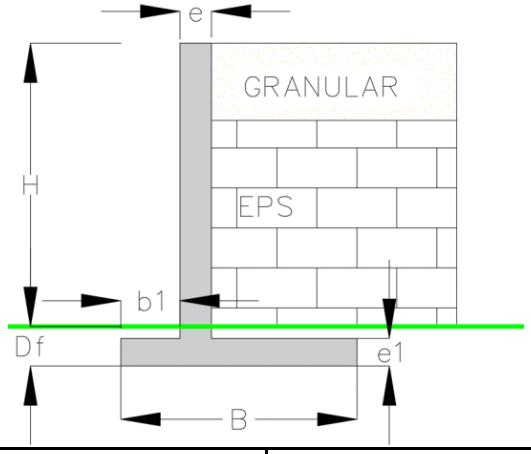
φ_R	0.45
q_R (kPa)	299.88

17412

ANALISIS POR CAPACIDAD PORTANTE MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELR

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 9

Geometria muro	
H (m)	3.20
Df (m)	0.50
B (m)	3.00
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30



Geometria Relleno	
h1 (m)	3.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	0.00
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22

Capacidad Carga		Excentricidad	
EV	1.35	EV	1.00
EH	1.50	EH	1.50
DC	1.25	DC	0.90
WA	1.00	WA	1.00
LS	1.75	LS	1.75

Momentos			
Carga	**Valor (kN)**	**Brazo (m)**	**M (kN m)**
Relleno H	39.7	1.8	70.1
EPS H	0.0	0.0	0.0
Relleno V	15.5	-1.5	-23.3
EPS V	0.0	-1.5	0.0
Peso lleno	136.8	-0.4	-51.3
Peso Muro 1	20.4	0.9	17.9
Peso Muro 2	21.6	0.0	0.0

Esfuerzos Máximos	
e (m)	0.2
Limite (m)	1.0
Cumple	
ΣV (kN)	260.4
σV(kPa)	98.4

Capacidad Portante	
q_n (kPa)	666.40
φb	0.45
q_R (kPa)	299.88

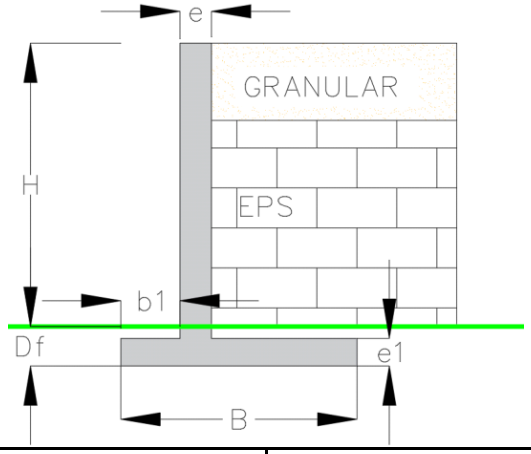
Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kPa)	98.4
ϕR_n (kPa)	299.9
FS	3.05
Cumple	

17413

ANALISIS POR CAPACIDAD PORTANTE MURO CON RELLENO ALIGERADO. ELEE

UBICACIÓN Margen derecha Bloque 9

Geometria muro	
H (m)	3.20
Df (m)	0.50
B (m)	3.00
L (m)	9.00
b1 (m)	0.50
e (m)	0.25
e1 (m)	0.30



Geometria Relleno	
h1 (m)	3.20
$\gamma t_{relleno}$ (kN/m^3)	19.00
c (kPa)	5.00
ϕ (°)	32
δ (°)	21
h2 (m)	0.00
γt_{EPS} (kN/m^3)	0.22

Capacidad Carga		Excentricidad	
EV	1.00	EV	1.00
EH	1.00	EH	1.00
DC	1.00	DC	1.00
WA	1.00	WA	1.00
LS	0.00	LS	0.00

Momentos			
Carga	**Valor (kN)**	**Brazo (m)**	**M (kN m)**
Relleno H	43.4	1.6	68.0
EPS H	0.0	0.0	0.0
Relleno V	17.0	-1.5	-25.4
EPS V	0.0	-1.5	0.0
Peso lleno	136.8	-0.4	-51.3
Peso Muro 1	20.4	0.9	17.9
Peso Muro 2	21.6	0.0	0.0

Esfuerzos Máximos	
e (m)	0.0
Limite (m)	1.0
Cumple	
ΣV (kN)	195.8
σV(kPa)	67.3

Capacidad Portante	
q_n (kPa)	666.40
φb	1.00
q_R (kPa)	666.40

Verificación Deslizamiento	
ΣQ (kPa)	67.3
ϕR_n (kPa)	666.4
FS	9.90
Cumple	

Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-5-2024 Observaciones Metodología Volumen IV_V1.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 22 de octubre de 2024

CPRS-062-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-5-2024 Observaciones Metodología Volumen IV_V1.

Cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente damos respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-5-2024 observaciones a la Metodología de Mejoramiento de Diseños del VOLUMEN IV, para la respectiva revisión por parte de la interventoría

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ANEXO No. 1

RESPUESTA A OBSERVACIONES PLANTEADAS EN EL OFICIO COCS-460-CPRS-C-5-2024

Bogotá, 16 de octubre de 2024
GSI-273-10-CPRS-24

Señores
CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ
Attn. Ingeniero César Triviño
Ciudad

REFERENCIA: MEJORAMIENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA – RESPUESTA A OBSERVACIONES Y COMENTARIOS PLANTEADOS AL VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA, VERSIÓN 1, MEDIANTE OFICIO COCS-460-CPRS-C-5-2024, POR PARTE DE LA INTERVENTORÍA.

En pasados días se recibió el oficio COCS-460-CPRS-C-5-2024, emitido por el Consorcio CI Sinú, con observaciones y comentarios planteados por la Interventoría del proyecto a la Metodología para el Volumen III. Estudio Geología en la Versión 1, las cuales se presentan a continuación:

- **Observación 1.** *"Indicar en el título, que el documento hace referencia a la METODOLOGÍA y que corresponde a la Versión 1".*

Respuesta a observación 1: Se atiende comentario aclarando que el nuevo documento presentado corresponde a la versión 2. Lo anterior atendiendo lo descrito al final del documento de la interventoría.

- **Observación 2.** *"Incluir una tabla de contenido tal y como la presentada para el Volumen II o para el Volumen I de las metodologías, que contenga una introducción, Alcance, objetivos, localización, etc.,,.".*

Respuesta a observación 2: Se adiciona al documento capitulo de introducción, alcance, localización y objetivos.

- **Observación 3.** *"Dado que en respuesta proferida por el contratista en el oficio CPRS-049-2024 a la solicitud de la interventoría de incluir en el informe final del Volumen III, las fotografías aéreas enunciadas en la tabla "**Fotografías aéreas - IGAC. Proyecto Puente Río Sinú. (2024)"** se indica que fue atendida; por tal razón se solicita que sea incluido tal aceptación en la Metodología del Volumen III, cuya redacción aproximada de acuerdo con lo indicado por el*

*contratista sería: "Las fotografías aéreas enunciadas en la tabla "**Fotografías aéreas - IGAC. Proyecto Puente Río Sinú. (2024)"** serán incluidas como anexo en el informe final en el capítulo de fotointerpretación y análisis de dinámica fluvial del río Sinú del cruce del proyecto sobre la corriente", o como a bien considere. Se sugiere que este escrito se ubique inmediatamente después de la tabla mencionada.*

*Respuesta proferida por el contratista a la observación referida: **"Respuesta a Punto 1:** Se atiende observación. Las fotografías aéreas en el proceso de edición del informe están siendo incluidas como figuras en el respectivo capítulo de fotointerpretación y análisis de dinámica fluvial del río Sinú del cruce del proyecto sobre la corriente. También se incluirá como anexo en el informe final.".*

Respuesta a observación 3: Se adiciona un párrafo al documento en Versión 2 de metodología diciendo: "*Las fotografías aéreas usadas como información existente serán incluidas dentro de los anexos del Volumen III Geología. Igualmente, las fotos que sean interpretadas a partir de pares estereoscópicos serán incluidas como figuras en el capítulo de fotointerpretación y análisis de dinámica fluvial del río Sinú del cruce del proyecto sobre la corriente"*.

Cordialmente,

GEOSOLUCIONES SAS

Edgar Forero Muñoz
MSc en Geotecnia

Documento elaborado con el apoyo del ingeniero Carlos Andrés Moreno

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ANEXO No. 2
VOLUMEN IV

CONTRATO No. LP-SIM-024-2023

OBJETO DEL CONTRATO:

CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

METODOLOGÍA VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS - ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES.

VERSIÓN 2

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

BOGOTA D.C, OCTUBRE DE 2024

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
V0	02/08/2024	Elaboración inicial
V1	22/08/2024	Ajustes de acuerdo con observaciones planteadas por Interventoría
V2	11/10/2024	Ajustes de acuerdo con observaciones planteadas por Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1 ENFOQUE METODOLÓGICO 4
2 OBJETIVO DEL ESTUDIO 4
3 ALCANCES 4
4 NORMATIVAS DE REFERENCIA 6
5 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 6
6 ESTRUCTURA DEL INFORME CORRESPONDIENTE AL ESTUDIO 8
7 REVISIÓN DE ANTECEDENTES 8
8 GEOLOGÍA LOCAL 9
9 TRABAJOS DE CAMPO (EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO) 9
10 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN 11
11 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO 11
12 ANÁLISIS GEOTÉCNICO 12
13 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA OBRAS DE CONTENCIÓN Y COMPLEMENTARIAS 19
14 EVALUACIÓN DE CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO 20
15 ZODMES 20
16 ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES PARA OBRAS COMPLEMENTARIAS 21
17 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA CONSTRUCCIÓN 21
18 ENTREGABLES DEL ESTUDIO CON ANEXOS 22

1 ENFOQUE METODOLÓGICO

En el presente documento se relacionan los aspectos relativos a la metodología de diseño dentro de la etapa de consultoría en geotecnia para el estudio de suelos complementario para el diseño de fundaciones de puentes, otras estructuras y obras complementarias. Lo anterior teniendo como lineamientos principales los definidos por el Instituto Nacional de Vías (INV) para estudios en etapa correspondiente a Fase III (Ingeniería de detalle). En primera medida se define el objeto y el alcance correspondiente al estudio en cuestión, y posteriormente se describen las diferentes fases que desde el punto de vista metodológico se encuentran definidas para estudios de este tipo de acuerdo también con los requerimientos previstos por la entidad contratante, y finalmente se tratan los capítulos que se abarcarán dentro del estudio presentando los aspectos generales relacionados con las metodologías de análisis geotécnico a considerar.

2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo principal del estudio a realizar como parte de la consultoría en geotecnia para el estudio de suelos para el tercer puente sobre el Río Sinú consiste en la relación y análisis de la información de referencia, del análisis de los resultados de pruebas y/o ensayos in-situ, de los resultados y análisis de los ensayos de laboratorio, de la interpretación y determinación del modelo geológico geotécnico, la asignación y ajuste de parámetros geotécnicos, el análisis y cálculos de las resistencias del suelo, la estimación de asentamientos y consideraciones de rigidez vertical, así como la presentación de los resultados de análisis de comportamiento frente a carga lateral, además del planteamiento de conclusiones y recomendaciones que se consideren pertinentes para la cimentación del nuevo puente proyectado.

3 ALCANCES

El alcance fundamental de este documento es la presentación de los resultados del estudio de suelos para diseño de cimentaciones del Tercer puente sobre el río Sinú y la evaluación de estabilidad y planteamiento de recomendaciones de obras complementarias correspondientes principalmente a los tramos de acceso a las estructuras. De manera específica se desarrollarán las siguientes actividades como parte de lo requerido por el Instituto Nacional de Vías (INV) para este tipo de estudios:

- ✓ Reconocimiento del sitio de ponteadero previsto para el puente y las estructuras complementarias.

- ✓ Identificación de amenazas y riesgos en el sitio de ponteadero, que puedan afectar a la estructura tanto en etapa de construcción como en etapa de operación del proyecto.

- ✓ Revisión de información de referencia correspondiente principalmente a estudios realizados previamente para puentes proyectados en el mismo sitio de cruce con el río Sinú y específicamente lo concerniente a la exploración del suelo realizada en el área de estudio.

- ✓ Desarrollo de un plan de exploración complementario con la ejecución de perforaciones mecánicas y pruebas in-situ, exploración directa, e investigación con métodos indirectos, exploración geofísica, teniendo presente la ubicación de los apoyos y sus tramos de acceso para la nueva alternativa de proyecto estructural. La ubicación de los sondeos y pruebas en campo responde a lo requerido por la normatividad vigente (CCP-14).

- ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio a muestras recuperadas de perforaciones mecánicas, con el objeto de definir las propiedades y parámetros geomecánicos de interés para la caracterización del subsuelo.

- ✓ Interpretación y elaboración del modelo geológico-geotécnico con la definición de estratos presentes y propiedades geomecánicas respectivas, basándose en los hallazgos hechos del programa de exploración complementaria llevado a cabo.

- ✓ Planteamiento de alternativas de cimentación para cada apoyo del puente, así como de estructuras de contención y obras complementarias, presentando los resultados de análisis geotécnicos que soporten su recomendación.

- ✓ Propuesta de un plan de monitoreo e instrumentación geotécnica con el fin de contar con la información necesaria para identificar procesos que impliquen algún riesgo o amenaza especialmente dentro del período de operación de la estructura del puente.

- ✓ Evaluación de la estabilidad del terreno donde se proyecta la ubicación del puente, incluyendo las zonas donde se ubica la cimentación de los apoyos principales, estribos, tramos de aproximación y cauce del río.

4 NORMATIVAS DE REFERENCIA

Los lineamientos y requerimientos vigentes a la fecha y relacionadas con la estructura a ser construida están contenidas en los siguientes documentos:

4.1 Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14 - Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2014.

4.2 Norma Sismo Resistente - NSR-10. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.

4.3 Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras. Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2012.

5 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Como parte de la elaboración del presente estudio y con el objeto de dar cumplimiento a los alcances definidos para el mismo se tiene previsto el desarrollo de las siguientes actividades para las cuales se presenta la descripción correspondiente.

- ✓ Reconocimiento en campo con visitas al sitio de ponteadero: las visitas de campo se programaron y se han venido realizando con el objetivo fundamental de reconocer las condiciones propias del sitio, para ser tenidas en cuenta dentro de los análisis geotécnicos realizados, así como realizar una programación adecuada de la exploración del suelo complementaria.

- ✓ Revisión de información de referencia: teniendo presente la información correspondiente a los estudios adelantados dentro del contrato INV 1550 de 2021, se realizará una revisión de la misma haciendo énfasis en lo concerniente a la exploración e investigación del suelo llevada a cabo en el año 2022, la cual se tuvo en cuenta dentro de la actividad correspondiente a la interpretación y elaboración del modelo geológico-geotécnico en el sitio de implantación del puente.

- ✓ Identificación de amenazas y riesgos a la estructura de puente: teniendo como marco de referencia principal las condiciones y características del sitio donde se localizará el puente, se definirán las amenazas y riesgos a ser considerados dentro de los análisis geotécnicos a realizar para el planteamiento de obras de cimentación del puente y de sus estructuras complementarias.

- ✓ Exploración e investigación del suelo complementaria: Actualmente se viene desarrollando un programa complementario de exploración e investigación del

suelo, con la ejecución de perforaciones mecánicas, pruebas in-situ con ensayos de piezocono CPTu, recuperación de muestras de suelo, el desarrollo de ensayos de laboratorio en muestras para la caracterización del mismo y exploración geofísica con técnicas de refracción sísmica y análisis de ondas de superficie. Para la ubicación de las perforaciones se ha tenido en cuenta lo requerido en cuanto a su localización por la normativa correspondiente (CCP-14).

- ✓ Interpretación y elaboración del modelo geológico-geotécnico: A partir de la información recolectada desde la revisión de información de referencia existente y así mismo considerando la obtenida del plan de exploración complementario, se realizará la interpretación y elaboración del modelo geológico-geotécnico, teniendo en cuenta igualmente la caracterización geológica del sitio de ponteadero. Para tal fin se definirán las unidades geológicas presentes, las unidades estratigráficas homogéneas y las propiedades geomecánicas de los diferentes materiales.

- ✓ Análisis geotécnicos para planteamiento de alternativas de cimentación para apoyos del puente: Con base en el modelo geológico-geotécnico establecido y la identificación de amenazas y riesgos en el sitio de estudio, se definirá el tipo de cimentación apropiado para los apoyos del puente (pilas centrales y estribos) y para sus estructuras complementarias. Para los diferentes tipos de cimentación se realizarán análisis geotécnicos tendientes a estimar la capacidad de soporte del suelo de fundación, la rigidez y deformabilidad del mismo y el comportamiento frente a carga lateral de los diferentes elementos de fundación. Lo anterior teniendo presente el estado del arte para las diferentes tipologías de análisis, así como los requerimientos planteados en la normativa de referencia correspondiente (CCP-14).

- ✓ Análisis geotécnicos para evaluación de la estabilidad del terreno en el sitio del ponteadero: Igualmente considerando el modelo geológico-geotécnico y las amenazas y riesgos en el sitio de estudio se evaluará la estabilidad de excavaciones temporales (construcción) y permanentes, así como la estabilidad de estructuras de contención con el planteamiento de recomendaciones para su construcción. Lo anterior de igual manera cumpliendo con lo requerido por la normativa de referencia (CCP-14).

- ✓ Propuesta de un plan de monitoreo e instrumentación geotécnica: Se planteará un plan de monitoreo e instrumentación geotécnica cuyo objeto será el brindar la información para la gestión de riesgos y amenazas durante la etapa de construcción y de operación de la estructura del puente.

Para las anteriores actividades se ha previsto la interacción con las diferentes disciplinas involucradas dentro del proyecto (diseño geométrico, topografía, diseño estructural, diseño hidráulico, componente ambiental, etc.), esto con el fin de poder

plantear recomendaciones cuya implementación garantice condiciones adecuadas y seguras para la construcción y operación de la estructura.

6 ESTRUCTURA DEL INFORME CORRESPONDIENTE AL ESTUDIO

Para el informe donde se presentarán los desarrollos de análisis, sus resultados y el planteamiento de recomendaciones, se ha planteado la siguiente estructura de capítulos de acuerdo con los objetivos y alcances previamente definidos:

- ✓ ANTECEDENTES
- ✓ ASPECTOS GEOLÓGICOS
- ✓ TRABAJOS DE CAMPO
- ✓ RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN
- ✓ CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO
- ✓ ANÁLISIS GEOTÉCNICO
- ✓ CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO
- ✓ OBRAS COMPLEMENTARIAS
- ✓ RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

A continuación, se presenta una breve descripción correspondiente a los aspectos generales de cada capítulo incluyendo menciones relacionadas con las metodologías y criterios de análisis que serán considerados en cada uno.

7 REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Dentro de este tópico se realizará la revisión de la siguiente información de referencia, correspondiente a estudios adelantados para el sitio de cruce de interés teniendo como marco los contratos INV #312 de 2016 e INV #1550 de 2021:

- ✓ (INV-Consorcio Monteros, 2016). Contrato INV #312 de 2016 – "Estudios de prefactibilidad de obras para mejorar la movilidad en la avenida circunvalar entre la calle 29 y la calle 55 y para la obra de construcción de un Puente sobre el rio Sinú, entre la comuna 1 y la comuna 3 de la ciudad de Montería Departamento de Córdoba".

- ✓ (INV-Consorcio Puente Sinú FIA, 2022). Contrato INV #1550 de 2021 – "Estudios y diseños para el tercer puente sobre el Río Sinú, Montería, Córdoba. Volumen IV Estudio de suelos para diseño de fundaciones y obras complementarias".

La revisión de esta información tendrá como objeto verificar su potencial uso dentro de las labores de caracterización del subsuelo y de análisis geotécnicos correspondientes al presente estudio.

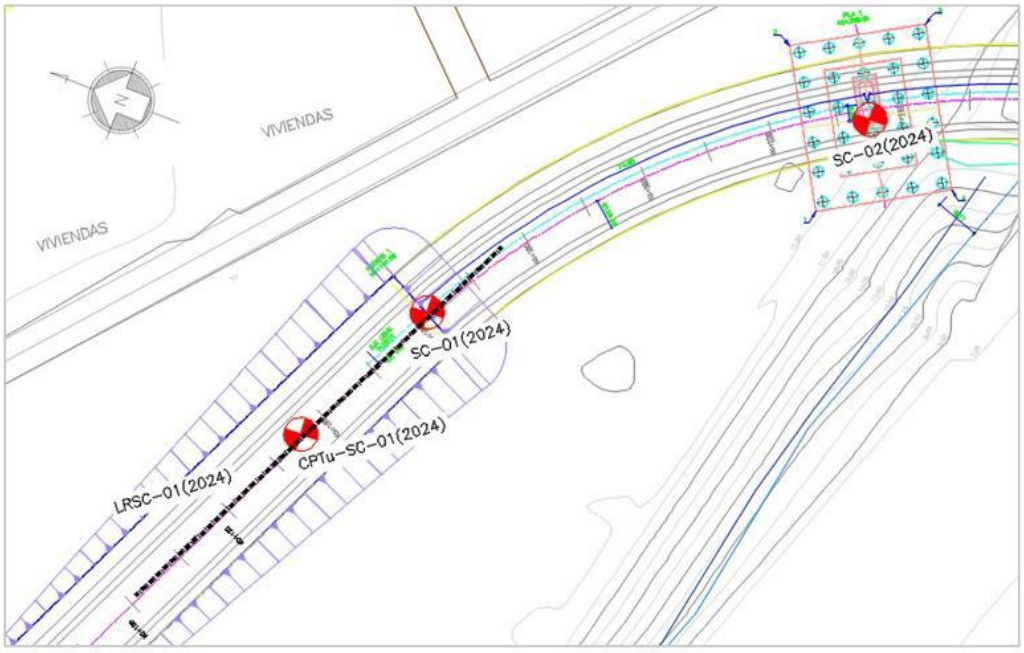
8 GEOLOGÍA LOCAL

Para este capítulo se tendrá en cuenta de igual manera la información relativa al estudio complementario de geología para ingeniería que se viene desarrollando en la actualidad. Se definirán las unidades geológicas y geomorfológicas existentes con su descripción estratigráfica correspondiente y además se revisarán las condiciones de geología estructural para ser tenidas en cuenta dentro de la evaluación de la amenaza sísmica en el sitio de ponteadero.

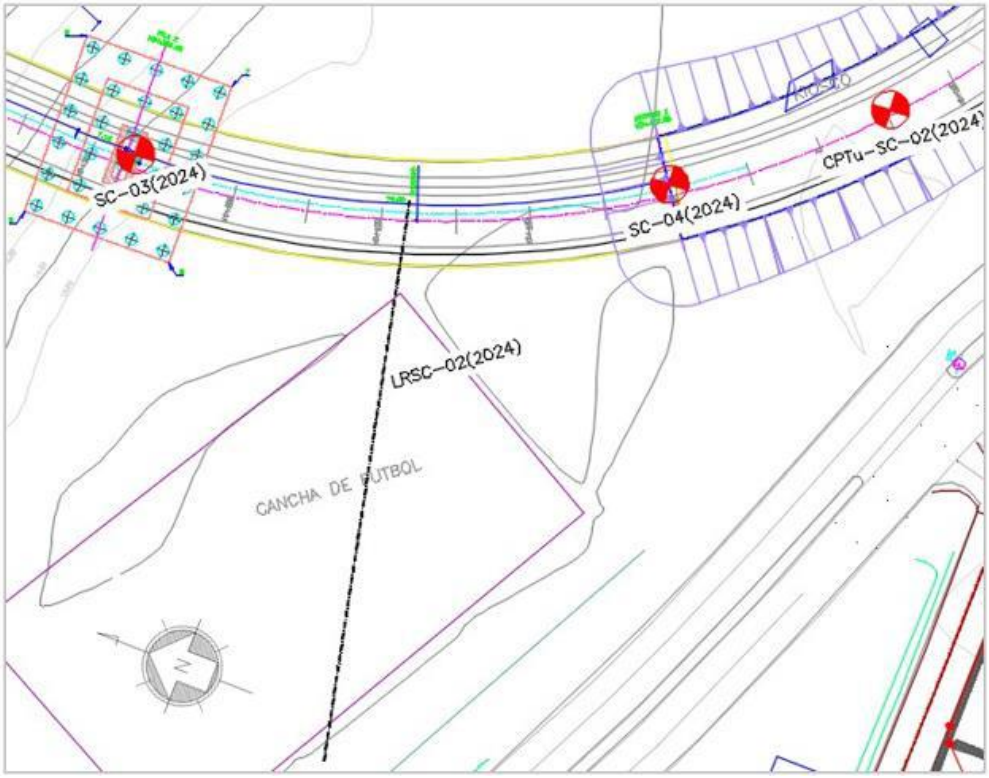
9 TRABAJOS DE CAMPO (EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO)

Con el fin de complementar la información del subsuelo disponible a la fecha se ha planteado y se viene realizando un programa de exploración consistente en exploración directa, con la ejecución de perforaciones mecánicas (4) y ensayos de piezocono CPTu (2), y de exploración directa (geofísica) con el desarrollo de dos líneas de refracción (2), ubicadas en ambas márgenes del sitio de ponteadero. En las siguientes imágenes y tablas se presenta la ubicación de las perforaciones, ensayos y líneas de geofísica previstas en el plan de exploración complementaria:

Ubicación en planta de exploración complementaria – Margen izquierda



Ubicación en planta de exploración complementaria – Margen derecha



Localización perforaciones mecánicas complementarias y profundidad proyectada

Sondeo	Abscisa	Profundidad (m)	Coordenadas (Origen oeste Magna-Sirgas)	
			Este (m)	Norte (m)
SC-01	K0+161.59	40.0	1129944.079	1459525.884
SC-02	K0+235.00	75.0	1129991.329	1459471.642
SC-03	K0+384.48	75.0	1130000.658	1459323.866
SC-04	K0+459.08	40.0	1130018.301	1459254.474
CPTu-SC-01	K0+136.59	30.0	1129921.112	1459538.411
CPTu-SC-02	K0+489.08	30.0	1130036.723	1459229.335

Localización exploración geofísica complementaria

Sondeo	Punto	Longitud (m)	Coordenadas (Origen oeste Magna-Sirgas)	
			Este (m)	Norte (m)
LRSC-01	Inicio	75.0	1129890.796	1459554.602
	Final		1129956.637	1459518.241
LRSC-02	Inicio	75.0	1130005.665	1459287.007
	Final		1129930.802	1459275.403

La información relacionada con los hallazgos en cada sondeo será presentada en este capítulo y será considerada en el capítulo correspondiente a caracterización del subsuelo como se describe más adelante.

10 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

Como parte del trabajo de estudios complementarios que se están desarrollando para la estructura de puente proyectada y teniendo en cuenta también el trabajo articulado que se realizará con el resto de disciplinas y especialidades que intervendrán en el proyecto, se revisarán los resultados del estudio de hidráulica y socavación con el fin de poder considerar los efectos que pueden causar fenómenos de socavación, ligados a la dinámica fluvial del río Sinú, sobre la cimentación de los apoyos del puente y sobre sus estructuras de aproximación. Las recomendaciones del especialista en hidrología e hidráulica serán tenidas en cuenta dentro del análisis y planteamiento final de la cimentación del puente, así como en la proyección de potenciales obras de protección que resulten necesarias.

11 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

Con el fin de determinar las características del subsuelo se describirá el entorno geológico, indicando los tipos de materiales y asociándolos con las unidades geológicas y geomorfológicas existentes, considerando también los resultados de análisis de laboratorio practicados a muestras de suelo y roca obtenidos durante la etapa de exploración del suelo como clasificaciones USC, humedad, contenido de finos, plasticidad, resistencia a la compresión, módulos de elasticidad, compresibilidad, resistencia al corte, etc. Esta información, los resultados de los sondeos de información de referencia y complementarios serán la base para interpretar y proponer un modelo geológico-geotécnico en el sitio de ponteadero y de esta manera poder definir los parámetros de resistencia y compresibilidad de los diferentes estratos hallados.

12 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Dentro de la etapa de análisis geotécnico se revisarán diferentes alternativas de cimentación, evaluando capacidad de carga o portante y asentamientos, recomendando la solución más viable desde el punto de vista de estabilidad ante condiciones de capacidad de carga estáticas y cargas sísmicas; indicando tipo de cimentación, profundidad, dimensiones, etc. Se incluirán gráficas, figuras y metodología de análisis empleada en concordancia con el CCP14 y especificaciones del INVIAS. Se evaluarán coeficientes de reacción se subrasante, curvas P-Y, parámetros geo mecánicos y en concordancia con la amenaza sísmica de acuerdo con los estudios finalmente adoptados y aprobados por la interventoría del proyecto.

En lo que tiene que ver con la determinación de la resistencia del suelo para análisis de cimentación profunda, previéndola como sistema de cimentación para cada uno de los apoyos del puente, se seguirán las recomendaciones para pilotes perforados en suelos cohesivos, suelos no cohesivos y materiales intermedios tipo IGM de acuerdo con los hallazgos de las perforaciones del programa de exploración, siguiendo las metodologías recomendadas en el código CCP14 las cuales se resumen a continuación:

SUELOS COHESIVOS

Resistencia por fricción:

$$R_s = q_s A_s \quad \text{donde} \quad q_s = \propto S_u$$

Donde:

q_s: Resistencia unitaria por fricción
A_s: Área del fuste del pilote
S_u: Resistencia al corte no drenado
$\propto$: Factor de fricción

El valor de $\propto$ se determinará con base en la resistencia al corte no drenado y en la presión atmosférica (P_a) de la siguiente forma:

$$\propto = 0.55 \quad si \quad \frac{S_u}{P_a} \leq 1.5$$

$$\propto = 0.55 - 0.1\left(\frac{S_u}{P_a} - 1.5\right) \quad si \quad 1.5 \leq \frac{S_u}{P_a} \leq 2.5$$

Resistencia por punta:

$$R_p = q_p A_p \qquad donde \qquad q_p = N_c S_u \leq 4.0$$

Donde:

q_p: Resistencia unitaria por punta

A_p: Área de la punta del pilote
S_u: Resistencia al corte no drenado
N_c: Factor de punta

El factor de punta N_c se determinará con la siguiente ecuación:

$$N_c = 6\left(1 + 0.2\frac{z}{D}\right) \leq 9$$

Donde:
z: Profundidad del pilote (m)
D: Diámetro del pilote (m)

SUELOS NO COHESIVOS

Resistencia por fricción:

$$R_s = q_s A_s \quad donde \quad q_s = \beta \sigma'_V$$

Donde:
q_s: Resistencia unitaria por fricción
A_s: Área del fuste del pilote
β: Factor de fricción
σ'_V: Esfuerzo vertical efectivo a mitad de capa

Siendo la anterior ecuación válida solo para valores de β entre 0.25 y 1.20, determinándose con base en el ensayo de penetración estándar, SPT, de la siguiente forma:

✓ Arenas

$$\beta = 1.5 - 7.7\text{x}10^{-4}\sqrt{z} \quad si \quad N_{60} \geq 15\ {}^{golpes}/_{pie}$$

$$\beta = \frac{N_{60}}{15}(1.5 - 7.7\text{x}10^{-4}\sqrt{z}) \quad si \quad N_{60} < 15\ {}^{golpes}/_{pie}$$

✓ Gravas

$$\beta = 2.0 - 0.082z^{0.75} \quad si \quad N_{60} \geq 15\ {}^{golpes}/_{pie}$$

$$\beta = \frac{N_{60}}{15}(1.5 - 7.7\text{x}10^{-4}\sqrt{z}) \quad si \quad N_{60} < 15\ {}^{golpes}/_{pie}$$

Donde:

z: Profundidad del pilote (m)
N_{60}: Resistencia a la Penetración estándar corregida al 60% de energía de referencia (golpes/pie)

Resistencia por punta:

La resistencia por punta depende del Ensayo de Penetración Estándar, y solo es válida para valores de N_{60}≤50 golpes/pie, y se limitó el valor de resistencia por punta a un máximo de 3.0 MPa.

La ecuación usada fue la siguiente:

$$R_p = q_p A_p \quad donde \quad q_p = 0.057 N_{60}$$

Donde:
q_p : Resistencia unitaria por punta
A_p : Área de la punta del pilote
N_{60}: Resistencia a la Penetración Estándar corregida (golpes/pie)

MATERIALES INTERMEDIOS IGM

Resistencia por fricción:

$$R_s = q_s A_s$$

$$K_0 = (1 - seno\emptyset') \left[\frac{0.2 P_a N_{60}}{\sigma'_v}\right]^{seno\emptyset'}$$

$$q_s = \sigma'_v K_0 tan\emptyset'$$

Donde:
f_{max}: Resistencia unitaria por fricción
A_s: Área del fuste del pilote
$\emptyset'$: Ángulo de fricción efectiva del suelo
σ'_V: Esfuerzo vertical efectivo a mitad de capa
K_0: Coeficiente de presión de tierras en reposo de cada capa
P_a: Presión atmosférica
N_{60}: Resistencia a la Penetración estándar corregida al 60% de energía de referencia (golpes/pie)

Resistencia por punta:

$$R_p = q_p A_p$$

$$q_p = 0.59 \left[N_{60} \left(\frac{P_a}{\sigma'_v} \right) \right]^{0.8} \sigma'_v$$

Donde:

q_p: Resistencia unitaria por punta
A_p: Área de la punta del pilote
N_{60}: Resistencia a la Penetración Estándar corregida (golpes/pie)
P_a: Presión atmosférica
σ'_V: Esfuerzo vertical efectivo a nivel de punta del pilote

En cuanto a la determinación de la magnitud de asentamientos en el suelo de fundación se estimarán, en el caso de deformaciones inmediatas o elásticas para suelos cohesivos y no cohesivos, siguiendo los lineamientos de la metodología clásica de análisis elástico teniendo como referencia los valores de módulos de elasticidad (E) y relación de Poisson (m) estimados para los diferentes estratos. El cálculo de asentamientos elásticos se realizará mediante la siguiente expresión, empleando para tal fin las solicitaciones, en estado límite de servicio a compresión axial, definidas por el área de diseño estructural:

$$\Delta H_p = \Delta H_a + \Delta H_{pt}$$

$$\Delta H_a = \sum \Delta H_{s,s} \;\; ; \;\; \Delta H_{s,s} = \frac{P_{av} \Delta L}{A_{av} E_p} \;\; ; \;\; \Delta H_{pt} = \Delta q D \frac{1 - \mu^2}{E_s} m I_s I_F F_1$$

Donde:

ΔH_p: Asentamiento total estimado
ΔH_a: Asentamiento por acortamiento elástico del pilote
ΔH_{pt}: Asentamiento en la punta del pilote
ΔL: Tramo de longitud del pilote
P_{av}: Carga en estado límite de servicio
A_{av}: Área sección transversal del pilote
E_p: Módulo de elasticidad del pilote
Δq: Incremento de carga por solicitación estructural en la punta
E_s: Módulo de deformación del material de fundación
μ: Relación de poisson del material de fundación
mI_s: Factor de forma igual a 1.0
D: Diámetro del pilote
I_F: Factor de empotramiento

$$I_F = 0.55 \text{ si} \frac{L}{D} \leq 5$$

$$I_F = 0.50 \text{ si} \frac{L}{D} > 5$$

F_1: Factor de reducción:

- F_1=0.25 si la proporción de la resistencia por fuste respecto a la total es la más alta
- F_1=0.50 si la proporción de la resistencia por fuste y por punta respecto a la total es similar
- F_1=0.75 si la proporción de la resistencia por punta respecto a la total es la más alta

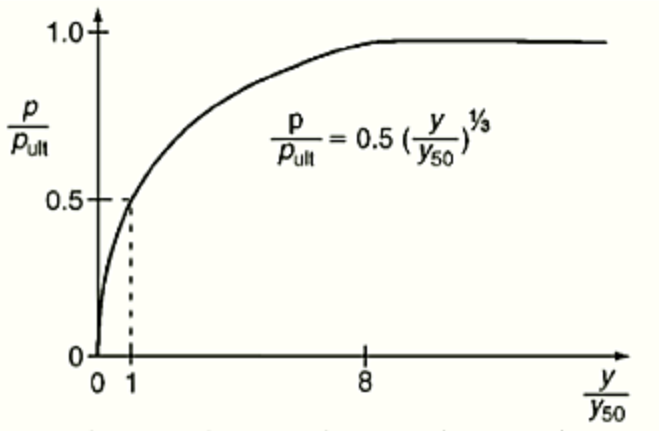
En la eventualidad de hallar estratos correspondientes a suelos cohesivos arcillosos de plasticidad apreciable se determinarán las deformaciones del suelo de fundación diferidas en el tiempo siguiendo la teoría clásica de consolidación (Terzaghi – Peck, 1967), considerando de igual manera y una vez se definan la cantidad de pilotes y las características del grupo de estos elementos que finalmente se adopten como solución de refuerzo. El cálculo de asentamientos se realizará mediante la siguiente expresión:

$$S_T = \text{Cr}\left(\frac{H}{1+e_0}\right)\log\left(\frac{\sigma_p}{\sigma_v'}\right) + \text{Cc}\left(\frac{H}{1+e_0}\right)\log\left(\frac{\sigma_v'+\Delta\sigma_T}{\sigma_p}\right)$$

H = Espesor estrato compresible
Cc = Índice de compresión virgen
Cr = índice de recompresión.
e_0 = relación de vacíos inicial
$\Delta\sigma T$ = Incremento de esfuerzo, en la mitad del estrato compresible.
σv '= Esfuerzo vertical efectivo en la mitad del estrato compresible.
σp'= Esfuerzo de preconsolidación

Para los análisis de resistencia frente a carga lateral, se piensa en determinar curvas de carga lateral-deflexión (p-y) de acuerdo con la naturaleza del suelo en el sitio de estudio con el fin de que sirvan como insumo para determinar la resistencia del suelo frente a este tipo de condición de carga. Para los estratos arcillosos existentes en el sitio de ponteadero se ha previsto realizar la estimación de estas curvas siguiendo la propuesta de Matlock para suelos arcillosos de consistencia blanda a media con presencia de agua (Matlock, 1970):

Curvas p-y para materiales arcillosos de consistencia blanda a media en presencia de agua (Matlock, 1970)



$$\frac{p}{p_{ult}} = 0.5\left(\frac{y}{y_{50}}\right)^{1/3}$$

Donde:

p_{ult}: Resistencia última a carga lateral del suelo, correspondiente al menor de los siguientes valores:

$$p_{ult} = \left[3 + \frac{\gamma}{C_u}z + \frac{J}{D}z\right]C_u D$$

$$p_{ult} = 9C_u D$$

γ: Peso unitario del suelo

z: Profundidad respecto a la superficie

Cu: Resistencia al corte no drenado del suelo

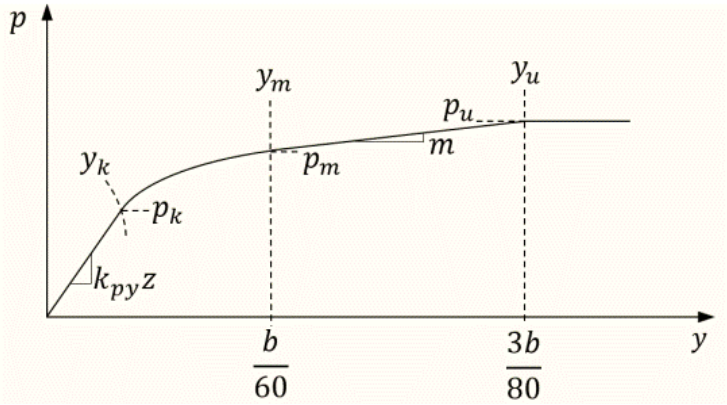
D: Diámetro del pilote

J: Igual a 0.5 para materiales de consistencia blanda y a 0.25 para materiales de consistencia media

y_{50}: Deflexión a la mitad de la resistencia última del suelo=$2.5\varepsilon_{50}D$

Y para los materiales arenosos, se contemplará la propuesta de Reese L. para arenas (Reese L. et. Al, 1974):

Curvas p-y para arenas (Reese L. et. Al, 1974)



p_{ult}: Resistencia última a carga lateral del material rocoso

P_{ult} calculada de la siguiente manera:

$$p_s = \gamma z\left[\frac{K_0 z\tan\varphi\sin\beta}{\tan(\beta+\varphi)\cos\alpha}+\frac{\tan\beta}{\tan(\beta-\varphi)}(b+z\tan\beta\tan\alpha)+K_0 z\tan\beta(\tan\varphi\sin\beta-\tan\alpha)-K_a b\right]$$

$$p_s = K_a b\gamma z(\tan^8\beta-1)+K_0 b\gamma z\tan\varphi\tan^4\beta$$

$$p_u = \overline{As}p_s\ ,\qquad p_m = B_s p_s$$

Donde:

$$\alpha=\frac{\varphi}{2}\ ,\beta=45+\frac{\varphi}{2}\ ,K_0=0.4\ ,K_a=\tan^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)$$

Z_r : profundidad efectiva del pilote
γ : peso unitario del estrato arenoso
φ : Ángulo de fricción del estrato arenoso
b : Diámetro del pilote
K_{py} : Coeficiente de variación de módulo de reacción horizontal

El valor de Kpy requerido se asume de acuerdo con la compacidad del suelo a partir de los valores recomendados en la siguiente tabla:

Valores representativos de Kpy para arenas

Densidad relativa	Suelta	Media	Densa
Valor de Kpy recomendado (MN/m^3)	5.4	16.3	34

Fuente: Reese et. Al. 1974

De acuerdo con la Figura **Curvas p-y para arenas (Reese L. et. Al, 1974)**, la curva se define de la siguiente manera:

- ✓ Entre 0 y y_k la curva se define por $p=(K_{py})z$
- ✓ Entre y_k y y_u la curva se define por $p=Cy(1/n)$
- ✓ Para $y > y_u$ la curva se mantiene constante

13 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA OBRAS DE CONTENCIÓN Y COMPLEMENTARIAS

El análisis de las obras de contención y complementarias se basará en la clasificación del suelo mencionada previamente. Estas obras serán evaluadas en términos de capacidad portante, asentamientos (elásticos y de consolidación), y estabilidad tanto interna como externa. La metodología utilizada para estos análisis será la recomendada por el CCP-14, y se detalla a continuación:

Capacidad Portante.

Teniendo en cuenta que estas obras tendrán una cimentación superficial, se determinará la capacidad portante siguiendo el numeral 10.6.3.1.2 de la CCP-14, empleando la siguiente ecuación:

$$q_R = \varphi_b q_n$$

$$q_n = cN_{cm} + \gamma_q D_f N_{qm} C_{wq} + \frac{1}{2}\gamma_f B N_{\gamma m} C_{w\gamma}$$

Donde:

q_R: Capacidad portante reducida
q_n: Capacidad portante nominal
φ_b: factor de resistencia tomado como 0.45
B: Ancho cimentación
D_f: Profundidad de cimentación
c: Cohesión del suelo
γ_q: Peso unitario por encima de la cota de cimentación
γ_f: Peso unitario del material de fundación
N_{cm}: Factores de corrección por cohesión

N_{qm}: Factores de corrección por sobrecarga
$N_{\gamma m}$: Factores de corrección por fricción

Adicionalmente, teniendo en cuenta que el perfil estratigráfico es conformado por una serie de capas, se tendrá en cuenta las consideraciones del numeral 10.6.3.1.2d del CCP-14 para la evaluación de la capacidad portante en suelos de dos capas.

Asentamientos

La evaluación de asentamientos se realizará utilizando el software Settle 3D de Rocscience. Con este software se podrá calcular las deformaciones elásticas y por consolidación que las obras complementarias podrían generar, empleando la teoría de incremento de esfuerzos de Boussinesq y la teoría de consolidación de Terzaghi y Peck. Ambas teorías son compatibles con lo descrito por el CCP-14 en lo referente a asentamientos.

Estabilidad Interna

Para las obras de contención se tendrá en cuenta lo descrito por la CCP-14 puntualmente en el capitulo 11.6, para los muros de contención se determinará la resistencia a la fricción del muro partiendo de los empujes que puedan generar los rellenos. Estos empujes serán determinados con la metodología de Coulomb y Rankine en caso de usar rellenos granulares convencionales o siguiendo la guía NCHPR Report 529 (Guideline and Recommended Standard for Geofoam Applications in Highway Embankments) para los llenos aligerados.

14 EVALUACIÓN DE CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO

Teniendo en cuenta los requerimientos que se tienen para este tipo de estudios y las características que finalmente se definan para el subsuelo en el sitio de ponteadero, se verificará la posibilidad de comportamientos especiales del suelo de fundación (presencia de suelos orgánicos, expansividad y susceptibilidad a licuación por excitación sísmica). Si se observa potencial para el desarrollo de tales tipos de comportamiento especial se darán las medidas y recomendaciones tendientes a mitigar o controlar su ocurrencia.

15 ZODMES

La identificación de zonas de ZODMES se realiza una búsqueda de sitios constituidos de manera legal en el área de influencia de Montería, y tomando como referencia los estudios precedentes. En caso de no encontrarse se verificará en el informe de geología las zonas propuestas para la colocación de estos materiales y si es necesario se realizarán análisis y recomendaciones para su disposición final.

16 ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES PARA OBRAS COMPLEMENTARIAS

Teniendo presente la necesidad de obras complementarias, especialmente en las zonas de los aproches a los puentes, de acuerdo con las características del trazado y proyecto del puente que defina el área de diseño estructural, se realizarán los análisis geotécnicos para obras como muros de contención y terraplenes que finalmente se requieran, lo anterior en lo relativo a análisis de capacidad de soporte del suelo de fundación, rigidez del suelo de fundación y estabilidad global.

Así mismo para cada apoyo se evaluarán las condiciones de cortes temporales y permanentes para la implantación de los elementos estructurales que harán parte del puente proyectado. Se analizará la estabilidad de dichas excavaciones, considerando los materiales en los que se realicen, proponiendo las obras y recomendaciones para garantizar su estabilidad. Los análisis de estabilidad se realizarán considerando el método de análisis de equilibrio límite, empleando las metodologías de Bishop, Spencer y Morgenstern-Price usando el software Slide v6.0 (Roscience, 2010) y para casos específicos se evaluará la posibilidad de realizar análisis con evaluaciones de deformaciones a través de modelos de esfuerzo-deformación.

17 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA CONSTRUCCIÓN

Se plantearán recomendaciones en torno a los procesos constructivos que se adelanten para las diferentes obras que se proyecten en la estructura teniendo como aspectos principales los siguientes:

- ✓ Recomendaciones relacionadas con el proceso de construcción de la fundación de cada apoyo, de acuerdo con las características del material de cimentación y su entorno geológico.

- ✓ Indicaciones sobre las inclinaciones de los taludes de corte temporales y permanentes, métodos de protección de su superficie y planteamiento de medidas de estabilización de acuerdo con los resultados de evaluaciones de su estabilidad.

- ✓ Recomendaciones relativas a la construcción de las estructuras de aproximación a los estribos del puente (terraplenes, muros de contención). Si es necesario se revisará la necesidad de refuerzo para las estructuras de tierra que se proyecten, el mejoramiento del suelo de fundación, así como la protección frente a fenómenos erosivos que puedan surgir sobre dichas estructuras de tierra. Lo anterior lógicamente considerando las características finales que se definan para el proyecto estructural del puente.

18 ENTREGABLES DEL ESTUDIO CON ANEXOS

De acuerdo con las características del estudio a presentar se tiene prevista la entrega de los siguientes documentos:

- ✓ **Volumen IV** – Estudio de suelos para el diseño de fundaciones del Tercer puente sobre el Río Sinú y estructuras anexas.
- ✓ **Anexo 1.** Planos: Planta-perfil con modelo geológico-geotécnico y ubicación de exploración del suelo, plano con recomendaciones de excavaciones temporales y permanentes para cortes adyacentes a apoyos del viaducto.
- ✓ **Anexo 2.** Trabajos de campo: resultados de exploración directa (información de referencia y exploración complementaria) con resultados de ensayos de laboratorio, exploración indirecta y ensayos de campo.
- ✓ **Anexo 3.** Memorias de cálculo con resultados de análisis geotécnicos (capacidad portante, rigidez vertical y resistencia frente a carga lateral).
- ✓ **Anexo 4.** Especificaciones de construcción.

Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-8-2024 Observaciones Volumen II V0.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 22 de octubre de 2024

CPRS-063-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-8-2024 Observaciones Volumen II V0.

Cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente damos respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-8-2024 observaciones al VOLUMEN II, de la siguiente manera:

"*(…) Anexar el diseño conceptual en InfraWorks para revisión y como complemento del diseño geométrico, igualmente el plano topográfico del mismo, insumos importantes para la estructuración del proyecto. (…)*".

R/ Atendiendo a la observación, en la entrega del Volumen, II ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEGURIDAD VIAL, de la carpeta, II ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, se complementó el Anexo 0 – Diseño Conceptual, donde se incluye el archivo de Infraworks (procesado con la versión 2023) para su debida revisión. Asimismo, en la entrega del Volumen II, en la carpeta II TOPOBATIMETRÍA, se encuentra todo lo relacionado con el estudio topográfico, incluyendo planos y demás anexos.

"*(…) Si bien es cierto que para la velocidad de diseño en vías urbanas no contamos con un manual específico, podemos hacer uso de consulta la guía diseños de vías urbanas Bogotá y vías urbanas de Germán Vélez, ahora bien, teniendo en cuenta que se siguió la práctica convencional y que la vía se considera una arteria secundaría o complementaria, se solicita al Consorcio que justifique la adopción de velocidad de*

60km/h ya que dicho diseño pareciera que conectará con una intersección de alto flujo vehicular, que estamos limitados por el espacio público, además que se presenta 2 curvas circulares opuestas en la transición del puente y que tiene pendientes del más del 6%, lo más recomendable es diseñar con una velocidad menor en pro de la seguridad vial de los usuarios, adicional que esta venga acompañado del diseño definitivo de señalización vial que no fue presentado en dicho entregable. (…)".

R/ Siguiendo la recomendación, se ajustó en el informe de diseño geométrico la velocidad de diseño a 40 km/h y la velocidad específica máxima a 60 km/h, considerando las pendientes longitudinales del corredor, el espacio público y las intersecciones viales. De igual forma, en la entrega del Volumen II ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEGURIDAD VIAL, en la carpeta II ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL, se incluye el Anexo 1, Plano de Señalización Vial, que presenta toda la señalización propuesta para el proyecto vial.

"*(…) Con respecto al vehículo de diseño se solicita verificar si el tránsito atraído por la nueva vía no incluye transporte pesado o transporte masivo que cambie el tipo de vehículo más representativo escogido tipo C3, teniendo en cuenta que es una obra que permitirá mejorar la movilidad y transitabilidad de la ciudad. (…)*".

R/ Tomando en cuenta la recomendación, se verificó el aforo vehicular a través del informe de pavimento y se reconfiguró el vehículo de diseño para el tramo vial, siendo el C2P el más representativo.

"*(…) Incluir en el plano planta-perfil el cuadro de los elementos del alineamiento horizontal. (…)".*

R/ Se atendió la observación y se incluyó el cuadro de los elementos horizontales en el plano planta-perfil.

"(…) Incluir en el plano sección transversal el área de corte y relleno, igualmente representar los taludes de corte y terraplén. (…)".

R/ Se incluyeron las áreas de corte y relleno en las secciones transversales, además de mejorar la representación de los taludes en corte y terraplén. Para más detalles, consulte el Anexo 4 - Plano de Diseño Geométrico.

"(…) Presentar la modelación o simulación del vehículo de diseño para verificar trayectorias y radios de giro. *(…)".*

R/ En el plano Anexo 4.2 Simulación Vehículo, se presenta la trayectoria del vehículo. En lugar de considerar el vehículo de diseño, se tomó en cuenta el vehículo más grande que podría transitar por el tramo vial.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

"(…) No es claro como es el empalme con las vías existentes, no se presenta señalización horizontal y vertical. (…)".

R/ El alcance del proyecto contempla únicamente los accesos al puente y el puente en sí. La solución vial para las intersecciones cercanas deberá ser abordada en proyectos futuros.

"(…) Teniendo en cuenta que el diseño geométrico se realizó a las limitaciones del espacio público y a las recomendaciones dadas por el diseñador estructural, se solicita adjuntar dichas recomendaciones para tener claridad del porqué el trazado escogido en el que se incluyen 2 curvas circulares opuestas en la transición del puente. (…)".

R/ Se ha atendido la observación y se adjuntan las recomendaciones en el capítulo 7 del informe de diseño geométrico, donde se describen las sugerencias del diseñador estructural.

La información ajustada reposa en el siguiente enlace: https://we.tl/t-DJvvmoClkB

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

ANEXO No. 1
CARTERA DE LOCALIZACIÓN SOBRE EL EJE DE LA VÍA PUENTE RÍO SINÚ

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 1 - CARTERA DE LOCALIZACION SOBRE EL EJE DE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Terreno	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho de la vía (m)	Pendiente Longitudinal
K0+040.00	1129838.414	1459586.015	16.556	17.269	7.00	0.00%
K0+045.00	1129842.224	1459582.778	16.564	17.409	7.00	2.80%
K0+050.00	1129846.157	1459579.690	16.592	17.550	7.00	2.82%
K0+055.00	1129850.205	1459576.756	16.377	17.700	7.00	3.00%
K0+060.00	1129854.362	1459573.979	16.255	17.863	7.00	3.26%
K0+065.00	1129858.624	1459571.365	16.190	18.038	7.00	3.50%
K0+070.00	1129862.983	1459568.916	16.226	18.225	7.00	3.74%
K0+075.00	1129867.387	1459566.548	16.252	18.425	7.00	4.00%
K0+080.00	1129871.791	1459564.181	16.204	18.636	7.00	4.22%
K0+085.00	1129876.195	1459561.813	16.154	18.860	7.00	4.48%
K0+090.00	1129880.599	1459559.446	16.176	19.096	7.00	4.72%
K0+095.00	1129885.003	1459557.079	16.223	19.344	7.00	4.96%
K0+100.00	1129889.407	1459554.711	16.257	19.605	7.00	5.22%
K0+105.00	1129893.811	1459552.344	16.281	19.877	7.00	5.44%
K0+110.00	1129898.215	1459549.976	16.302	20.162	7.00	5.70%
K0+115.00	1129902.619	1459547.609	16.314	20.459	7.00	5.94%
K0+120.00	1129907.023	1459545.241	16.300	20.768	7.00	6.18%
K0+125.00	1129911.427	1459542.874	16.279	21.089	7.00	6.42%
K0+130.00	1129915.831	1459540.507	16.282	21.422	7.00	6.66%
K0+135.00	1129920.235	1459538.139	16.299	21.757	7.00	6.70%
K0+140.00	1129924.639	1459535.772	16.338	22.092	7.00	6.70%
K0+145.00	1129929.043	1459533.404	16.310	22.427	7.00	6.70%
K0+150.00	1129933.447	1459531.037	16.283	22.762	7.00	6.70%
K0+155.00	1129937.851	1459528.669	16.314	23.097	7.00	6.70%
K0+160.00	1129942.209	1459526.219	16.358	23.432	7.00	6.70%
K0+165.00	1129946.470	1459523.603	16.366	23.767	7.00	6.70%
K0+170.00	1129950.627	1459520.825	16.364	24.102	7.00	6.70%
K0+175.00	1129954.673	1459517.889	16.380	24.437	7.00	6.70%
K0+180.00	1129958.605	1459514.800	16.354	24.772	7.00	6.70%
K0+185.00	1129962.414	1459511.562	16.336	25.107	7.00	6.70%
K0+190.00	1129966.096	1459508.179	16.376	25.442	7.00	6.70%
K0+195.00	1129969.645	1459504.658	16.392	25.777	7.00	6.70%
K0+200.00	1129973.056	1459501.003	16.403	26.112	7.00	6.70%
K0+205.00	1129976.325	1459497.219	16.418	26.447	7.00	6.70%
K0+210.00	1129979.445	1459493.313	16.445	26.782	7.00	6.70%
K0+215.00	1129982.413	1459489.289	16.473	27.117	7.00	6.70%

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 1 - CARTERA DE LOCALIZACION SOBRE EL EJE DE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Terreno	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho de la vía (m)	Pendiente Longitudinal
K0+220.00	1129985.223	1459485.154	16.508	27.452	7.00	6.70%
K0+225.00	1129987.873	1459480.914	16.556	27.787	7.00	6.70%
K0+230.00	1129990.358	1459476.576	16.600	28.122	7.00	6.70%
K0+235.00	1129992.674	1459472.145	16.586	28.457	7.00	6.70%
K0+240.00	1129994.818	1459467.628	17.169	28.792	7.00	6.70%
K0+245.00	1129996.787	1459463.033	17.321	29.127	7.00	6.70%
K0+250.00	1129998.577	1459458.365	15.608	29.453	7.00	6.52%
K0+255.00	1130000.187	1459453.631	14.088	29.757	7.00	6.08%
K0+260.00	1130001.614	1459448.839	13.146	30.039	7.00	5.64%
K0+265.00	1130002.855	1459443.996	10.648	30.298	7.00	5.18%
K0+270.00	1130003.909	1459439.109	8.893	30.535	7.00	4.74%
K0+275.00	1130004.774	1459434.185	7.054	30.750	7.00	4.30%
K0+280.00	1130005.450	1459429.231	6.986	30.942	7.00	3.84%
K0+285.00	1130005.934	1459424.255	6.936	31.112	7.00	3.40%
K0+290.00	1130006.227	1459419.263	6.805	31.260	7.00	2.96%
K0+295.00	1130006.328	1459414.265	6.654	31.385	7.00	2.50%
K0+300.00	1130006.236	1459409.266	6.545	31.488	7.00	2.06%
K0+305.00	1130005.952	1459404.274	6.900	31.569	7.00	1.62%
K0+310.00	1130005.506	1459399.294	7.782	31.628	7.00	1.18%
K0+315.00	1130005.040	1459394.316	7.974	31.664	7.00	0.72%
K0+320.00	1130004.574	1459389.338	7.694	31.678	7.00	0.28%
K0+325.00	1130004.108	1459384.360	7.415	31.669	7.00	-0.18%
K0+330.00	1130003.643	1459379.381	7.310	31.639	7.00	-0.60%
K0+335.00	1130003.177	1459374.403	7.371	31.586	7.00	-1.06%
K0+340.00	1130002.711	1459369.425	7.597	31.510	7.00	-1.52%
K0+345.00	1130002.246	1459364.446	8.216	31.413	7.00	-1.94%
K0+350.00	1130001.780	1459359.468	8.858	31.293	7.00	-2.40%
K0+355.00	1130001.314	1459354.490	9.488	31.151	7.00	-2.84%
K0+360.00	1130000.849	1459349.512	10.287	30.986	7.00	-3.30%
K0+365.00	1130000.383	1459344.533	11.009	30.800	7.00	-3.72%
K0+370.00	1129999.917	1459339.555	11.636	30.591	7.00	-4.18%
K0+375.00	1129999.452	1459334.577	12.480	30.359	7.00	-4.64%
K0+380.00	1129999.015	1459329.596	13.322	30.105	7.00	-5.08%
K0+385.00	1129998.750	1459324.603	14.107	29.829	7.00	-5.52%
K0+390.00	1129998.678	1459319.604	14.913	29.530	7.00	-5.98%
K0+395.00	1129998.798	1459314.606	15.227	29.209	7.00	-6.42%

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 1 - CARTERA DE LOCALIZACION SOBRE EL EJE DE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Terreno	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho de la vía (m)	Pendiente Longitudinal
K0+400.00	1129999.110	1459309.616	15.454	28.875	7.00	-6.68%
K0+405.00	1129999.614	1459304.642	15.607	28.540	7.00	-6.70%
K0+410.00	1130000.308	1459299.691	15.697	28.205	7.00	-6.70%
K0+415.00	1130001.193	1459294.770	15.764	27.870	7.00	-6.70%
K0+420.00	1130002.266	1459289.887	15.795	27.535	7.00	-6.70%
K0+425.00	1130003.526	1459285.048	15.826	27.200	7.00	-6.70%
K0+430.00	1130004.971	1459280.262	15.854	26.865	7.00	-6.70%
K0+435.00	1130006.599	1459275.535	15.881	26.530	7.00	-6.70%
K0+440.00	1130008.407	1459270.874	16.067	26.195	7.00	-6.70%
K0+445.00	1130010.394	1459266.286	16.097	25.860	7.00	-6.70%
K0+450.00	1130012.555	1459261.777	16.038	25.525	7.00	-6.70%
K0+455.00	1130014.888	1459257.355	16.042	25.190	7.00	-6.70%
K0+460.00	1130017.390	1459253.026	16.358	24.855	7.00	-6.70%
K0+465.00	1130020.056	1459248.797	16.473	24.520	7.00	-6.70%
K0+470.00	1130022.883	1459244.673	16.647	24.185	7.00	-6.70%
K0+475.00	1130025.866	1459240.661	16.815	23.850	7.00	-6.70%
K0+480.00	1130029.002	1459236.767	16.977	23.515	7.00	-6.70%
K0+485.00	1130032.284	1459232.996	16.946	23.180	7.00	-6.70%
K0+490.00	1130035.710	1459229.354	16.784	22.845	7.00	-6.70%
K0+495.00	1130039.273	1459225.846	16.816	22.510	7.00	-6.70%
K0+500.00	1130042.968	1459222.478	16.906	22.175	7.00	-6.70%
K0+505.00	1130046.789	1459219.255	16.981	21.840	7.00	-6.70%
K0+510.00	1130050.732	1459216.181	17.169	21.516	7.00	-6.48%
K0+515.00	1130054.791	1459213.260	17.369	21.205	7.00	-6.22%
K0+520.00	1130058.958	1459210.499	17.358	20.907	7.00	-5.96%
K0+525.00	1130063.229	1459207.899	17.317	20.623	7.00	-5.68%
K0+530.00	1130067.591	1459205.455	17.301	20.352	7.00	-5.42%
K0+535.00	1130071.973	1459203.048	17.290	20.095	7.00	-5.14%
K0+540.00	1130076.356	1459200.641	17.278	19.851	7.00	-4.88%
K0+545.00	1130080.738	1459198.233	17.235	19.620	7.00	-4.62%
K0+550.00	1130085.120	1459195.826	17.176	19.402	7.00	-4.36%
K0+555.00	1130089.503	1459193.418	17.558	19.198	7.00	-4.08%
K0+560.00	1130093.885	1459191.011	18.047	19.007	7.00	-3.82%
K0+565.00	1130098.267	1459188.604	17.662	18.830	7.00	-3.54%
K0+570.00	1130102.649	1459186.196	16.952	18.666	7.00	-3.28%
K0+575.00	1130107.032	1459183.789	17.043	18.515	7.00	-3.02%

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 1 - CARTERA DE LOCALIZACION SOBRE EL EJE DE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Terreno	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho de la vía (m)	Pendiente Longitudinal
K0+580.00	1130111.414	1459181.382	17.144	18.378	7.00	-2.74%
K0+585.00	1130115.796	1459178.974	17.231	18.253	7.00	-2.50%
K0+590.00	1130120.179	1459176.567	17.303	18.142	7.00	-2.22%
K0+595.00	1130124.561	1459174.159	17.347	18.045	7.00	-1.94%
K0+600.00	1130128.943	1459171.752	17.391	17.961	7.00	-1.68%
K0+605.00	1130133.326	1459169.345	17.417	17.890	7.00	-1.42%
K0+610.00	1130137.708	1459166.937	17.442	17.832	7.00	-1.16%
K0+615.00	1130142.090	1459164.530	17.436	17.788	7.00	-0.88%
K0+620.00	1130146.472	1459162.123	17.418	17.757	7.00	-0.62%
K0+625.00	1130150.855	1459159.715	17.324	17.738	7.00	-0.38%
K0+630.00	1130155.254	1459157.338	17.230	17.723	7.00	-0.30%
K0+635.00	1130159.724	1459155.100	17.324	17.708	7.00	-0.30%
K0+640.00	1130164.267	1459153.012	17.253	17.693	7.00	-0.30%

ANEXO No. 2
CARTERA DE CONTROL DE BORDES

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 2 CARTERA DE CONTROL DE BORDES SOBRE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

BORDE IZQUIERDO (A NIVEL DE RODADURA)				EJE DE LA VIA (A NIVEL DE RODADURA)				BORDE DERECHO (A NIVEL DE RODADURA)			
Pendiente Longitudinal (%)	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho Media Banca (m)	Bombeo (%)	Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Rodadura	Bombeo (%)	Ancho Media Banca (m)	Cota a Nivel de Rodadura	Pendiente Longitudinal (%)
0.00%	16.999	4.50	-6.00%	K0+040.00	1129838.414	1459586.014	17.269	6.00%	4.50	17.539	0.00%
2.80%	17.139	4.50	-6.00%	K0+045.00	1129842.224	1459582.778	17.409	6.00%	4.50	17.679	2.80%
2.82%	17.280	4.50	-6.00%	K0+050.00	1129846.157	1459579.690	17.550	6.00%	4.50	17.820	2.82%
3.00%	17.430	4.50	-6.00%	K0+055.00	1129850.205	1459576.756	17.700	6.00%	4.50	17.970	3.00%
3.58%	17.609	4.50	-5.64%	K0+060.00	1129854.362	1459573.979	17.863	5.67%	4.50	18.118	2.96%
4.24%	17.821	4.50	-4.82%	K0+065.00	1129858.624	1459571.364	18.038	4.82%	4.50	18.255	2.74%
4.50%	18.046	4.50	-3.98%	K0+070.00	1129862.983	1459568.916	18.225	4.00%	4.50	18.405	3.00%
4.74%	18.283	4.50	-3.16%	K0+075.00	1129867.387	1459566.548	18.425	3.16%	4.50	18.567	3.24%
4.98%	18.532	4.50	-2.31%	K0+080.00	1129871.791	1459564.181	18.636	2.33%	4.50	18.741	3.48%
4.76%	18.770	4.50	-2.00%	K0+085.00	1129876.195	1459561.813	18.860	1.49%	4.50	18.927	3.72%
4.72%	19.006	4.50	-2.00%	K0+090.00	1129880.599	1459559.446	19.096	0.67%	4.50	19.126	3.98%
4.96%	19.254	4.50	-2.00%	K0+095.00	1129885.003	1459557.079	19.344	-0.18%	4.50	19.336	4.20%
5.22%	19.515	4.50	-2.00%	K0+100.00	1129889.407	1459554.711	19.605	-1.02%	4.50	19.559	4.46%
5.44%	19.787	4.50	-2.00%	K0+105.00	1129893.811	1459552.344	19.877	-1.84%	4.50	19.794	4.70%
5.70%	20.072	4.50	-2.00%	K0+110.00	1129898.215	1459549.976	20.162	-2.00%	4.50	20.072	5.56%
5.94%	20.369	4.50	-2.00%	K0+115.00	1129902.619	1459547.609	20.459	-2.00%	4.50	20.369	5.94%
6.32%	20.685	4.50	-1.84%	K0+120.00	1129907.023	1459545.241	20.768	-2.00%	4.50	20.678	6.18%
7.18%	21.044	4.50	-1.00%	K0+125.00	1129911.427	1459542.874	21.089	-2.00%	4.50	20.999	6.42%
7.40%	21.414	4.50	-0.18%	K0+130.00	1129915.831	1459540.507	21.422	-2.00%	4.50	21.332	6.66%
7.44%	21.786	4.50	0.64%	K0+135.00	1129920.235	1459538.139	21.757	-2.00%	4.50	21.667	6.70%
7.46%	22.159	4.50	1.49%	K0+140.00	1129924.639	1459535.772	22.092	-2.00%	4.50	22.002	6.70%
7.44%	22.531	4.50	2.31%	K0+145.00	1129929.043	1459533.404	22.427	-2.33%	4.50	22.322	6.40%
7.46%	22.904	4.50	3.16%	K0+150.00	1129933.447	1459531.037	22.762	-3.18%	4.50	22.619	5.94%
7.44%	23.276	4.50	3.98%	K0+155.00	1129937.851	1459528.669	23.097	-4.00%	4.50	22.917	5.96%
7.46%	23.649	4.50	4.82%	K0+160.00	1129942.209	1459526.219	23.432	-4.85%	4.50	23.214	5.94%
7.44%	24.021	4.50	5.64%	K0+165.00	1129946.470	1459523.603	23.767	-5.67%	4.50	23.512	5.96%
7.02%	24.372	4.50	6.00%	K0+170.00	1129950.626	1459520.825	24.102	-6.00%	4.50	23.832	6.40%
6.70%	24.707	4.50	6.00%	K0+175.00	1129954.673	1459517.889	24.437	-6.00%	4.50	24.167	6.70%
6.70%	25.042	4.50	6.00%	K0+180.00	1129958.605	1459514.800	24.772	-6.00%	4.50	24.502	6.70%

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 2 CARTERA DE CONTROL DE BORDES SOBRE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

BORDE IZQUIERDO (A NIVEL DE RODADURA)				EJE DE LA VIA (A NIVEL DE RODADURA)				BORDE DERECHO (A NIVEL DE RODADURA)			
Pendiente Longitudinal (%)	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho Media Banca (m)	Bombeo (%)	Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Rodadura	Bombeo (%)	Ancho Media Banca (m)	Cota a Nivel de Rodadura	Pendiente Longitudinal (%)
6.70%	25.377	4.50	6.00%	K0+185.00	1129962.414	1459511.561	25.107	-6.00%	4.50	24.837	6.70%
6.70%	25.712	4.50	6.00%	K0+190.00	1129966.096	1459508.179	25.442	-6.00%	4.50	25.172	6.70%
6.70%	26.047	4.50	6.00%	K0+195.00	1129969.645	1459504.658	25.777	-6.00%	4.50	25.507	6.70%
6.70%	26.382	4.50	6.00%	K0+200.00	1129973.056	1459501.003	26.112	-6.00%	4.50	25.842	6.70%
6.70%	26.717	4.50	6.00%	K0+205.00	1129976.325	1459497.219	26.447	-6.00%	4.50	26.177	6.70%
6.70%	27.052	4.50	6.00%	K0+210.00	1129979.445	1459493.313	26.782	-6.00%	4.50	26.512	6.70%
6.70%	27.387	4.50	6.00%	K0+215.00	1129982.413	1459489.289	27.117	-6.00%	4.50	26.847	6.70%
6.70%	27.722	4.50	6.00%	K0+220.00	1129985.223	1459485.154	27.452	-6.00%	4.50	27.182	6.70%
6.70%	28.057	4.50	6.00%	K0+225.00	1129987.873	1459480.914	27.787	-6.00%	4.50	27.517	6.70%
6.70%	28.392	4.50	6.00%	K0+230.00	1129990.358	1459476.576	28.122	-6.00%	4.50	27.852	6.70%
6.70%	28.727	4.50	6.00%	K0+235.00	1129992.674	1459472.145	28.457	-6.00%	4.50	28.187	6.70%
6.70%	29.062	4.50	6.00%	K0+240.00	1129994.818	1459467.628	28.792	-6.00%	4.50	28.522	6.70%
6.70%	29.397	4.50	6.00%	K0+245.00	1129996.787	1459463.033	29.127	-6.00%	4.50	28.857	6.70%
6.52%	29.723	4.50	6.00%	K0+250.00	1129998.577	1459458.365	29.453	-6.00%	4.50	29.183	6.52%
6.08%	30.027	4.50	6.00%	K0+255.00	1130000.187	1459453.631	29.757	-6.00%	4.50	29.487	6.08%
5.64%	30.309	4.50	6.00%	K0+260.00	1130001.614	1459448.839	30.039	-6.00%	4.50	29.769	5.64%
5.18%	30.568	4.50	6.00%	K0+265.00	1130002.855	1459443.996	30.298	-6.00%	4.50	30.028	5.18%
4.74%	30.805	4.50	6.00%	K0+270.00	1130003.909	1459439.109	30.535	-6.00%	4.50	30.265	4.74%
4.30%	31.020	4.50	6.00%	K0+275.00	1130004.774	1459434.185	30.750	-6.00%	4.50	30.480	4.30%
3.84%	31.212	4.50	6.00%	K0+280.00	1130005.450	1459429.231	30.942	-6.00%	4.50	30.672	3.84%
3.40%	31.382	4.50	6.00%	K0+285.00	1130005.934	1459424.255	31.112	-6.00%	4.50	30.842	3.40%
2.96%	31.530	4.50	6.00%	K0+290.00	1130006.227	1459419.263	31.260	-6.00%	4.50	30.990	2.96%
2.50%	31.655	4.50	6.00%	K0+295.00	1130006.327	1459414.265	31.385	-6.00%	4.50	31.115	2.50%
1.52%	31.731	4.50	5.40%	K0+300.00	1130006.236	1459409.266	31.488	-5.38%	4.50	31.246	2.62%
1.04%	31.783	4.50	4.76%	K0+305.00	1130005.952	1459404.274	31.569	-4.76%	4.50	31.355	2.18%
0.60%	31.813	4.50	4.11%	K0+310.00	1130005.505	1459399.294	31.628	-4.13%	4.50	31.442	1.74%
0.14%	31.820	4.50	3.47%	K0+315.00	1130005.040	1459394.316	31.664	-3.49%	4.50	31.507	1.30%
-0.30%	31.805	4.50	2.82%	K0+320.00	1130004.574	1459389.338	31.678	-2.84%	4.50	31.550	0.86%
-0.74%	31.768	4.50	2.20%	K0+325.00	1130004.108	1459384.359	31.669	-2.20%	4.50	31.570	0.40%

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 2 CARTERA DE CONTROL DE BORDES SOBRE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

BORDE IZQUIERDO (A NIVEL DE RODADURA)				EJE DE LA VIA (A NIVEL DE RODADURA)				BORDE DERECHO (A NIVEL DE RODADURA)			
Pendiente Longitudinal (%)	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho Media Banca (m)	Bombeo (%)	Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Rodadura	Bombeo (%)	Ancho Media Banca (m)	Cota a Nivel de Rodadura	Pendiente Longitudinal (%)
-1.18%	31.709	4.50	1.56%	K0+330.00	1130003.643	1459379.381	31.639	-1.58%	4.50	31.568	-0.04%
-1.64%	31.627	4.50	0.91%	K0+335.00	1130003.177	1459374.403	31.586	-0.93%	4.50	31.544	-0.48%
-2.08%	31.523	4.50	0.29%	K0+340.00	1130002.711	1459369.425	31.510	-0.27%	4.50	31.498	-0.92%
-2.52%	31.397	4.50	-0.36%	K0+345.00	1130002.246	1459364.446	31.413	0.36%	4.50	31.429	-1.38%
-2.96%	31.249	4.50	-0.98%	K0+350.00	1130001.780	1459359.468	31.293	1.00%	4.50	31.338	-1.82%
-3.42%	31.078	4.50	-1.62%	K0+355.00	1130001.314	1459354.490	31.151	1.62%	4.50	31.224	-2.28%
-3.86%	30.885	4.50	-2.24%	K0+360.00	1130000.849	1459349.512	30.986	2.27%	4.50	31.088	-2.72%
-4.32%	30.669	4.50	-2.91%	K0+365.00	1130000.383	1459344.533	30.800	2.89%	4.50	30.930	-3.16%
-4.76%	30.431	4.50	-3.56%	K0+370.00	1129999.917	1459339.555	30.591	3.53%	4.50	30.750	-3.60%
-5.20%	30.171	4.50	-4.18%	K0+375.00	1129999.452	1459334.577	30.359	4.18%	4.50	30.547	-4.06%
-5.66%	29.888	4.50	-4.82%	K0+380.00	1129999.015	1459329.596	30.105	4.82%	4.50	30.322	-4.50%
-6.08%	29.584	4.50	-5.44%	K0+385.00	1129998.750	1459324.603	29.829	5.47%	4.50	30.075	-4.94%
-6.48%	29.260	4.50	-6.00%	K0+390.00	1129998.678	1459319.604	29.530	6.00%	4.50	29.800	-5.50%
-6.42%	28.939	4.50	-6.00%	K0+395.00	1129998.798	1459314.606	29.209	6.00%	4.50	29.479	-6.42%
-6.68%	28.605	4.50	-6.00%	K0+400.00	1129999.110	1459309.616	28.875	6.00%	4.50	29.145	-6.68%
-6.70%	28.270	4.50	-6.00%	K0+405.00	1129999.613	1459304.642	28.540	6.00%	4.50	28.810	-6.70%
-6.70%	27.935	4.50	-6.00%	K0+410.00	1130000.308	1459299.691	28.205	6.00%	4.50	28.475	-6.70%
-6.70%	27.600	4.50	-6.00%	K0+415.00	1130001.192	1459294.770	27.870	6.00%	4.50	28.140	-6.70%
-6.70%	27.265	4.50	-6.00%	K0+420.00	1130002.265	1459289.886	27.535	6.00%	4.50	27.805	-6.70%
-6.70%	26.930	4.50	-6.00%	K0+425.00	1130003.525	1459285.048	27.200	6.00%	4.50	27.470	-6.70%
-6.70%	26.595	4.50	-6.00%	K0+430.00	1130004.971	1459280.262	26.865	6.00%	4.50	27.135	-6.70%
-6.70%	26.260	4.50	-6.00%	K0+435.00	1130006.599	1459275.535	26.530	6.00%	4.50	26.800	-6.70%
-6.70%	25.925	4.50	-6.00%	K0+440.00	1130008.407	1459270.874	26.195	6.00%	4.50	26.465	-6.70%
-6.70%	25.590	4.50	-6.00%	K0+445.00	1130010.394	1459266.285	25.860	6.00%	4.50	26.130	-6.70%
-6.70%	25.255	4.50	-6.00%	K0+450.00	1130012.555	1459261.777	25.525	6.00%	4.50	25.795	-6.70%
-6.70%	24.920	4.50	-6.00%	K0+455.00	1130014.888	1459257.355	25.190	6.00%	4.50	25.460	-6.70%
-6.70%	24.585	4.50	-6.00%	K0+460.00	1130017.390	1459253.026	24.855	6.00%	4.50	25.125	-6.70%
-5.50%	24.310	2.40	-12.83%	K0+465.00	1130024.986	1459252.039	24.618	1.19%	9.40	24.730	-7.90%
-6.70%	23.975	2.40	-12.83%	K0+470.00	1130027.685	1459248.102	24.283	1.19%	9.40	24.395	-6.70%

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 2 CARTERA DE CONTROL DE BORDES SOBRE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

BORDE IZQUIERDO (A NIVEL DE RODADURA)				EJE DE LA VIA (A NIVEL DE RODADURA)				BORDE DERECHO (A NIVEL DE RODADURA)			
Pendiente Longitudinal (%)	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho Media Banca (m)	Bombeo (%)	Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Rodadura	Bombeo (%)	Ancho Media Banca (m)	Cota a Nivel de Rodadura	Pendiente Longitudinal (%)
-6.70%	23.640	2.40	-12.83%	K0+475.00	1130030.532	1459244.272	23.948	1.19%	9.40	24.060	-6.70%
-6.70%	23.305	2.40	-12.83%	K0+480.00	1130033.525	1459240.554	23.613	1.19%	9.40	23.725	-6.70%
-6.70%	22.970	2.40	-12.83%	K0+485.00	1130036.659	1459236.955	23.278	1.19%	9.40	23.390	-6.70%
-6.70%	22.635	2.40	-12.83%	K0+490.00	1130039.929	1459233.478	22.943	1.19%	9.40	23.055	-6.70%
-6.70%	22.300	2.40	-12.84%	K0+495.00	1130043.330	1459230.129	22.608	1.19%	9.40	22.720	-6.70%
-6.70%	21.965	2.40	-12.83%	K0+500.00	1130046.858	1459226.914	22.273	1.19%	9.40	22.385	-6.70%
-6.70%	21.630	2.40	-12.83%	K0+505.00	1130050.506	1459223.837	21.938	1.19%	9.40	22.050	-6.70%
-6.48%	21.306	2.40	-12.83%	K0+510.00	1130054.270	1459220.903	21.614	1.19%	9.40	21.726	-6.48%
-6.22%	20.995	2.40	-12.83%	K0+515.00	1130058.144	1459218.115	21.303	1.19%	9.40	21.415	-6.22%
-5.52%	20.719	2.40	-11.91%	K0+520.00	1130062.123	1459215.479	21.005	0.97%	9.40	21.096	-6.38%
-5.10%	20.464	2.40	-10.71%	K0+525.00	1130066.199	1459212.997	20.721	0.65%	9.40	20.782	-6.28%
-4.84%	20.222	2.40	-9.50%	K0+530.00	1130070.432	1459210.627	20.450	0.34%	9.40	20.482	-6.00%
-4.56%	19.994	2.40	-8.29%	K0+535.00	1130074.814	1459208.219	20.193	0.03%	9.40	20.196	-5.72%
-4.30%	19.779	2.40	-7.08%	K0+540.00	1130079.196	1459205.812	19.949	-0.29%	9.40	19.922	-5.48%
-4.58%	19.550	2.40	-7.00%	K0+545.00	1130083.579	1459203.405	19.718	-0.60%	9.40	19.662	-5.20%
-4.36%	19.332	2.40	-7.00%	K0+550.00	1130087.961	1459200.997	19.500	-0.89%	9.40	19.416	-4.92%
-4.08%	19.128	2.40	-7.00%	K0+555.00	1130092.343	1459198.590	19.296	-1.21%	9.40	19.182	-4.68%
-3.82%	18.937	2.40	-7.00%	K0+560.00	1130096.726	1459196.182	19.105	-1.52%	9.40	18.962	-4.40%
-3.54%	18.760	2.40	-7.00%	K0+565.00	1130101.108	1459193.775	18.928	-1.79%	9.40	18.760	-4.04%
-3.28%	18.596	2.40	-7.00%	K0+570.00	1130105.490	1459191.367	18.764	-1.79%	9.40	18.596	-3.28%
-3.02%	18.445	2.40	-7.00%	K0+575.00	1130109.872	1459188.960	18.613	-1.79%	9.40	18.445	-3.02%
-2.74%	18.308	2.40	-7.00%	K0+580.00	1130114.255	1459186.553	18.476	-1.79%	9.40	18.308	-2.74%
-2.50%	18.183	2.40	-7.00%	K0+585.00	1130118.637	1459184.145	18.351	-1.79%	9.40	18.183	-2.50%
-2.22%	18.072	2.40	-7.04%	K0+590.00	1130123.019	1459181.738	18.241	-1.80%	9.40	18.072	-2.22%
-1.94%	17.975	2.40	-7.00%	K0+595.00	1130127.402	1459179.330	18.143	-1.52%	9.40	18.000	-1.44%
-1.68%	17.891	2.40	-7.00%	K0+600.00	1130131.784	1459176.923	18.059	-1.21%	9.40	17.945	-1.10%
-1.42%	17.820	2.40	-7.00%	K0+605.00	1130136.166	1459174.516	17.988	-0.90%	9.40	17.903	-0.84%
-1.16%	17.762	2.40	-7.00%	K0+610.00	1130140.548	1459172.108	17.930	-0.60%	9.40	17.874	-0.58%
-0.92%	17.716	2.40	-7.00%	K0+615.00	1130144.931	1459169.701	17.884	-0.27%	9.40	17.859	-0.30%

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	**CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA**	Alcaldía de MONTERÍA

ANEXO 2 CARTERA DE CONTROL DE BORDES SOBRE LA VIA PUENTE RÍO SINÚ.

BORDE IZQUIERDO (A NIVEL DE RODADURA)				EJE DE LA VIA (A NIVEL DE RODADURA)				BORDE DERECHO (A NIVEL DE RODADURA)			
Pendiente Longitudinal (%)	Cota a Nivel de Rodadura	Ancho Media Banca (m)	Bombeo (%)	Abscisa	Este	Norte	Cota a Nivel de Rodadura	Bombeo (%)	Ancho Media Banca (m)	Cota a Nivel de Rodadura	Pendiente Longitudinal (%)
-1.20%	17.656	2.40	-7.00%	K0+620.00	1130149.313	1459167.294	17.824	0.35%	9.40	17.857	-0.04%
-0.94%	17.609	2.40	-7.00%	K0+625.00	1130153.695	1459164.886	17.777	0.97%	9.40	17.868	0.22%
-0.88%	17.565	2.40	-7.00%	K0+630.00	1130157.982	1459162.569	17.733	1.59%	9.40	17.882	0.28%
-0.90%	17.520	2.40	-7.00%	K0+635.00	1130162.277	1459160.419	17.688	2.21%	9.40	17.896	0.28%
-0.74%	17.483	2.40	-7.00%	K0+640.00	1130166.641	1459158.413	17.651	2.68%	9.40	17.903	0.14%

ANEXO No. 3
CARTERA DE VOLUMEN DE EXCAVACIÓN Y TERRAPLEN

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	**CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIÓ SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA**	Alcaldía de MONTERÍA

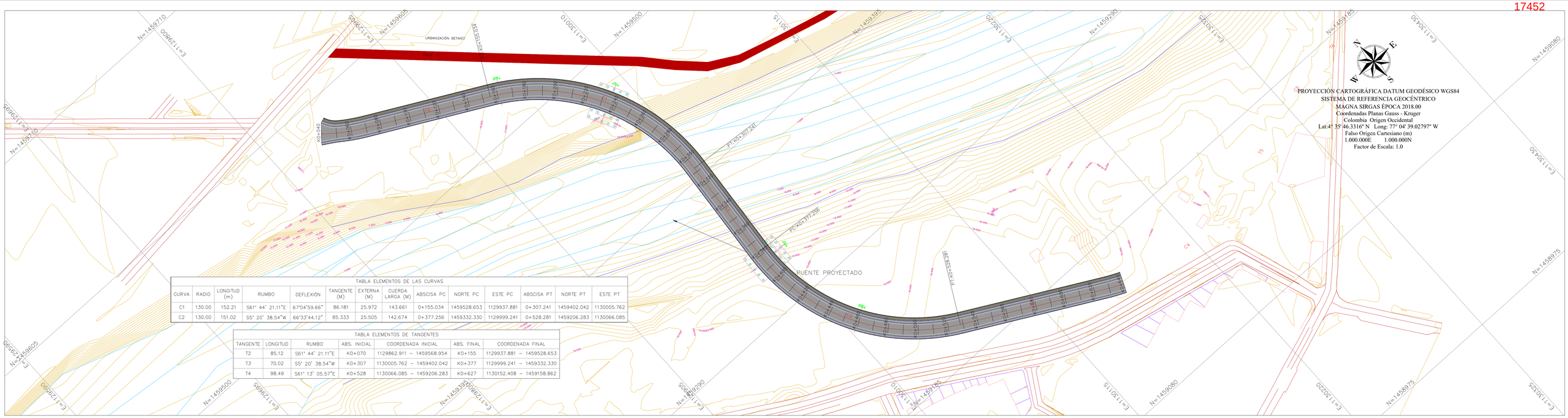
ANEXO 3.0 CARTERA DE VOLUMEN DE EXCAVACIÓN Y TERRAPLEN SOBRE EL PUENTE RÍO SINÚ.

P.K. Inicial: K0+040.00

P.K. Final: K0+640.00

Abscisa	Área de Excavación (m2)	Volumen de Excavación (m3)	Vol. Excavación acumul. (m3)	Área de Terraplen (m2)	Volumen de Terraplen (m3)	Vol. Terraplen acumul. (m3)
K0+040.00	1.37	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00
K0+050.00	0.09	7.14	7.14	8.43	73.11	73.11
K0+060.00	0.00	0.41	7.55	19.23	139.53	212.64
K0+070.00	0.00	0.00	7.55	29.46	244.36	457.00
K0+080.00	0.00	0.00	7.55	41.29	353.78	810.78
PUENTE						
K0+565.00	0.00	0.00	7.55	12.25	258.73	1069.51
K0+570.00	0.00	0.00	7.55	22.29	86.36	1155.87
K0+580.00	0.00	0.00	7.55	13.85	180.70	1336.57
K0+590.00	0.03	0.15	7.70	6.98	104.12	1440.69
K0+600.00	2.56	12.95	20.65	3.16	50.70	1491.39
K0+610.00	3.93	32.45	53.10	2.11	26.36	1517.75
K0+620.00	4.13	40.31	93.41	2.61	23.58	1541.33
K0+630.00	3.06	35.95	129.36	2.47	25.39	1566.72
K0+640.00	3.52	32.71	162.07	2.14	23.31	1590.03

ANEXO No. 4
PLANO DE DISEÑO GEOMÉTRICO



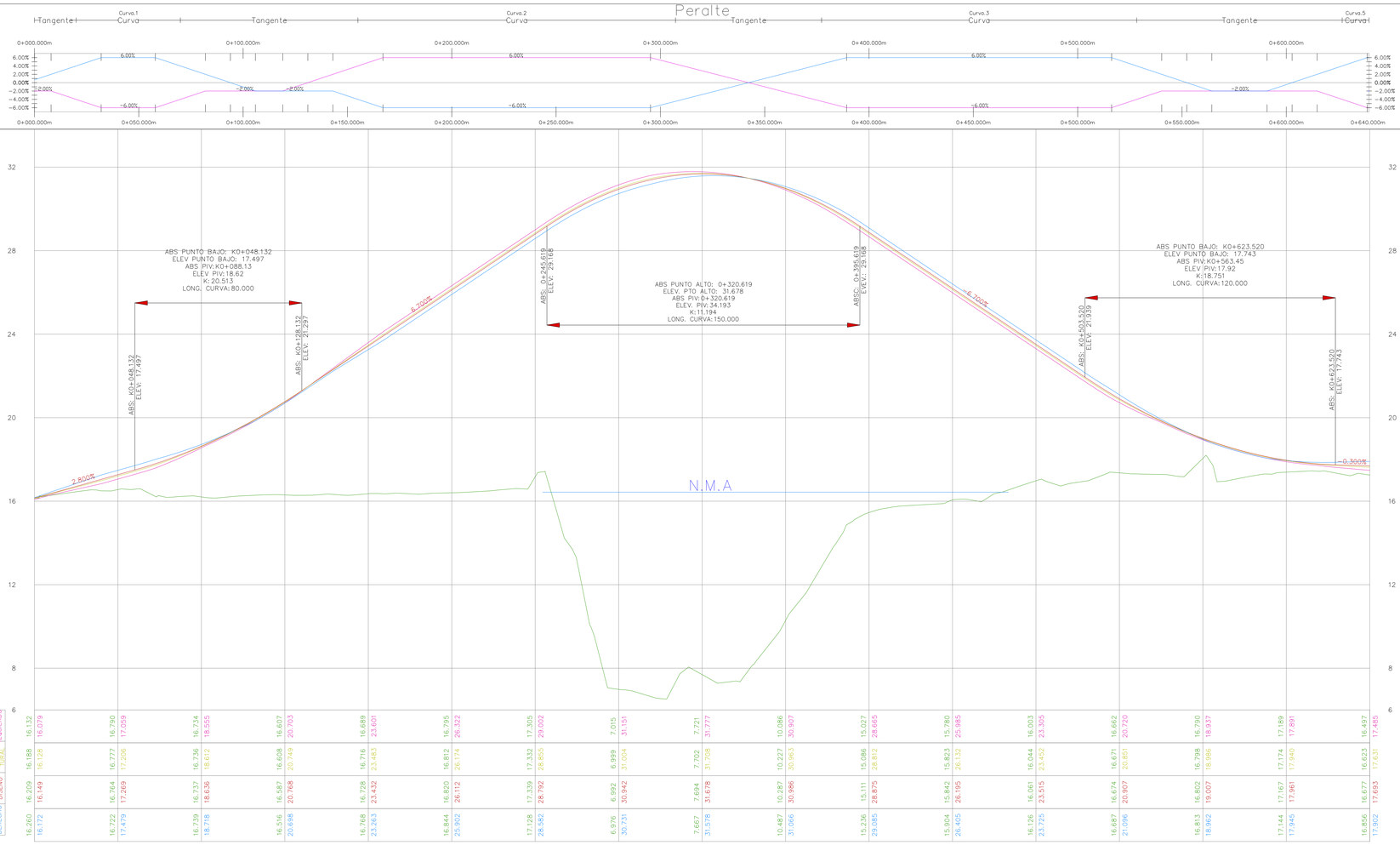
PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA DATUM GEODÉSICO WGS84
SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO
MAGNA SIRGAS ÉPOCA 2018.00
Coordenadas Planas Gauss - Kruger
Colombia Origen Occidental
Lat:4° 35' 46.3316" N Long: 77° 04' 39.02797" W
Falso Origen Cartesiano (m)
1.000.000E 1.000.000N
Factor de Escala: 1.0

TABLA ELEMENTOS DE LAS CURVAS

CURVA	RADIO	LONGITUD (m)	RUMBO	DEFLEXIÓN	TANGENTE (M)	EXTERNA (M)	CUERDA LARGA (M)	ABSCISA PC	NORTE PC	ESTE PC	ABSCISA PT	NORTE PT	ESTE PT
C1	130.00	152.21	S61° 44' 21.11"E	67°04'59.66"	86.181	25.972	143.661	0+155.034	1459528.653	1129937.881	0+307.241	1459402.042	1130005.762
C2	130.00	151.02	S5° 20' 38.54"W	66°33'44.12"	85.333	25.505	142.674	0+377.256	1459332.330	1129999.241	0+528.281	1459206.283	1130066.085

TABLA ELEMENTOS DE TANGENTES

TANGENTE	LONGITUD	RUMBO	ABS. INICIAL	COORDENADA INICIAL	ABS. FINAL	COORDENADA FINAL
T2	85.12	S61° 44' 21.11"E	K0+070	1129862.911 – 1459568.954	K0+155	1129937.881 – 1459528.653
T3	70.02	S5° 20' 38.54"W	K0+307	1130005.762 – 1459402.042	K0+377	1129999.241 – 1459332.330
T4	98.49	S61° 13' 05.57"E	K0+528	1130066.085 – 1459206.283	K0+627	1130152.408 – 1459158.862



	K0+000	K0+040	K0+080	K0+120	K0+160	K0+200	K0+240	K0+280	K0+320	K0+360	K0+400	K0+440	K0+480	K0+520	K0+560	K0+600	K0+640
COTA TERRENO NATURAL	16.132	16.790	16.734	16.607	16.689	16.795	17.305	7.015	7.721	10.086	15.027	15.780	16.003	16.662	16.790	17.189	16.497
COTA RASANTE TERRENO NATURAL	16.188	16.777	16.736	16.608	16.716	16.812	17.332	6.999	7.702	10.227	15.086	15.823	16.044	16.671	16.798	17.174	16.623
COTA EJE ESTRUC. TRAM.	16.209	16.764	16.737	16.587	16.728	16.820	17.339	6.992	7.694	10.287	15.111	15.842	16.061	16.674	16.802	17.167	16.677
COTA RASANTE DISEÑO	16.260	16.722	16.739	16.516	16.768	16.844	17.128	6.976	7.667	10.487	15.236	15.904	16.126	16.687	16.813	17.144	16.856
COTA TERRENO DISEÑO	16.079	17.059	18.555	20.703	23.601	26.322	29.602	31.151	31.777	30.907	28.665	25.985	23.305	20.720	18.937	17.891	17.485
COTA TERRENO NATURAL	16.128	17.206	18.612	20.749	23.483	26.174	28.855	31.004	31.708	30.963	28.812	26.132	23.452	20.851	18.986	17.940	17.631
COTA EJE DISEÑO	16.149	17.269	18.636	20.768	23.432	26.112	28.792	30.942	31.678	30.986	28.875	26.195	23.515	20.907	19.007	17.961	17.683
COTA TERRENO DISEÑO	16.172	17.479	18.718	20.698	23.263	25.902	28.582	30.731	31.578	31.066	29.085	26.405	23.725	21.096	18.962	17.945	17.902

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS PLANTA:

- EJE DE DISEÑO
- PAVIMENTO PROYECTADO
- ANDEN PROYECTADO
- CICLOVÍA PROYECTADA
- CURVAS DE NIVEL

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS PERFIL:

- PERFIL EJE DE DISEÑO
- PERFIL BORDE DERECHO
- PERFIL BORDE IZQUIERDO
- PERFIL TERRENO NATURAL

Gobernación de Córdoba — Ahora le toca al pueblo

Alcaldía de MONTERÍA

CONTRATISTA: CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

INTERVENTORÍA:

DIRECTOR DE OBRA: Ing. Fernando Amar Garzón Mat. 25202-11582 CND

DISEÑÓ: Ing. Mateo Romero Almanza Mat. 081037-0559 COR

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA: Ing. Jose Luis Sierra Buelvas Mat. 13202-31400

APROBÓ: Ing. Fernando Amar Garzón Mat. 25202-11582 CND

MODIFICACIONES

I		
II		
III		
IV		
V		

OBJETO: CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

TÍTULO: PLANO PLANTA PERFIL CON DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

ESCALA: PLANTA 1 : 1050 PERFIL H 1 : 1050 V 1 : 105

FECHA: 26/09/2024

PLANO 1 DE 5

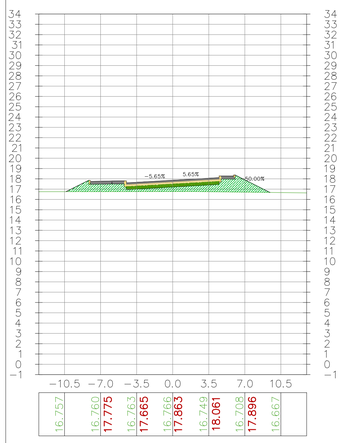
VERSIÓN: 0

ARCHIVO: ANEXO 4 – PLANO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.DWG

SECCIONES TRANSVERSALES
(K0+000 – K0+180)

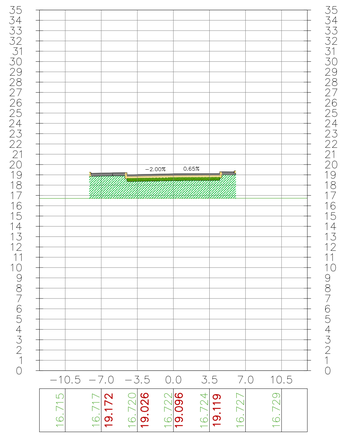
ABSCISA K0+060.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	12.43

K0+060.000



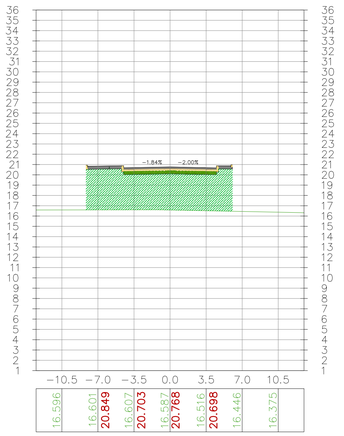
ABSCISA K0+090.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	26.59

K0+090.000



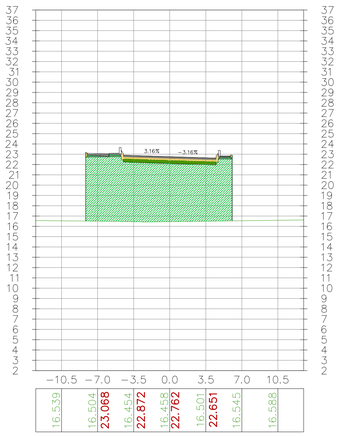
ABSCISA K0+120.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	52.09

K0+120.000



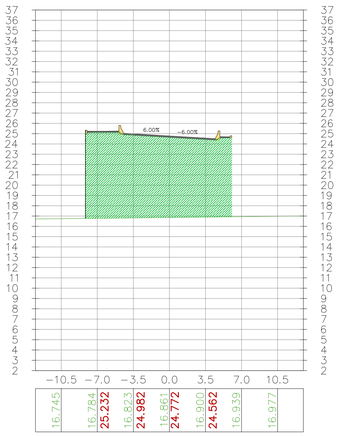
ABSCISA K0+150.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	83.47

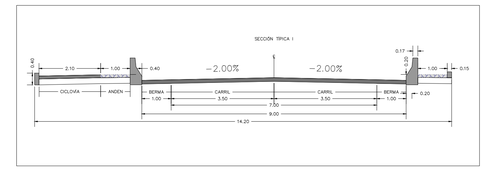
K0+150.000

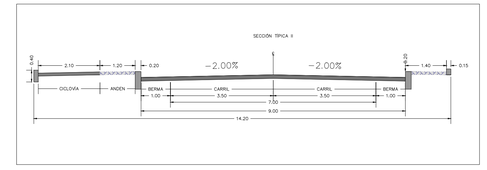


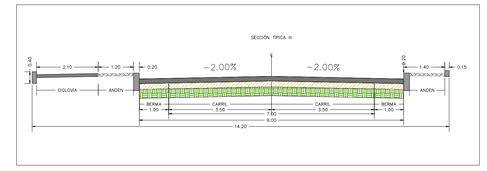
ABSCISA K0+180.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	112.30

K0+180.000

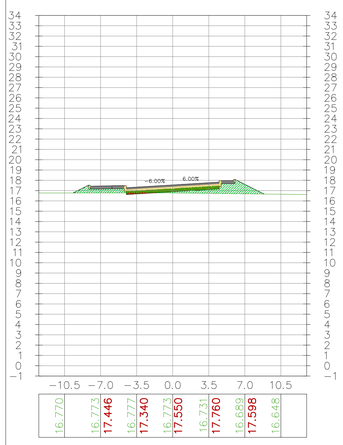




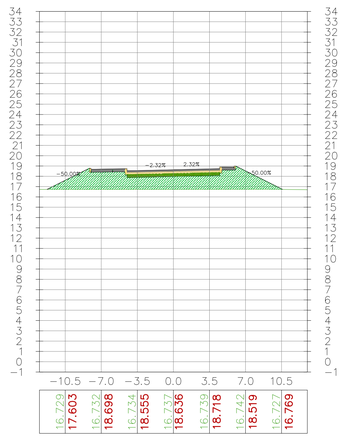




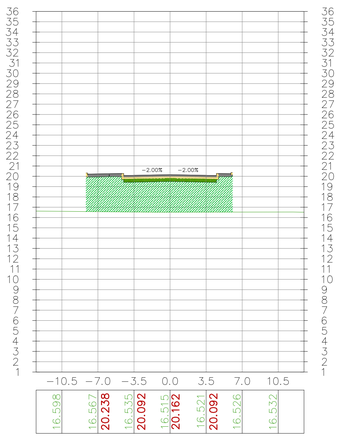
ABSCISA K0+050.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.21	6.63



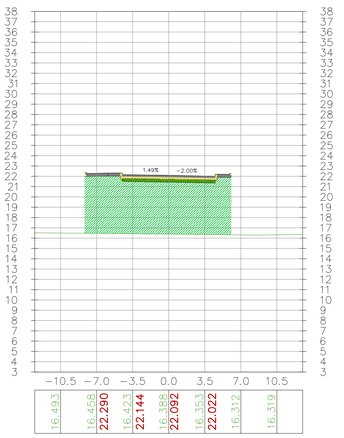
ABSCISA K0+080.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	29.32



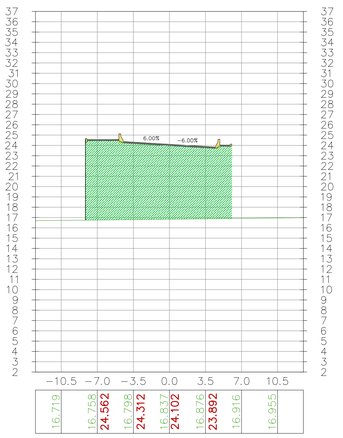
ABSCISA K0+110.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	44.00



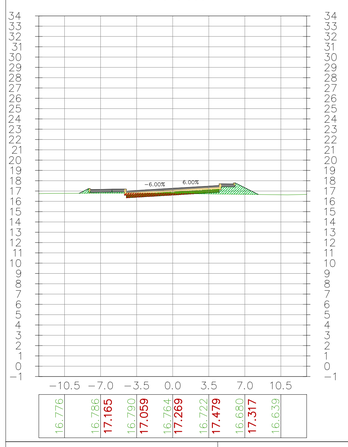
ABSCISA K0+140.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	74.10



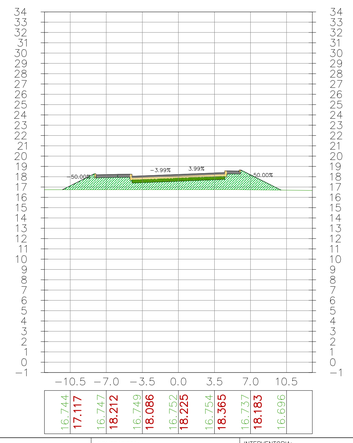
ABSCISA K0+170.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	103.14



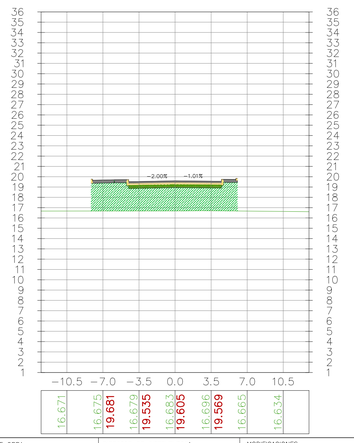
ABSCISA K0+040.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	1.60	2.98



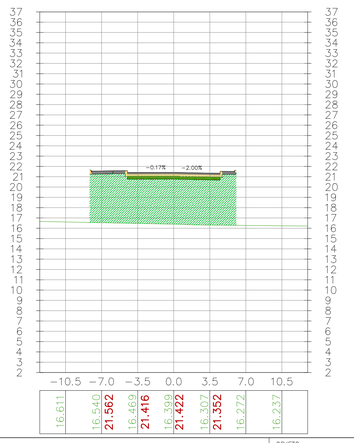
ABSCISA K0+070.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	19.97



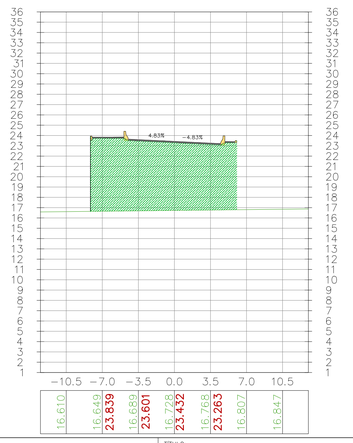
ABSCISA K0+100.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	34.09



ABSCISA K0+130.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	63.99



ABSCISA K0+160.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	95.06



Gobernación de Córdoba
Ahora le toca al pueblo

Alcaldía de MONTERÍA

CONTRATISTA: CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

INTERVENTORIA:

DIRECTOR DE OBRA:
Ing. Fernando Amar Garzón
Mat. 25202-11582 CND

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA:
Ing. Jose Luis Sierra Bueknes
Mat. 13202-31400

DISEÑÓ:
Ing. Mateo Romero Amanza
Mat. 081037-0059 COR

APROBÓ:
Ing. Fernando Amar Garzón
Mat. 25202-11582 CND

MODIFICACIONES

I		
II		
III		
IV		
V		

OBJETO:
CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

TÍTULO:
PLANO DE SECCIONES CON DISEÑO GEOMÉTRICO TRANSVERSAL DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

ESCALA: 1 : 250

PLANO 2 DE 5

VERSIÓN: 0

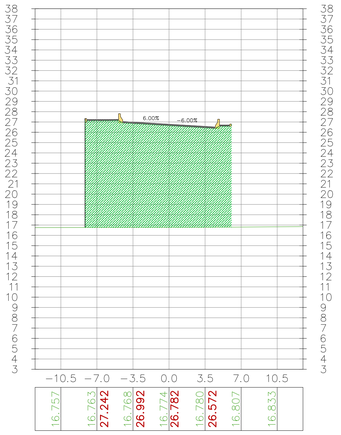
FECHA: 26/09/2024

ARCHIVO: ANEXO 4 – PLANO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.DWG

SECCIONES TRANSVERSALES
(K0+190 – K0+330)

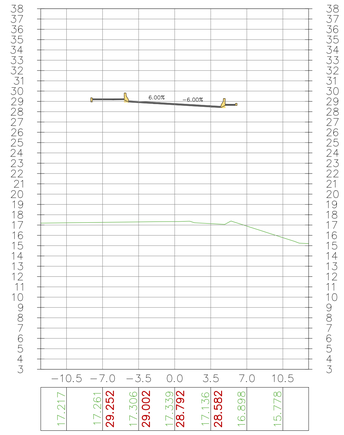
ABSCISA K0+210.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	141.93

K0+210.000



ABSCISA K0+240.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+240.000



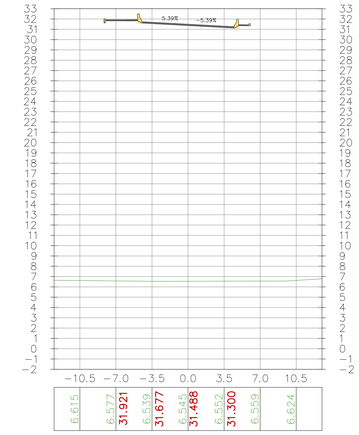
ABSCISA K0+270.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+270.000



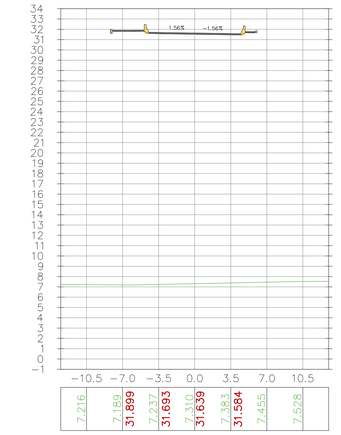
ABSCISA K0+300.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

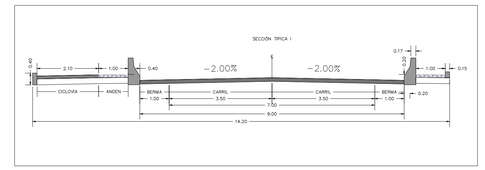
K0+300.000

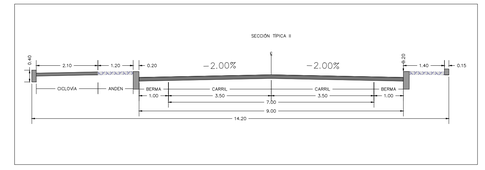


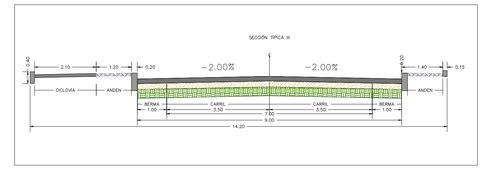
ABSCISA K0+330.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+330.000



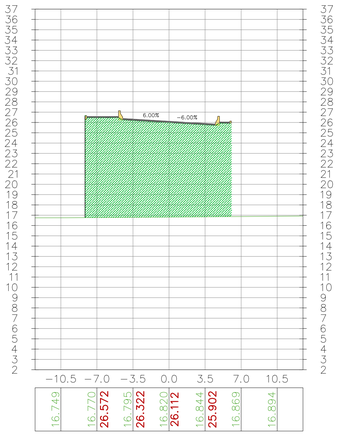






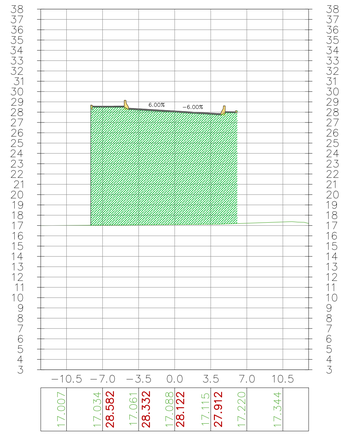
ABSCISA K0+200.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	131.87

K0+200.000



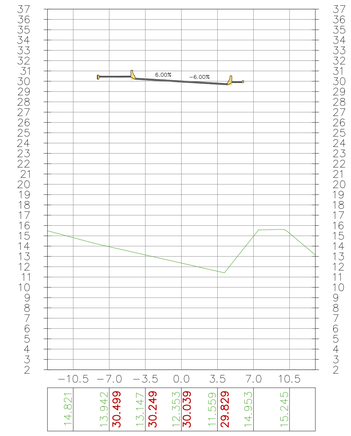
ABSCISA K0+230.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	156.56

K0+230.000



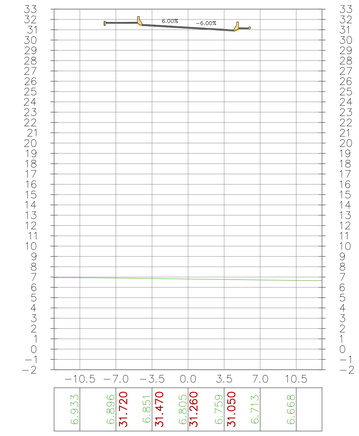
ABSCISA K0+260.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+260.000



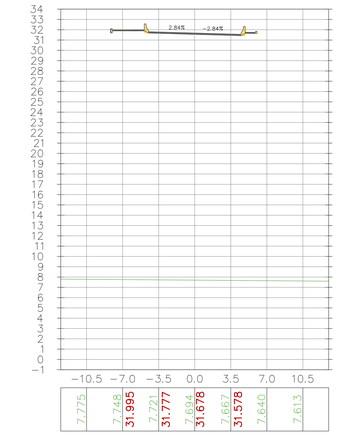
ABSCISA K0+290.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+290.000



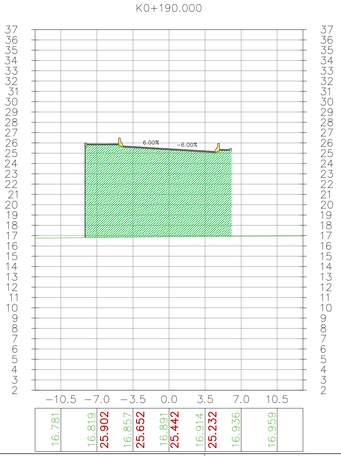
ABSCISA K0+320.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+320.000



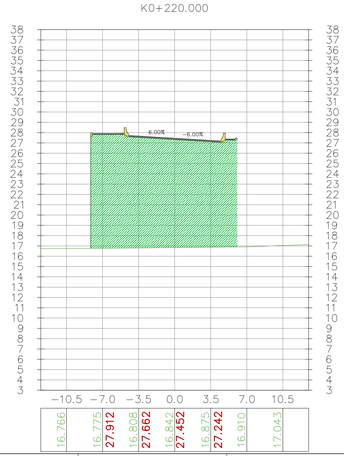
ABSCISA K0+190.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	121.45

K0+190.000



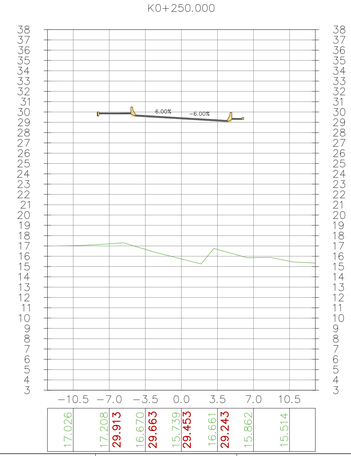
ABSCISA K0+220.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	150.62

K0+220.000



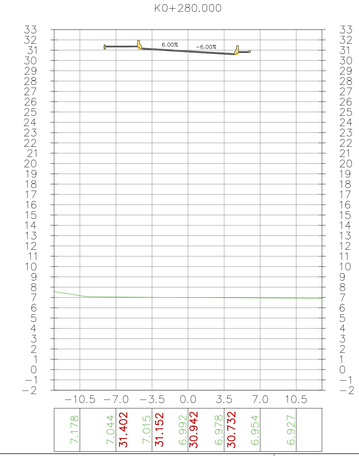
ABSCISA K0+250.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+250.000



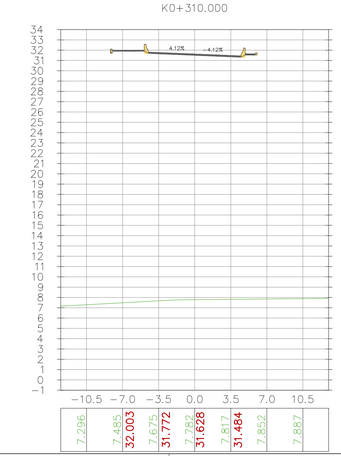
ABSCISA K0+280.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+280.000



ABSCISA K0+310.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+310.000



Gobernación de Córdoba
Ahora le toca al pueblo

Alcaldía de MONTERÍA

CONTRATISTA: CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

INTERVENTORÍA:

DIRECTOR DE OBRA:
Ing. Fernando Amar Garzón
Mat. 25202-11582 CND

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA:
Ing. Jose Luis Sierra Buelvas
Mat. 13202-31400

DISEÑÓ:
Ing. Mateo Romero Almanza
Mat. 081037-0559 COR

APROBÓ:
Ing. Fernando Amar Garzón
Mat. 25202-11582 CND

MODIFICACIONES

I		
II		
III		
IV		
V		

OBJETO:
CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

TÍTULO:
PLANO DE SECCIONES CON DISEÑO GEOMÉTRICO TRANSVERSAL DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

ESCALA: 1 : 250

PLANO 3 DE 5

VERSIÓN: 0

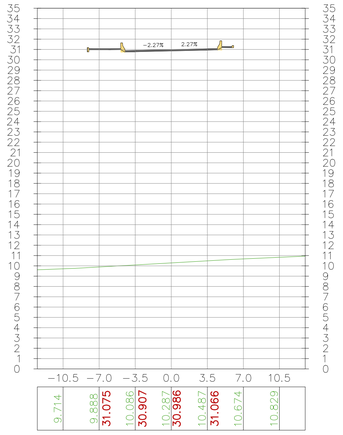
FECHA: 26/09/2024

ARCHIVO: ANEXO 4 – PLANO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.DWG

SECCIONES TRANSVERSALES
(K0+340 – K0+480)

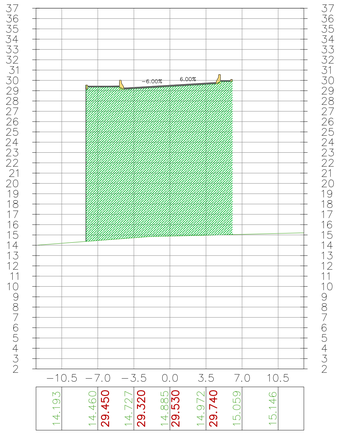
ABSCISA K0+360.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+360.000



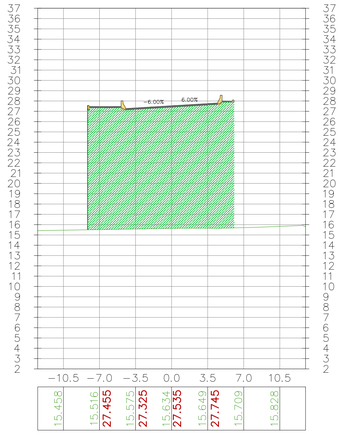
ABSCISA K0+390.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	207.96

K0+390.000



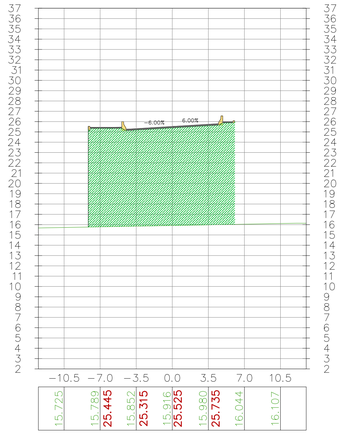
ABSCISA K0+420.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	168.12

K0+420.000



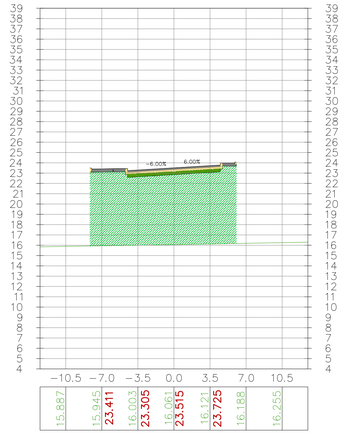
ABSCISA K0+450.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	135.39

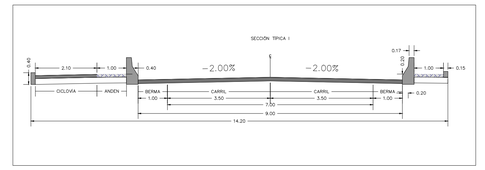
K0+450.000

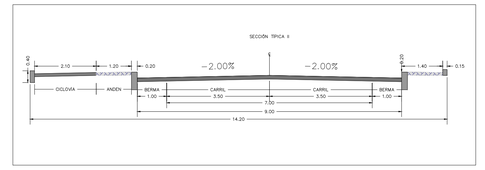


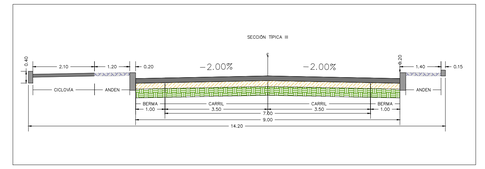
ABSCISA K0+480.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	98.83

K0+480.000



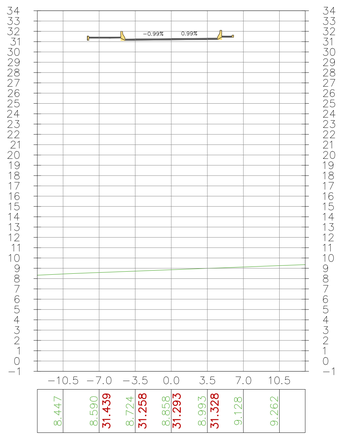






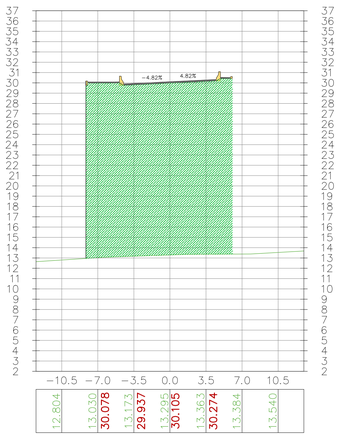
ABSCISA K0+350.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+350.000



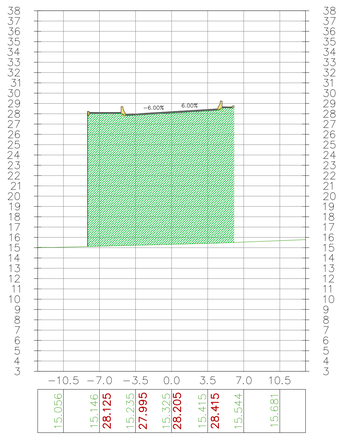
ABSCISA K0+380.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	238.36

K0+380.000



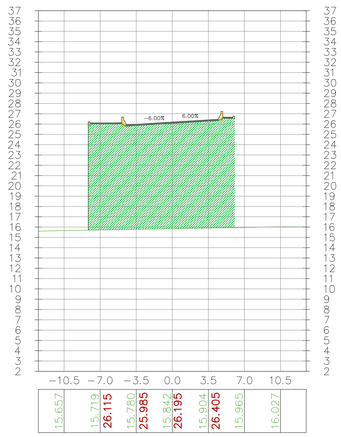
ABSCISA K0+410.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	181.93

K0+410.000



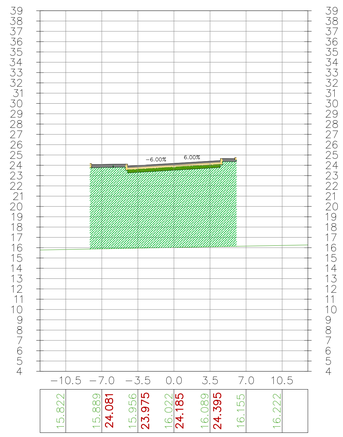
ABSCISA K0+440.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	145.95

K0+440.000



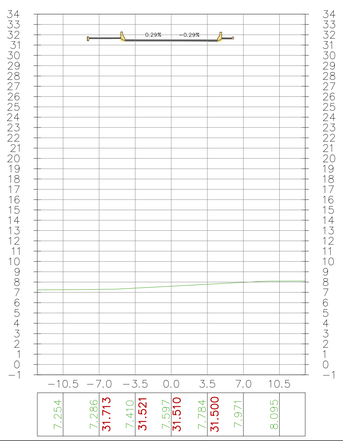
ABSCISA K0+470.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	108.95

K0+470.000



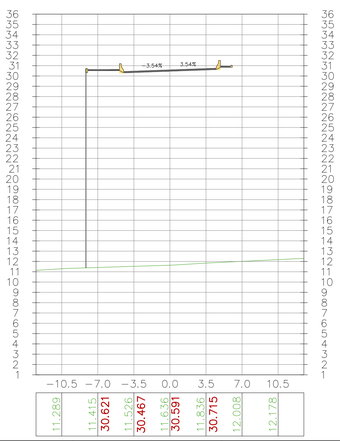
ABSCISA K0+340.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+340.000



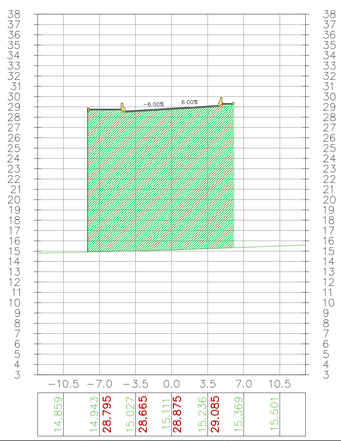
ABSCISA K0+370.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	0.00

K0+370.000



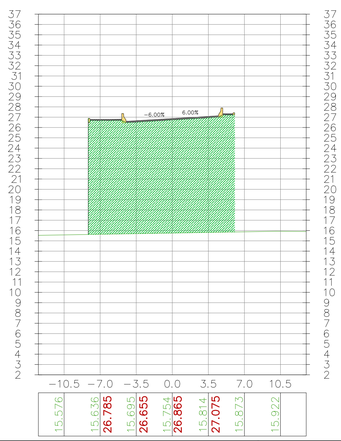
ABSCISA K0+400.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	194.27

K0+400.000



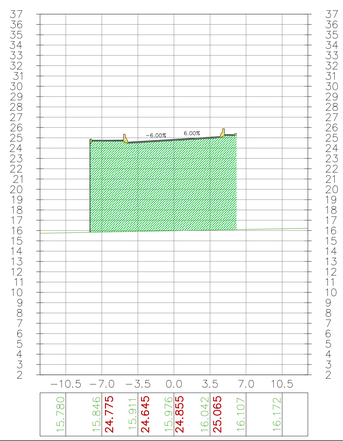
ABSCISA K0+430.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	156.70

K0+430.000



ABSCISA K0+460.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	125.03

K0+460.000



Gobernación de Córdoba
Ahora le toca al pueblo

Alcaldía de MONTERÍA

CONTRATISTA: CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

INTERVENTORIA:

DIRECTOR DE OBRA:
Ing. Fernando Amar Garzón
Mat. 25202-11582 CND

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA:
Ing. Jose Luis Sierra Buelvas
Mat. 13202-31400

DISEÑÓ:
Ing. Mateo Romero Almanza
Mat. 081037-0559 COR

APROBÓ:
Ing. Fernando Amar Garzón
Mat. 25202-11582 CND

MODIFICACIONES

I		
II		
III		
IV		
V		

OBJETO:
CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

TITULO:
PLANO DE SECCIONES CON DISEÑO GEOMÉTRICO TRANSVERSAL DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

ESCALA: 1 : 250

PLANO 4 DE 5

VERSIÓN: 0

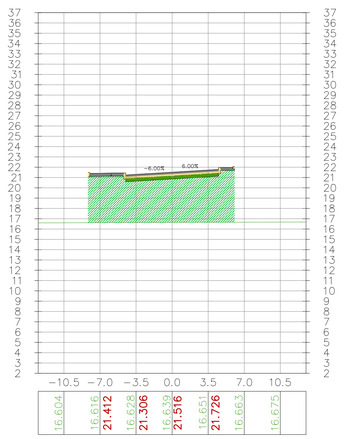
FECHA: 26/09/2024

ARCHIVO: ANEXO 4 – PLANO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.DWG

SECCIONES TRANSVERSALES
(K0+490 – K0+640)

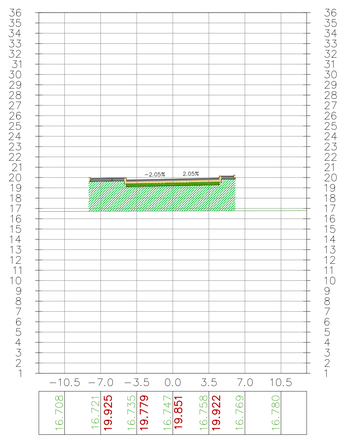
ABSCISA K0+510.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	62.05

K0+510.000



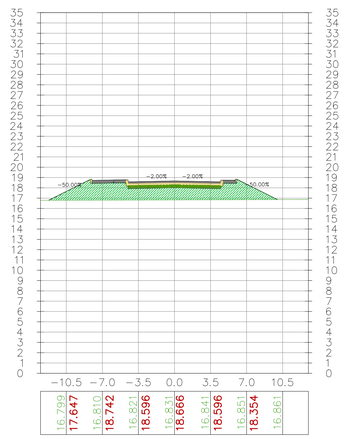
ABSCISA K0+540.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	37.26

K0+540.000



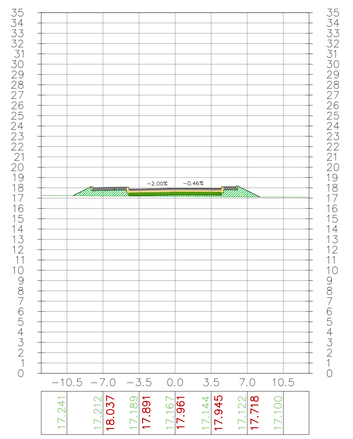
ABSCISA K0+570.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	26.49

K0+570.000



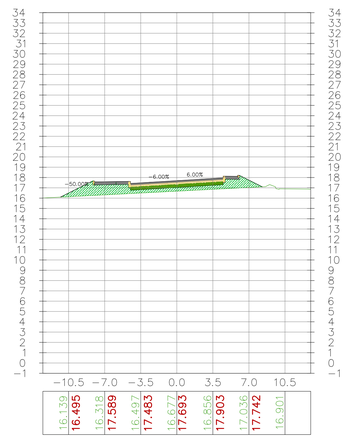
ABSCISA K0+600.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	5.78

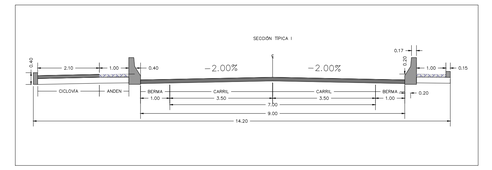
K0+600.000

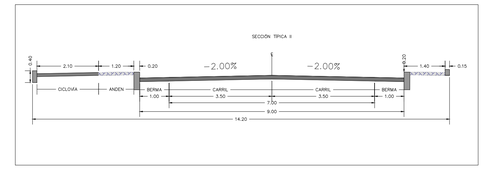


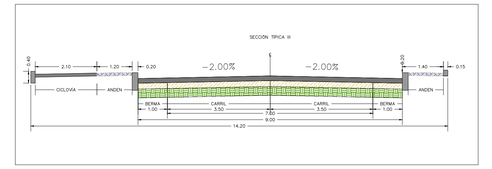
ABSCISA K0+640.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	11.49

K0+640.000



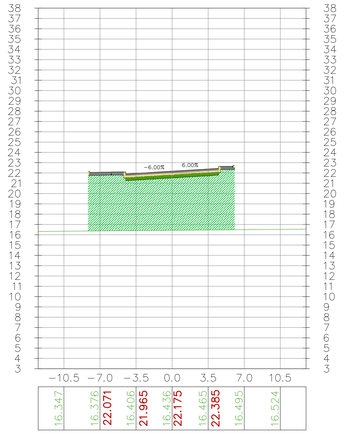






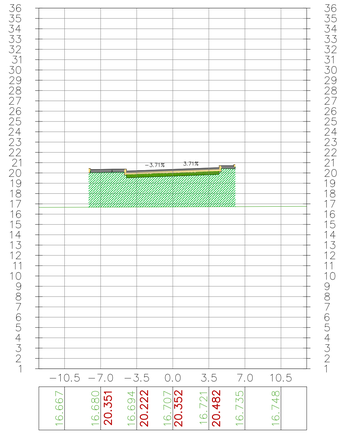
ABSCISA K0+500.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	74.38

K0+500.000



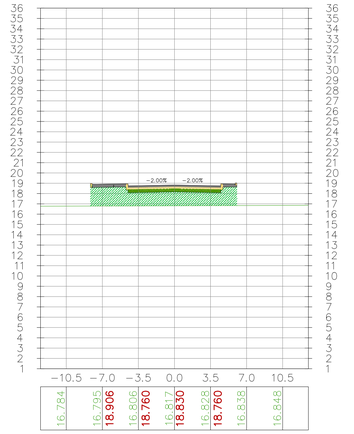
ABSCISA K0+530.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	44.79

K0+530.000



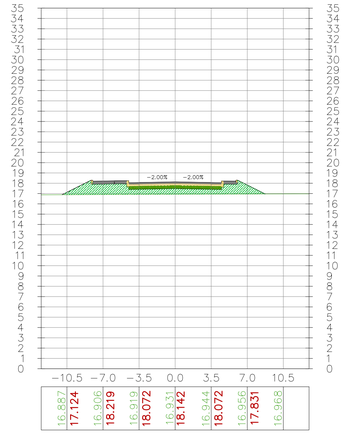
ABSCISA K0+565.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	21.08

K0+565.000



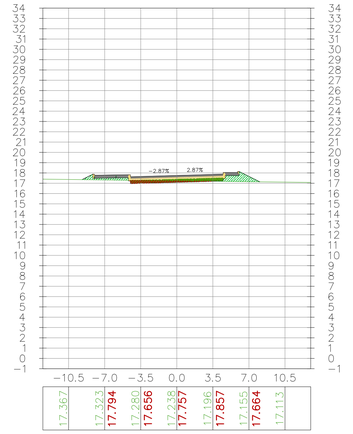
ABSCISA K0+590.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	13.45

K0+590.000



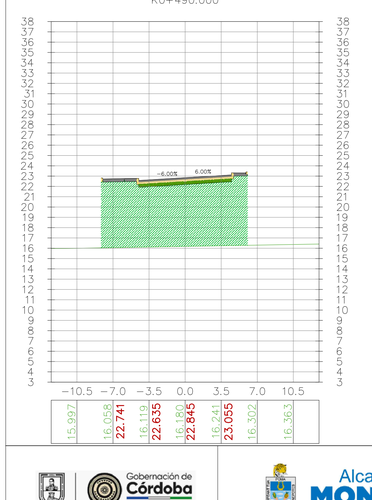
ABSCISA K0+620.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	1.31	2.74

K0+620.000



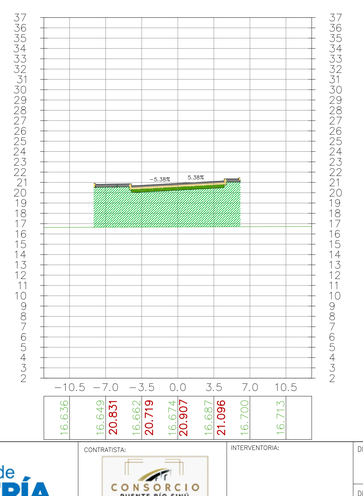
ABSCISA K0+490.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	87.66

K0+490.000



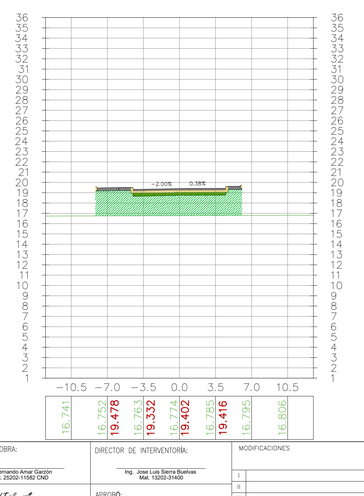
ABSCISA K0+520.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	52.98

K0+520.000



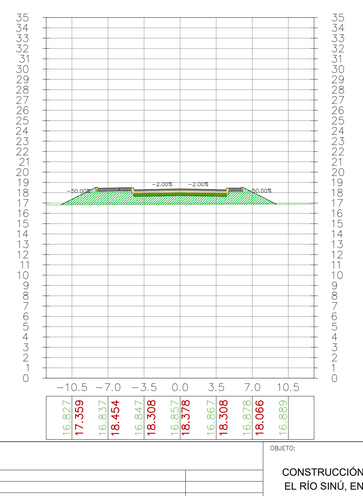
ABSCISA K0+550.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	30.23

K0+550.000



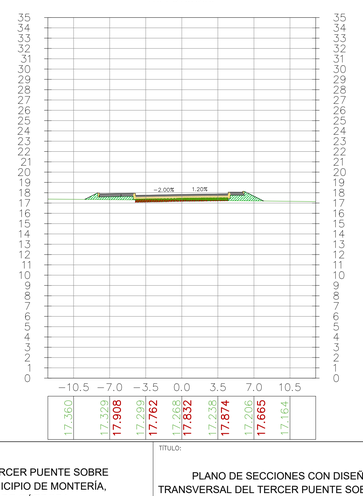
ABSCISA K0+580.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.00	19.70

K0+580.000



ABSCISA K0+610.00		
NOMBRE DEL MATERIAL	EXCAVACIÓN	RELLENO
AREA	0.95	3.06

K0+610.000



Gobernación de Córdoba
Ahora le toca al pueblo

Alcaldía de MONTERÍA

CONTRATISTA: CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

INTERVENTORÍA:

DIRECTOR DE OBRA: Ing. Fernando Amar Garzón Mat. 25202-11582 CND

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA: Ing. Jose Luis Sierra Buelvas Mat. 13202-31400

DISEÑÓ: Ing. Mateo Romero Almanza Mat. 081037-0559 COR

APROBÓ: Ing. Fernando Amar Garzón Mat. 25202-11582 CND

MODIFICACIONES

I		
II		
III		
IV		
V		

OBJETO: CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

TÍTULO: PLANO DE SECCIONES CON DISEÑO GEOMÉTRICO TRANSVERSAL DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

ESCALA: 1 : 250

PLANO 5 DE 5

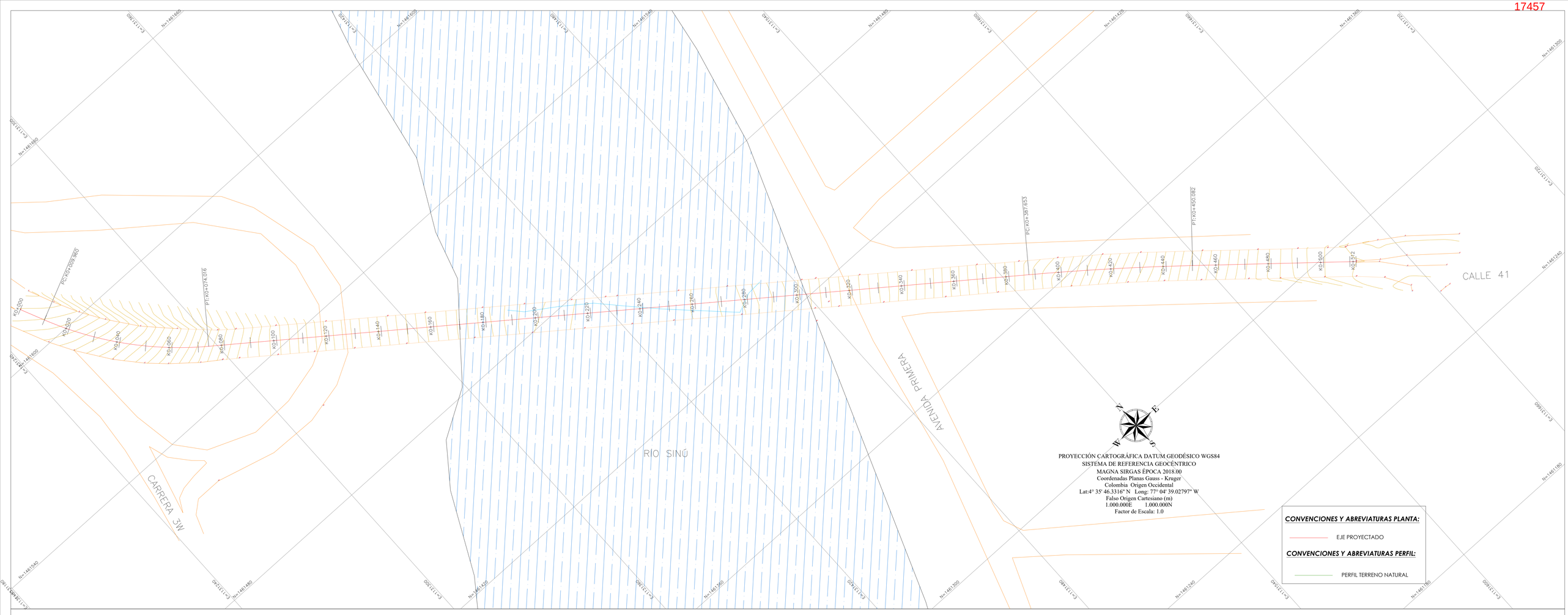
VERSIÓN: 0

FECHA: 26/09/2024

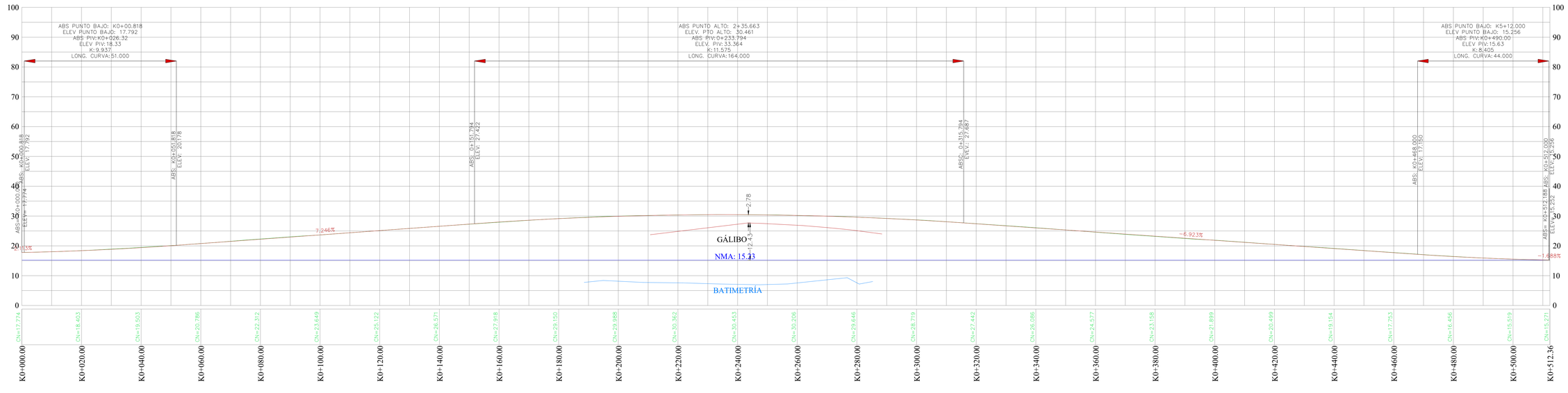
ARCHIVO: ANEXO 4 – PLANO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.DWG

ANEXO No. 4.2
PLANO PUENTE 41

17457



Perfil Longitudinal - (Alineamiento 1)



Gobernación de Córdoba — Ahora le toca al pueblo

Alcaldía de MONTERÍA

CONTRATISTA: CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

INTERVENTORÍA:

DIRECTOR DE OBRA: Ing. Fernando Amar Garzón Mat. 25202-11582 CND

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA: Ing. Jose Luis Sierra Buelvas Mat. 13202-31400

DISEÑÓ: Ing. Mateo Romero Almanza Mat. 081037-0059 COR

APROBÓ: Ing. Fernando Amar Garzón Mat. 25202-11582 CND

MODIFICACIONES:

I		
II		
III		
IV		
V		

OBJETO: CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

TÍTULO: PLANO PLANTA PERFIL DEL PUENTE DE LA 41 SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

ESCALA: PLANTA 1 : 600 PERFIL H 1 : 600 V 1 : 60

PLANO 1 DE 1

VERSIÓN: 0

FECHA: 26/09/2024

ARCHIVO: ANEXO 4.1 – PLANO PUENTE 41.DWG

ANEXO No. 5

VOLUMEN II

Versión 1

CONTRATO No LP-SIM-024-2023

OBJETO DEL CONTRATO:

CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA



INFORME DE MEJORAMIENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS V1

VOLUMEN II ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

BOGOTÁ D.C, OCTUBRE DE 2024

	Elaboró	Revisó	Aprobó
Firma:			
Nombre:	Mateo Romero Almanza	Fernando Amar	Fernando Amar
Cargo:	Diseñador Geométrico	Director de Consultoría	Director de Consultoría

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
V00	26-09-24	Elaboración inicial
V01	18-10-24	Se atienden observaciones de la interventoría según oficio COCS-460-CPRS-C-8-2024

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6

2 ALCANCE 6

2.1 Área de Estudio 6

2.1.1 Localización del Proyecto 6

2.1.2 Condiciones topográficas de la zona 8

2.2 Normativa 9

3 CONTENIDO DEL INFORME 9

3.1 Metodología 9

3.1.1 Insumo 10

3.1.2 Diseño conceptual en InfraWorks 11

3.1.3 Diseño geométrico en Civil 3D 11

3.1.4 Clasificación del tipo de carretera 11

3.1.5 Velocidad de diseño 14

3.1.6 Diseño Geométrico Horizontal 15

3.1.7 Diseño Geométrico Vertical 25

3.1.8 Diseño Geométrico Transversal 29

3.1.9 Obra lineal o corredor vial 31

3.1.10 Cantidades de obra 32

3.1.11 Planos de diseño 32

3.2 Resultados 32

3.2.1 Insumos 32

3.2.2 Diseño conceptual en InfraWorks 36

3.2.3 Diseño geométrico en Civil 3D 37

3.2.4 Clasificación del tipo de carretera 38

3.2.5 Velocidad de Diseño 38

3.2.6 Diseño Geométrico Horizontal 39

3.2.7 Diseño geométrico Vertical 41

3.2.8 Diseño geométrico transversal 43

3.2.9 Obra lineal o corredor vial 44

3.2.10 Cantidades de obra 45

3.2.11 Planos de diseño 45

4 CONCLUSIONES 45

5 RECOMENDACIONES 45

6 RELACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL 46

7 BIBLIOGRAFÍA 47

FIGURAS

Figura 1 Localización General del Proyecto. 7
Figura 2 Localización específica de la vía a diseñar. 7
Figura 3 Topografía de la zona. 8
Figura 4 Guía Metodológica Diseño Geométrico. 9
Figura 5 Radio de giro de borde. 16
Figura 6 Desarrollo de Peralte 22
Figura 7 Rotación de los carriles respecto a su eje. 23
Figura 8 Distancia mínima para el caso de curvas adyacentes circulares. 24
Figura 9 Distancia mínima para el caso de curvas adyacentes con espirales de transición. 25
Figura 10 Tipos de curvas verticales cóncavas y convexas. 28
Figura 11 Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas. 28
Figura 12 Ortomosaico Tercer Puente. 33
Figura 13 Proyecto Civil 3D Tercer Puente. 34
Figura 14 Generacion del modelo digital (DTM). 35
Figura 15 Estructura dimensionada pavimento flexible Unidad I. 35
Figura 16 Estructura dimensionada pavimento flexible Unidad II. 35
Figura 17 Superestructura del Tercer Puente. 36
Figura 18 Modelo conceptual corredor vial Tercer Puente 37
Figura 19 Diseño geométrico en Civil 3D. 38
Figura 20 Vehículo de diseño C3. 39
Figura 21 Secciones transversales típicas diseñadas. 44
Figura 22 Obra lineal o corredor vial. 44

TABLAS

Tabla 1 Nomenclatura de la vía. 6
Tabla 2 Velocidades de diseño vías urbanas (Vélez, 2020). 14
Tabla 3 Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (VTR) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno (Ref. tabla 2.1. M.D.G. INVIAS) 15
Tabla 4 Nomenclatura empleada para la descripción de los vehículos de diseño. 16
Tabla 5 Coeficiente de fricción lateral máxima. 17
Tabla 6 Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 6 % y fricción máxima. 17
Tabla 7 Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 8 % y fricción máxima. 18
Tabla 8 Radios (Rc) según Velocidad Especifica (Vch) y Peraltes (e) para emax = 6%. 19

Tabla 9 Radios (Rc) según Velocidad Especifica (Vch) y Peraltes (e) para emax = 8%. 20
Tabla 10 Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes máxima. 21
Tabla 11 Factor de ajuste para el número de carriles girados. 23
Tabla 12 Radios para pequeñas deflexiones entre alineamientos rectos. 24
Tabla 13 Elección de la pendiente máxima de la vía en función de la velocidad de diseño del tramo homogéneo. 26
Tabla 14 Longitud mínima de tangente vertical. 26
Tabla 15 Valores de K mín. para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales (Ref. tabla 4.4. M.D.G. INVIAS). 27
Tabla 16. Ancho de calzada en metros. 30
Tabla 17 Determinación del bombeo de la vía a diseñar 30
Tabla 18 PR de localización del proyecto 40
Tabla 19 Líneas tangentes con sus variables. 40
Tabla 20 Curvas Circulares con sus variables parte I. 40
Tabla 21 Curvas Circulares con sus variables parte II. 41
Tabla 22 Acuerdos verticales cóncavos y convexos de la vía. 43

1 INTRODUCCIÓN

La pavimentación de una vía terciaria es de vital importancia para el progreso de un municipio, ya que les brinda un avance considerable a muchos factores, tales como la movilidad, economía, educación, y un sin fin de componentes que ayudan a mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria. En este caso este informe se centra en el diseño geométrico de la vía que lleva como objeto "CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.", que busca dejar en evidencia todos los parámetros utilizados, para así obtener como resultado un diseño seguro y óptimo para el usuario.

2 ALCANCE

2.1 Área de Estudio

En este capítulo se presentan las características generales de la zona de estudio, importantes para la contextualización previa a la realización del diseño geométrico.

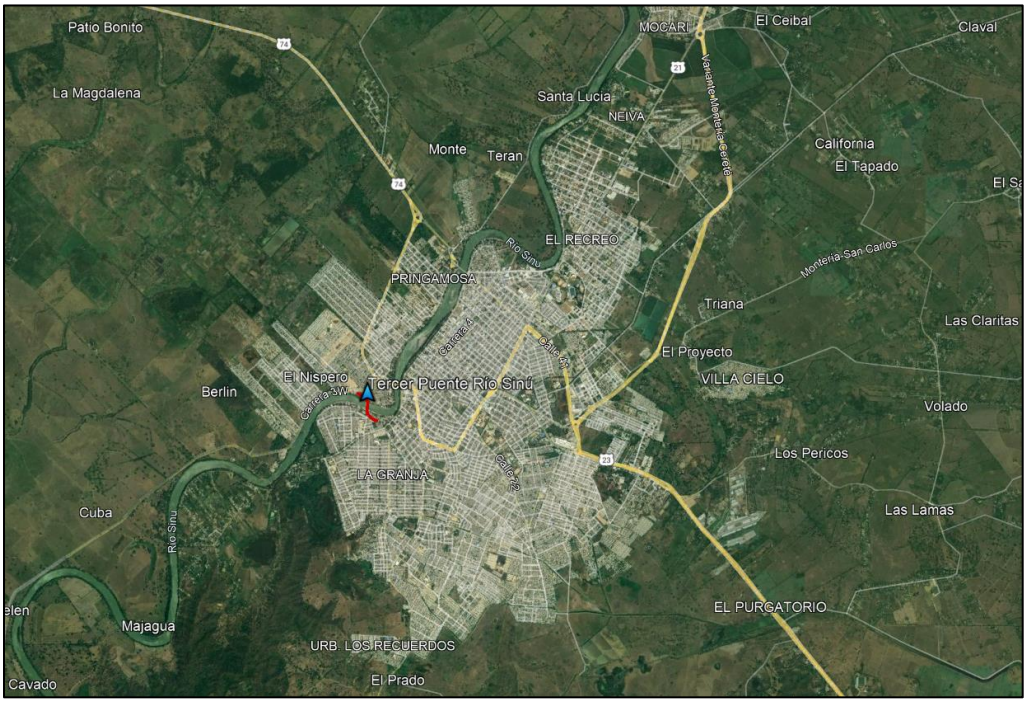
2.1.1 Localización del Proyecto

Montería es un municipio colombiano, capital del departamento de Córdoba. Está ubicado al noroccidente del país en la región Caribe Colombiana, se encuentra a orillas del río Sinú, por lo que es conocida como la "Perla del Sinú". Es considerada la capital ganadera de Colombia; anualmente celebra la feria de la Ganadería durante el mes de junio. Es, además, un importante centro comercial y universitario, reconocida como una de las ciudades colombianas con mayor crecimiento y desarrollo en los últimos años y por impulsar el desarrollo sostenible.
El proyecto en estudio se localiza en zona urbana del municipio de Montería, específicamente en el sector de La Coquera. En la siguiente tabla se muestran las características de la vía.

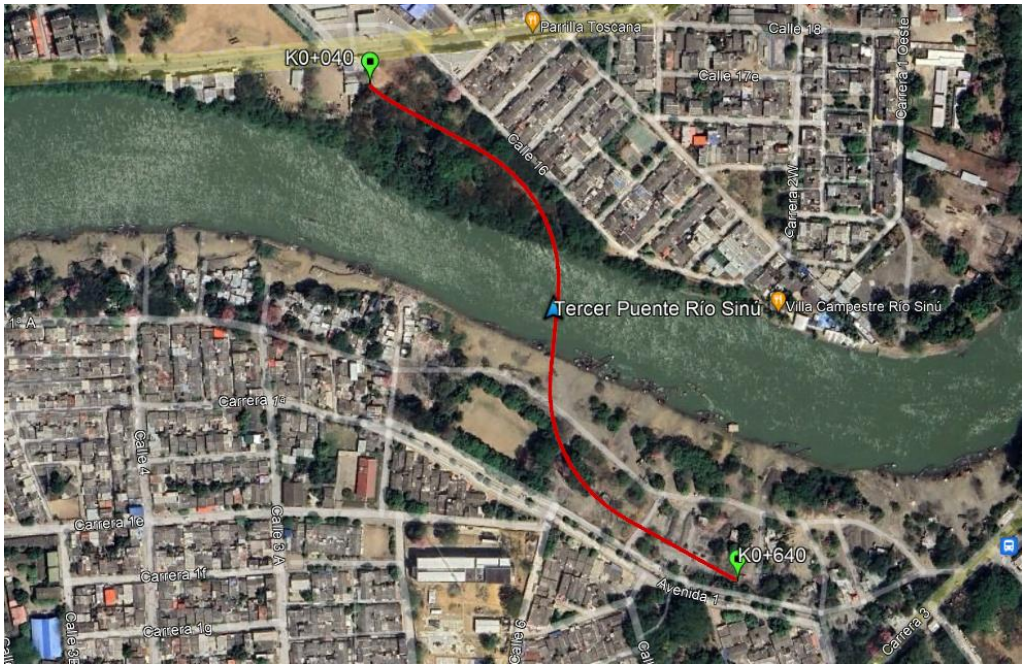
Nomenclatura Catastral	Ancho de calzada (m)	Longitud del tramo (m)	Funcionalidad	Tipo de terreno
A-1 Puente	7.00	600.00	Arteria	Plano

Fuente: Elaboración propia.
Tabla 1 Nomenclatura de la vía.

A continuación, se muestra una imagen general (Ver **Figura 1**) y especifica (Ver **Figura 2**) de la ubicación de la vía en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.



Fuente: Google Earth
Figura 1 Localización General del Proyecto.



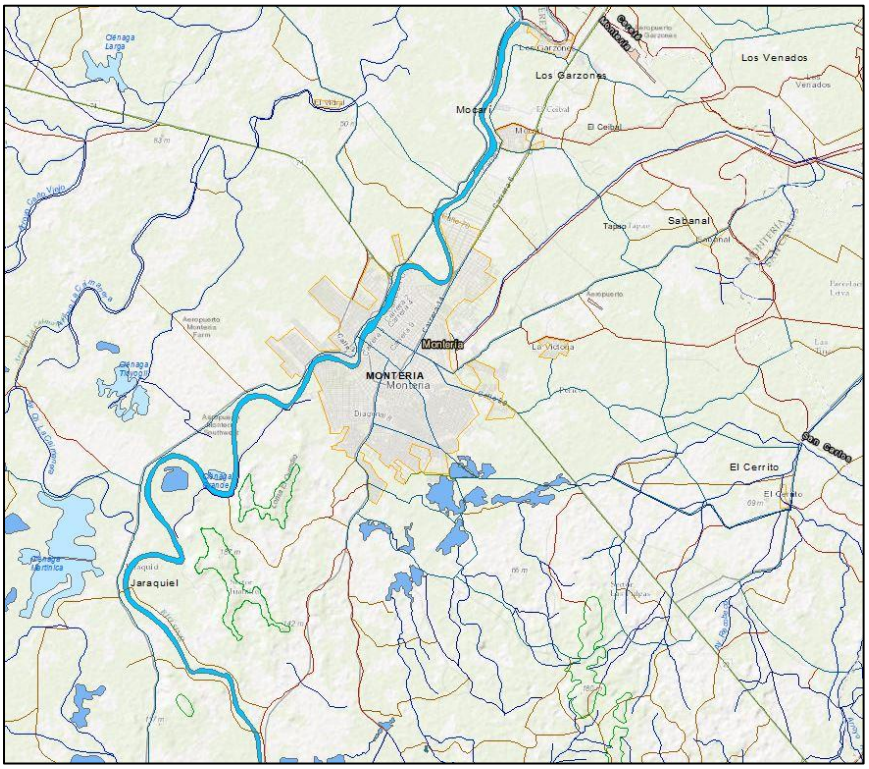
Fuente: Google Earth.
Figura 2 Localización específica de la vía a diseñar.

2.1.2 Condiciones topográficas de la zona

La ciudad de Montería, ubicada en el departamento de Córdoba, presenta una topografía predominantemente plana, característica de la planicie costera del Caribe colombiano. La mayor parte de su territorio se encuentra a menos de 50 metros sobre el nivel del mar, lo que facilita la formación de amplias planicies aluviales, especialmente a lo largo del valle del río Sinú, que atraviesa la ciudad de norte a sur. Estas características topográficas, con terrenos bajos y sin mayores elevaciones, tienen implicaciones importantes para el desarrollo urbano, la gestión de recursos hídricos y la planificación de infraestructuras en la región.

Las coordenadas geográficas de Montería son latitud: 8.748°, longitud: -75.881° y elevación: 19 m. La topografía en un radio de 3 kilómetros de Montería contiene solamente variaciones modestas de altitud, con un cambio máximo de altitud de 71 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 16 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene solamente variaciones modestas de altitud (206 metros). En un radio de 80 kilómetros contiene variaciones grandes de altitud (868 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Montería está cubierta de pradera (51%) y arboles (40%), en un radio de 16 kilómetros de árboles (31%) y pradera (27%) y en un radio de 80 kilómetros de árboles (25%) y pradera (25%). (Weather Spark, 2024). En la **Figura 3** se observa una imagen topográfica de la zona en estudio.



Fuente: Colombia en Mapas.
Figura 3 Topografía de la zona.

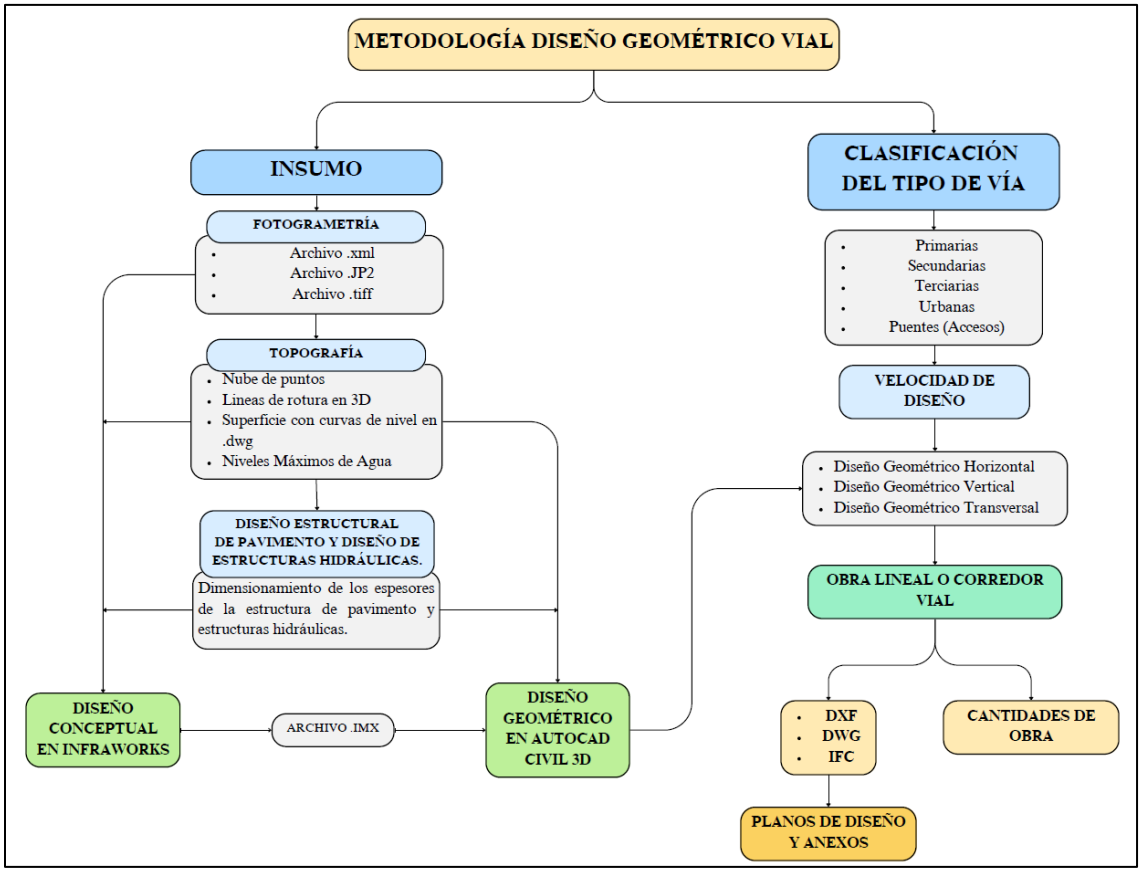
2.2 Normativa

La reglamentación y recomendaciones dadas en Colombia para el diseño geométrico de puentes están resumidas a continuación.

- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras *(Instituto Nacional de Vías, 2008)*.
- Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales PROGRAMA COLOMBIA RURAL *(Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2022)*.
- VÍAS URBANAS *(Vélez, 2020)*
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14 *(Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2013)*
- Manual de Drenaje para Carreteras *(Ministerio de Transporte; INVÍAS, 2009)*

3 CONTENIDO DEL INFORME

3.1 Metodología



Fuente: Elaboración propia.
Figura 4 Guía Metodológica Diseño Geométrico.

A continuación, se desglosará la metodología a utilizar para el desarrollo del diseño geométrico vial, abarcando los aspectos esenciales brindados por la normatividad colombiana y bibliografía existente.

3.1.1 Insumo

Para la realización del diseño geométrico, es esencial contar con los siguientes insumos principales:

3.1.1.1 Fotogrametría

Los insumos de este capítulo se obtendrán mediante un dron equipado con una cámara de alta resolución y un sistema de GPS. El dron realiza un vuelo siguiendo un patrón de cuadrícula sobre la zona de estudio, lo que garantiza una cobertura uniforme del área. Las imágenes aéreas capturadas se procesarán para crear ortomosaicos y modelos tridimensionales, generando datos en formatos compatibles como .xml, .JP2 y .tiff. Es preciso aclarar que este insumo es de vital importancia para la planificación del diseño geométrico en el modelo conceptual.

3.1.1.2 Topografía

Para el insumo topográfico se utilizarán las herramientas de estaciones totales y GPS diferencial (DGPS) para capturar coordenadas X, Y, Z en puntos seleccionados del terreno. Se creará una red de estaciones en puntos estratégicos para maximizar la cobertura y minimizar errores de medición. Una vez realizado el levantamiento topográfico, los datos se procesarán para generar un proyecto civil 3D, y se creará una superficie con curvas de nivel a partir de una nube de puntos que representará el terreno existente.

3.1.1.3 Generación del modelo digital del terreno (DTM)

Contando con el modelo digital de elevación, producto obtenido mediante el vuelo fotogramétrico y el levantamiento topográfico de superficie, se procederá a generar un DTM, el cual corresponde a la superposición de los dos productos acá referenciados, dando como resultado un archivo de extensión land .xml; el cual es insumo fundamental para la realización del diseño conceptual en InfraWorks.

3.1.1.4 Diseño estructural de pavimento

Es fundamental disponer inicialmente del diseño estructural del pavimento para llevar a cabo el diseño conceptual, si es necesario. Una vez completado, se integrará esta estructura en el ensamblaje del diseño transversal. Este proceso permitirá obtener estimaciones precisas de las cantidades de material necesarias para las explanaciones, asegurando así que los cálculos sean adecuados y basados en la estructura final del pavimento.

3.1.1.5 Diseño de estructura hidráulicas

El diseño de las estructuras hidráulicas es de vital importancia, como lo son; bajantes de aguas lluvias, cunetas, canales, tuberías, box culverts, alcantarillas, pontones, puentes y superestructuras. Estas

estructuras son fundamentales como insumo para el diseño geométrico, ya que permiten considerar empalmes, niveles de acabados y las transiciones necesarias para garantizar que el diseño geométrico funcione de manera integral.

3.1.2 Diseño conceptual en InfraWorks

En este capítulo, se procederá a trazar preliminarmente el eje del corredor vial, utilizando para ello la información topográfica y fotogramétrica (Archivo land .xml y archivo JP2). A continuación, se desarrollará el perfil longitudinal de la vía, que proporcionará una visión clara de su alineación vertical a lo largo de su recorrido. Asimismo, se elaborarán las secciones transversales con la información del dimensionamiento de la estructura de pavimento, que permitirán una comprensión detallada del diseño de la vía en diferentes puntos a lo largo de su trayecto. En esta fase inicial también se llevará a cabo la planificación preliminar de las obras menores y superestructuras que serán necesarias para el desarrollo integral del proyecto, considerando su integración con el trazado de la vía y su impacto en el entorno. Este enfoque integral no solo asegura que todos los aspectos del diseño se coordinen de manera efectiva y se alineen con los objetivos del proyecto, sino que también facilita la obtención de cantidades de obras preliminares, las cuales permiten identificar posibles actividades y elaborar un presupuesto preliminar más preciso.

3.1.3 Diseño geométrico en Civil 3D

Con un análisis detallado de la topografía del proyecto y, si es necesario, del diseño conceptual de InfraWorks, se procederá a la creación de un archivo en Civil 3D. Este archivo servirá como el recurso fundamental para el desarrollo del diseño geométrico de la vía, abarcando tanto la alineación horizontal como la vertical y transversal. Civil 3D permitirá integrar y analizar la información topográfica de manera precisa, facilitando la elaboración de modelos detallados y el ajuste de parámetros de diseño. Además, este enfoque garantiza que el diseño se ajuste a las características del terreno y cumpla con los requisitos técnicos y normativos del proyecto, optimizando así la eficiencia y la viabilidad del diseño final.

3.1.4 Clasificación del tipo de carretera

Teniendo en cuenta el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Instituto Nacional de Vías, 2008), las carreteras se clasifican según su funcionalidad y el tipo de terreno. Para vías urbanas se clasifican según espacio público (Vélez, 2020). De esta forma se definen los conceptos así:

3.1.4.1 Según su funcionalidad

- **Primarias**

Son aquellas carreteras troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumplen una función básica de integración. Este tipo de carreteras generalmente son de doble calzadas.

- **Secundarias**

Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria.

- **Terciarias**

Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.

3.1.4.2 Según espacio público y geometría

Los factores para tener en cuenta para la clasificación de las vías son las siguientes:

Características del tránsito: Hace referencia al volumen, composición y velocidad de operación. Esta variable es de gran relevancia en el momento de diseñar intersecciones a nivel, ya que en función del tránsito (ADES Automóviles Directos Equivalentes) se determina la capacidad o número de carriles. Sin embargo, esta variable no aplica para este diseño, ya que el ancho de las vías está limitado al espacio público.

- **Geometría de la vía**
  Hace referencia al ancho total, número de calzadas, carriles por calzada, aislamientos laterales, pendientes y alineamientos. El diseño geométrico de las vías de estudio está limitado al espacio público **(ancho de calzada),** pendientes longitudinales en función del drenaje vial, bombeos transicionales para manejo de escorrentías superficiales y empalmes de intersecciones viales.

- **Espacio público**

  Se refiere a la disponibilidad de espacio en función del crecimiento población y desarrollo urbanístico. Con el fin de tener una homogeneidad en todo el corredor vial se tendrá un mismo ancho de calzada, ya que la selección de tal variable depende especialmente de la distancia que existe entre los corredores de las viviendas, considerando la disponibilidad para el diseño de espacio público (**andenes, rampas de acceso, deprimidos y cruces viales peatonales).**

- **Funcionalidad**

  Se refiere a la accesibilidad, continuidad, visibilidad y distribución del tránsito. Teniendo en cuenta estos aspectos, las vías urbanas se clasifican de la siguiente manera.
  - **Vías arterias (VA)**

Son las que conforman la red básica de la ciudad. El tránsito que canalizan corresponde a desplazamientos entre sectores urbanos y suburbanos distantes, integrándolos a la actividad urbana.

No deben tener, en lo posible, limitaciones a su continuidad, con el fin de alojar flujos de tránsito intensos a velocidades medias. Las vías arterias pueden ser principales y secundarias.

- **Vías colectoras (VC)**

Son las que distribuyen el tránsito dentro de las distintas áreas que conforman la ciudad, es decir, permiten la accesibilidad directa a zonas residenciales, institucionales, comerciales, industriales y recreacionales. Son el vínculo entre las vías arterías secundarias y las vías locales. Son utilizadas para la operación del sistema de transporte público colectivo urbano en escala local.

Por lo general son de una calzada y tienen asignada circulación en ambos sentidos. No les debe ser permitido cruzar las vías arterias secundarias.

- **Vías locales (VL)**

Tienen como función principal el acceso directo a los edificios y propiedades individuales, a partir de las vías colectoras principalmente. Soportan el tránsito de vehículos particulares livianos y permiten el estacionamiento sobre la vía, con preferencia en zonas diseñadas y reguladas para tal fin. No son utilizadas, en promedio, por más de 50 vehículos comerciales en el día por sentido.

Las vías locales pueden ser principales o secundarias, según su dimensión y/o sentidos de circulación. Además de la circulación de vehículos, deben disponer de áreas suficientes para la circulación peatonal hacia las vías colectoras, en procura de acceder al sistema de transporte público colectivo urbano.

- **Vías marginales (VM)**

Son aquellas que separan áreas urbanizables de áreas no urbanizables, o áreas construidas de áreas destinadas a áreas libres, de reserva forestal, recreacional, deservicios púbicos, etc.

- **Vías paisajísticas (VP)**

Son vías que por su localización y características topográficas y de ocupación de sus zonas colindantes deben tener un tratamiento especial en sus zonas de aislamiento. Son aquellas vías paralelas a los ríos que delimitan zonas de protección de ríos, o localizadas en áreas con visuales paisajísticas de interés, casi siempre ubicadas en las zonas altas de las ciudades. Por su naturaleza también son de carácter marginal, y por eso, con frecuencia, se les denomina vías marginales paisajísticas, VMP.

3.1.4.3 Según tipo de terreno

- **Plano**

Son carreteras en donde sus pendientes longitudinales son normalmente menores de tres por ciento, y su pendiente transversal al eje de la vía es menor a 5 grados. Presenta un movimiento de tierra mínimo durante su construcción.

- **Ondulado**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre seis y trece grados (6° - 13°). Requiere moderado movimiento de tierras durante la construcción, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre tres y seis por ciento.

- **Montañoso**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados (13° - 40°). Generalmente requiere grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre seis y ocho por ciento.

- **Escarpado**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a cuarenta grados (40°). Exigen el máximo movimiento de tierras durante la construcción, lo que acarrea grandes dificultades en el trazado y en la explanación, puesto que generalmente los alineamientos se encuentran definidos por divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a ocho por ciento.

3.1.5 Velocidad de diseño

En el proceso de asignación de la velocidad de diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

También se busca garantizar la consistencia en función de la velocidad, debe identificarse a lo largo del corredor tramos homogéneos a los que por las condiciones topográficas se les pueda asignar una misma velocidad. El rango de velocidades para vías urbanas esta dado desde 20-30km/h a 80km/h, tal como se muestra en la **Tabla 2**.

Tipo de Vía	Velocidad de Diseño (km/h)
ARTERIA PRINCIPAL	60 a 80
ARTERIA SECUNDARIA	60
COLECTORA	50
MARGINAL	50
PAISAJISTICA	50
LOCAL	30 a 50
SEMIPEATONAL	30

Fuente: Clase magistral Ing. Efraín Solano.
Tabla 2 Velocidades de diseño vías urbanas (Vélez, 2020).

Para carreteras, esta velocidad se denomina velocidad de diseño del tramo homogéneo (Vtr), esta velocidad se determina con base al tipo del terreno y a la categoría de la vía. En la **Tabla 3** se puede ver las velocidades de diseño en función de la categoría de la carretera y del tipo de terreno.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							▨	▨	▨	▨
	Ondulado							▨	▨	▨	▨
	Montañoso						▨	▨	▨	▨	
	Escarpado						▨	▨	▨		
Primaria de una calzada	Plano							▨	▨	▨	
	Ondulado						▨	▨	▨	▨	
	Montañoso					▨	▨	▨	▨		
	Escarpado					▨	▨	▨			
Secundaria	Plano					▨	▨	▨			
	Ondulado				▨	▨	▨	▨			
	Montañoso			▨	▨	▨	▨				
	Escarpado			▨	▨	▨					
Terciaria	Plano			▨							
	Ondulado		▨	▨							
	Montañoso	▨	▨	▨							
	Escarpado	▨	▨								

Fuente: Tabla 2.1 M.D.G. INVIAS.

Tabla 3 Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (VTR) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno (Ref. tabla 2.1. M.D.G. INVIAS).

3.1.5.1 Velocidad especifica de la curva horizontal

Para asignar la velocidad específica (VCH) a las curvas horizontales incluidas en un tramo homogéneo, se considera como parámetro la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR) en que se encuentra la curva horizontal.

La velocidad específica de las curvas horizontales (VCH) no puede ser menor que la velocidad de diseño del tramo (VCH ≥ VTR) ni superior a ésta en veinte Kilómetros por hora (VCH ≤ VTR + 20).

3.1.6 Diseño Geométrico Horizontal

El diseño geométrico horizontal se considerará según el tipo de vía mencionado en el **numeral 3.1.4**. Este diseño se desarrollará utilizando el archivo de AutoCAD Civil 3D, siguiendo los parámetros establecidos a continuación:

3.1.6.1 Vehículo de diseño

En la **Tabla 4** se presentan los vehículos de diseño adoptados en el Manual de diseño geométrico de carreteras (Instituto Nacional de Vías, 2008). Es pertinente indicar que para efectos de los radios de giro requeridos en el diseño de enlaces en intersecciones y sobreancho en curvas de radios reducidos de bebe tener en cuenta el vehículo de diseño como el más representativo del proyecto.

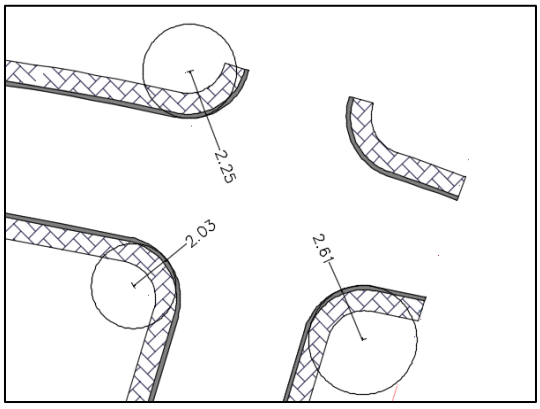
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Vehículo liviano	-
Bus mediano	-
Bus grande	-
2	Camión de dos (2) ejes - Camión sencillo
3	Camión de tres (3) ejes - Dobletroque
3S2	Tractocamión de tres (3) ejes con Semirremolque de dos (2) ejes

Fuente: Tabla 2.4 M.D.G. INVIAS.
Tabla 4 Nomenclatura empleada para la descripción de los vehículos de diseño.

El diseño geométrico de una vía está orientado a definir un trazado que facilite la circulación de los vehículos tanto en el sentido longitudinal como en su ubicación en el sentido transversal de la calzada. El vehículo representativo de todos los vehículos que puedan circular por dicha vía se denomina vehículo de diseño.

3.1.6.2 Radio de giro de bordes

Esta variable es particularmente relevante para vías urbanas, donde la selección del radio de giro de borde es crucial debido a las limitaciones del espacio público. Es esencial que el radio de giro no solo se ajuste al espacio disponible, sino que también garantice la movilidad eficiente de los vehículos sin incrementar sus costos operacionales. Por ello, se deberá seleccionar un radio de giro que oscile entre 3 y 5 metros, dependiendo de la disponibilidad y configuración del espacio. Ver Figura **5**.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 5 Radio de giro de borde.

3.1.6.3 Coeficiente de fricción transversal máxima

El coeficiente de fricción es un valor que depende de varios factores entre los cuales se encuentra el estado de rodadura, la velocidad del vehículo, el tipo de llantas de los vehículos etc. En la **Tabla 5** se indican los valores del coeficiente de fricción indicados por los estudios de la AASHTO.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA f_{Tmax}	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Tabla 3.1 M.D.G. INVIAS.
Tabla 5 Coeficiente de fricción lateral máxima.

3.1.6.4 Radio de curvatura mínimo (Rcmin)

El radio mínimo (RC mín.) es el valor límite de curvatura para una velocidad específica (VCH) de acuerdo con el peralte máximo (e máx.) y el coeficiente de fricción transversal máxima (fT máx.) Ver **Tabla 5**. El radio mínimo de curvatura será usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El cálculo se realiza por medio de la siguiente ecuación. La elección del peralte máximo dependerá del tipo de vía a diseñar.

$$Rc = \frac{Vch^2}{127\ x\ (e + ft)}$$

$$e = \frac{Vch^2}{127\ x\ Rc} - ft$$

Donde:

Rc= Radio de la curva circular (m).
Vch = Velocidad especifica con que se diseña la curva (Km/h).
e= Peralte de la calzada en la curva (m/m).
ft = Coeficiente de fricción lateral.

VELOCIDAD ESPECIFICA (Km/h)	PERALTE MAXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL fmax	TOTAL, emax + fmax	RADIO MINIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	*6*	0.35	0.41	7.7	15.0
30		0.28	0.34	20.8	21.0
40		0.23	0.29	43.4	43.0
50		0.19	0.25	78.7	79.0
60		0.17	0.23	123.2	123.0
70		0.15	0.21	183.7	184.0
80		0.14	0.20	252.0	252.0
90		0.13	0.19	335.7	336.0
100		0.12	0.18	437.4	437.0
110		0.11	0.17	560.4	560.0
120		0.09	0.15	755.9	756.0
130		0.08	0.14	950.5	951.0

Fuente: Tabla 3.3 M.D.G. INVIAS.
Tabla 6 Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 6 % y fricción máxima.

VELOCIDAD ESPECIFICA (Km/h)	PERALTE MAXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL fmax	TOTAL emax + fmax	RADIO MINIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	*8*	0.23	0.31	40.6	41.0
50		0.19	0.27	72.9	73.0
60		0.17	0.25	113.4	113.0
70		0.15	0.23	167.8	168.0
80		0.14	0.22	229.1	229.0
90		0.13	0.21	303.7	304.0
100		0.12	0.20	393.7	394.0
110		0.11	0.19	501.5	501.0
120		0.09	0.17	667.0	667.0
130		0.08	0.16	831.7	832.0

Fuente: Tabla 3.3 M.D.G. INVIAS.
Tabla 7 Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 8 % y fricción máxima.

3.1.6.5 Selección del peralte en función del radio seleccionado y la velocidad especifica.

Una vez asignada la velocidad específica (VCH) a cada curva horizontal y con el radio de curvatura elegido (RC), que es el que permite ajustar de la mejor manera la trayectoria de la curva a la topografía del terreno, es necesario asignar el peralte que debe tener dicha curva para que con su radio (RC) permita que los vehículos puedan circular con plena seguridad a la velocidad específica (VCH), por lo tanto las curvas de radios superiores al mínimo no cumplen con la fricción transversal máxima (fTmáx) sino con las fricción transversal demandada.

En la **Tabla 8** se presenta el valor del peralte en función de la velocidad y el radio de curva para carreteras terciaria y peralte máximo del **6.00%.** En la **Tabla 9** se observa el valor del peralte en función de la velocidad y el radio de curvatura para un peralte máximo de **8.00%**.

emax 6.00 (%)	Velocidad especifica Vch (km/h)					
	20	30	40	50	60	70
	Radio (m)					
1.50	**194**	**421**	**738**	**1050**	**1440**	**1910**
2.00	135	299	525	750	1030	1380
2.20	122	265	465	668	919	1230
2.40	109	238	415	599	825	1110
2.60	97	212	372	540	746	1000
2.80	87	190	334	488	676	910
3.00	78	170	300	443	615	831
3.20	70	152	269	402	561	761
3.40	61	133	239	364	511	697

emax 6.00 (%)	Velocidad especifica Vch (km/h)					
	20	30	40	50	60	70
	Radio (m)					
3.60	51	113	206	329	465	640
3.80	42	96	177	294	422	566
4.00	36	82	155	261	380	535
4.20	31	72	136	234	343	488
4.40	27	63	121	210	311	446
4.60	24	56	108	190	283	406
4.80	21	50	97	172	258	374
5.00	19	45	88	156	235	343
5.20	17	40	79	142	214	315
5.40	15	36	71	128	195	287
5.60	13	32	63	115	176	260
5.80	11	28	56	102	156	232
6.00	**8**	**21**	**43**	**79**	**123**	**184**

Fuente: Tabla 3.5 M.D.G. INVIAS.

Tabla 8 Radios (Rc) según Velocidad Especifica (Vch) y Peraltes (e) para emax = 6%.

emax 8 (%)	Velocidad especifica Vch (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
	Radio (m)											
1.50	**184**	**443**	**784**	**1090**	**1490**	**1970**	**2440**	**2970**	**3630**	**4180**	**4900**	**5360**
2.00	133	322	571	791	1090	1450	1790	2190	2680	3090	3640	4000
2.20	119	288	512	711	976	1300	1620	1980	2420	2790	3290	3620
2.40	107	261	463	644	885	1190	1470	1800	2200	2550	3010	3310
2.60	97	237	421	587	808	1080	1350	1650	2020	2340	2760	3050
2.80	88	216	385	539	742	992	1240	1520	1860	2160	2550	2830
3.00	81	199	354	496	684	916	1150	1410	1730	2000	2370	2630
3.20	74	183	326	458	633	849	1060	1310	1610	1870	2220	2460
3.40	68	169	302	425	588	790	968	1220	1500	1740	2080	2310
3.60	62	158	279	395	546	738	924	1140	1410	1640	1950	2180
3.80	57	144	259	368	512	690	866	1070	1320	1540	1840	2060
4.00	52	134	241	344	479	648	813	1010	1240	1450	1740	1950
4.20	46	124	224	321	449	606	766	948	1180	1380	1650	1850
4.40	43	115	206	301	421	573	722	895	1110	1300	1570	1760
4.60	38	106	192	281	395	540	682	847	1050	1240	1490	1680
4.80	33	96	176	263	371	509	645	803	996	1180	1420	1610
5.00	30	87	163	246	349	480	611	762	947	1120	1360	1540
5.20	27	76	148	229	328	454	579	724	901	1070	1300	1480
5.40	24	71	136	213	307	429	549	689	859	1020	1250	1420
5.60	22	65	125	196	288	405	521	656	819	975	1200	1360

emax 8 (%)	Velocidad especifica Vch (km/h)											
	20	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**	**110**	**120**	**130**
	Radio (m)											
5.80	20	59	115	185	270	382	494	625	781	933	1150	1310
6.00	19	55	106	172	253	360	469	595	746	894	1100	1260
6.20	17	50	98	161	238	340	445	567	713	857	1060	1220
6.40	16	46	91	151	224	322	422	540	681	823	1020	1160
6.60	15	43	85	141	210	304	400	514	651	789	982	1140
6.80	14	40	79	132	198	287	379	489	620	757	946	1100
7.00	13	37	73	123	185	270	358	464	591	724	914	1070
7.20	12	34	68	115	174	254	338	440	561	691	879	1040
7.40	11	31	62	107	162	237	318	415	531	657	842	998
7.60	10	29	57	99	150	221	296	389	499	621	803	962
7.80	9	26	52	90	137	202	273	359	462	579	757	919
8.00	**7**	**20**	**41**	**73**	**113**	**168**	**229**	**304**	**394**	**501**	**667**	**832**

Fuente: Tabla 3.5 M.D.G. INVIAS.

Tabla 9 Radios (Rc) según Velocidad Especifica (Vch) y Peraltes (e) para emax = 8%.

3.1.6.6 Transición del peralte

Las longitudes de transición se consideran a partir del punto donde el borde exterior del pavimento comienza a elevarse partiendo de un bombeo normal, hasta el punto donde se forma el peralte total de la curva. La longitud de transición está constituida por dos tramos principales:

- *La distancia (N) necesaria para levantar el borde exterior, del bombeo normal a la nivelación con el eje de la vía, llamado aplanamiento.*
- *La distancia (L) necesaria para pasar de este punto al peralte total en la curva circular. La longitud total de transición se define mediante la siguiente expresión:*

$$Lt = L + N$$

$$N = \frac{BN \times L}{e_f}$$

Donde:
Lt: Longitud total de transición, (m).
L: Longitud del punto donde el peralte es cero al punto del peralte total en la curva circular (m).
N: aplanamiento, (m).
BN: Bombeo normal, (%).
Ef: Peralte total, (%).

3.1.6.7 Rampa de peralte.

La rampa de peralte se define como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje horizontal de la calzada y la inclinación del borde de la misma y se determina por la siguiente expresión:

$$\Delta s = a \times \left(\frac{e_f - e_i}{L}\right)$$

Donde:
Δs: Inclinación longitudinal de la rampa de peraltes, (%).
L: longitud de transición, L= Lt - N, (m).
ef: Peralte al finalizar el tramo de transición o peralte total, (%)
ei: Peralte al iniciar el tramo de transición, (%).
A: Distancia del eje de giro al borde exterior de la calzada, (m).
Estos valores de la inclinación de la rampa garantizan no solamente la comodidad de la marcha de los vehículos, sino una adecuada apariencia de la carretera y cualquiera que sea el sistema seguido para conformar el peralte total, no deben ser excedidos. La **Tabla 10** presenta valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para la rampa de peralte.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente: Tabla 3.6 M.D.G. INVIAS.
Tabla 10 Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes máxima.

Se adoptan valores sugeridos por la AASHTO – 2004 para la pendiente relativa de la rampa de peraltes para las velocidades comprendida entre (60 - 120 km/h). Para las velocidades entre veinte a cincuenta kilómetros por hora (20 - 50 km/h) se adoptan valores ajustados a las necesidades de las carreteras secundarias y terciarias donde el espacio para realizar la transición de peraltado es muy limitado.

La siguiente ilustración muestra el desarrollo de peralte a emplear, rotando la calzada desde el eje de la vía.

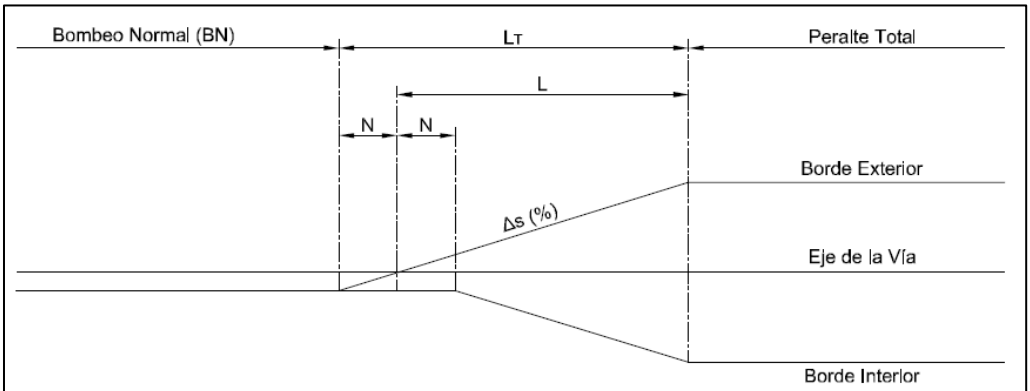


Figura 3.17 - Desarrollo del peralte

Fuente: Manual Diseño Geométrico de Vías INVIAS.
Figura 6 Desarrollo de Peralte.

3.1.6.8 Cálculo de la longitud de transición

Las longitudes de transición para este caso se toman a partir del bombeo normal, hasta el punto donde se forma el peralte máximo.

La longitud de transición se calcula de acuerdo con la relación indicada en el **numeral 3.1.6.7**, rampa de peralte, en donde se puede obtener la longitud de transición en función de la inclinación relativa de la rampa de peralte, ancho de calzada que gira y los cambios de peralte, variables ya definidas, por lo tanto, la ecuación para el cálculo queda de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{L = a * bw * \left(\frac{ef - ei}{\Delta s}\right)} \qquad \boldsymbol{a = w * n}$$

Donde:

- ✓ a= Ancho de la calzada que gira (m).
- ✓ L: Longitud de transición (m).
- ✓ ef - ei = Cambio de peralte (%), donde ei = peralte inicial = 0.
- ✓ bw = factor de ajuste debido al número de carriles que giran (m).
- ✓ Δs = inclinación relativa de la rampa de peraltes.
- ✓ w = Ancho de carril (m).
- ✓ n = número de carriles que giran.

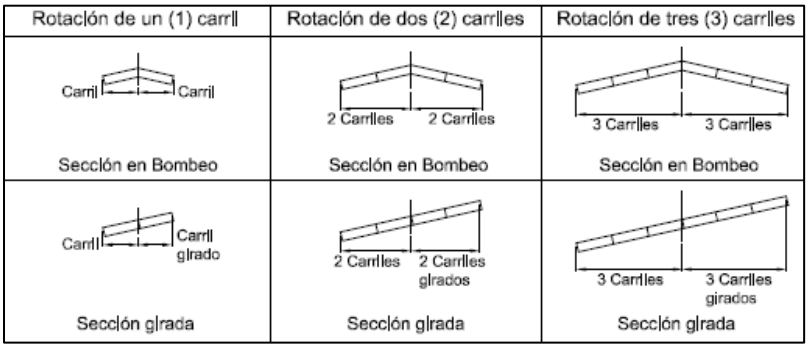
El valor de la inclinación relativa de la rampa de peralte (Δs) se obtiene de la **Tabla 10**, los demás datos de la ecuación se definen al seleccionar los peraltes y el ancho de la sección transversal.

El valor del ancho de calzada que gira (a) es igual al ancho de los carriles que giran. Cuando el número de carriles que rotan es mayor que uno (1) es conveniente el uso de un factor de ajuste (bw) para evitar una excesiva longitud de transición y desniveles muy altos entre el borde exterior y el eje de

giro. En la **Tabla 11** se indican los factores de ajuste (AASHTO - 2004) y en la **Figura 7** los bosquejos que indican los carriles que giran respecto a su eje de giro.

NÚMERO DE CARRILES QUE GIRAN (n)	FACTOR DE AJUSTE (b_w)	INCREMENTO EN LOS CARRILES DE GIRO RESPECTO A UN CARRIL GIRADO
1.0	1.00	1.00
1.5	0.83	1.25
2.0	0.75	1.50
2.5	0.70	1.75
3.0	0.67	2.00
3.5	0.64	2.25

Fuente: Tabla 3.6a M.D.G. INVIAS.
Tabla 11 Factor de ajuste para el número de carriles girados.



Fuente: Manual Diseño Geométrico de Vías INVIAS.
Figura 7 Rotación de los carriles respecto a su eje.

3.1.6.9 Entretangencia Horizontal

Entretangencia mínima

- ✓ **Para curvas de distinto sentido:** si el alineamiento se hace con curvas circulares únicamente, la longitud de entretangencia debe satisfacer la mayor de las condiciones dadas por longitud de transición, de acuerdo con los valores de pendiente máxima para rampa de peraltes y por la distancia recorrido en un tiempo de 5 segundos a la menos de las velocidades específicas de las curvas adyacentes a la entretangencia en estudio.
- ✓ **Para curvas del mismo sentido:** para curvas circulares especialmente en terreno plano, la entretangencia no puede ser menor al espacio recorrido en un tiempo de quince segundos a la velocidad específica de la entretangencia horizontal.

Entretangencia máxima

Se deben acondicionar entretangencias suficientemente largas que permitan cumplir con la Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (Da), pero en el caso que se excedan estas distancias por razones propias del diseño es necesario procurar que la longitud máxima de recta no sea superior a quince (15) veces la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH) expresada en kilómetros

por hora (km/h). Este criterio se aplica de igual forma para curvas de igual sentido como para curvas de diferente sentido.

3.1.6.10 Longitud mínima de la curva circular

Para ángulos de deflexión entre tangentes menores o iguales a seis grados (6°), en el caso de que no se puedan evitar, se realizará la unión de las mismas mediante una curva circular simple de tal forma que se cumplan los criterios indicados en la **Tabla 12**. La aplicación de estos criterios define la longitud mínima de las curvas circulares puesto que evita diseñar curvas circulares con longitudes demasiado cortas que generan una defectuosa apariencia de la vía y producen la sensación de quiebre forzado entre dos alineamientos rectos.

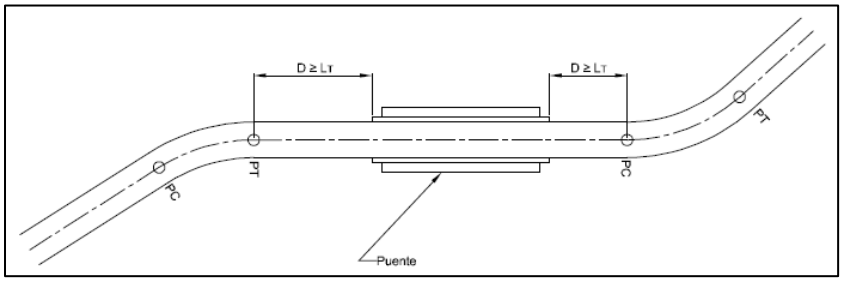
ANGULO ENTRE ALINEAMIENTOS	6°	5°	4°	3°	2°
RADIO MÍNIMO (m)	2000	2500	3500	5500	9000

Fuente: Tabla 3.10 M.D.G. INVIAS.
Tabla 12 Radios para pequeñas deflexiones entre alineamientos rectos.

3.1.6.11 Criterio de diseño geométrico horizontal para puentes

Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Instituto Nacional de Vías, 2008), en el diseño en planta salvo a condiciones justificadas y concertadas con el contratante, se deberá atender a los siguientes criterios:

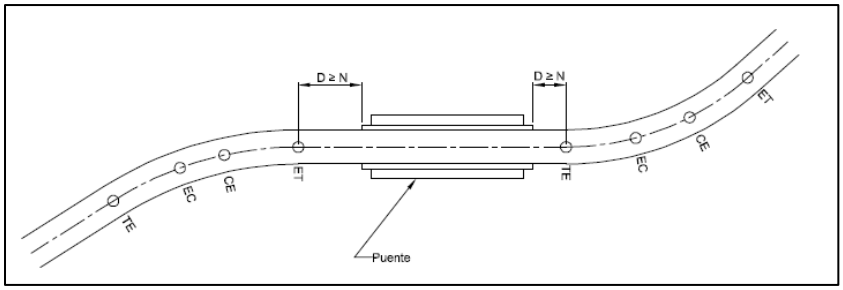
- Se debe buscar que el puente se encuentre dentro de una entretangencia o dentro de un tramo de curvatura constante.
- No se deberán proyectar puentes dentro de curvas de transición.
- Si el puente se localiza en una entretangencia la distancia mínima requerida entre los estribos del puente y las curvas adyacentes será:
  - Para el caso de curvas circulares, entre el estribo y el inicio de la curva deberá existir como mínimo una distancia (D) igual a la requerida para realizar la transición de peralte (LT), tal como se indica en la **Figura 8**.



Fuente: Manual Diseño Geométrico de Vías INVIAS.
Figura 8 Distancia mínima para el caso de curvas adyacentes circulares.

  - Para el caso de curvas con espirales de transición, entre el estribo y el inicio de la espiral de transición deberá existir como mínimo una distancia (D) igual a la

requerida para realizar el aplanamiento de la calzada (N), como se indica en la **Figura 9**.



Fuente: Manual Diseño Geométrico de Vías INVIAS.
Figura 9 Distancia mínima para el caso de curvas adyacentes con espirales de transición.

3.1.7 Diseño Geométrico Vertical

El alineamiento vertical de la vía se compone de segmentos rectos conectados por arcos parabólicos. Los tramos rectos, conocidos como tangentes, presentan una inclinación vertical que depende principalmente de la topografía del área, la presencia de obras de drenajes o superestructuras que puedan estar limitadas por el gálibo, así como por el alineamiento horizontal y del volumen de vehículos pesados que transitarán por la vía. A continuación, se detallarán las variables que influyen en el diseño vertical, las cuales se tendrán en cuenta para garantizar que el diseño sea óptimo y funcional.

3.1.7.1 Tangente vertical

En esta etapa, se trazarán las tangentes necesarias, ya sea según el perfil topográfico u otro criterio fundamental, subdivididas en PIV. Sin embargo, es fundamental que se cumplan los siguientes criterios:

Pendiente mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento debe ser de cero puntos cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero puntos tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable.

Pendiente máxima

Para determinar la pendiente máxima debemos saber que esta se encuentra relacionada con la velocidad a la cual van a circular los vehículos, es decir que está pendiente varia del tipo de vía que estemos estudiando. Para vías primarias y secundarias la pendiente máxima se debe establecer considerando velocidades altas (60 – 130 km/h).

Para la selección de la pendiente máxima es necesario adoptar la pendiente media máxima del corredor, la cual debe estar en consonancia con la velocidad de diseño del tramo homogéneo en la **Tabla 13** se presentan los valores correspondientes.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5
Primaria de una calzada	-	-	-	-	7	7	6	6	5	-
Secundaria	-	-	7	7	7	7	6	-	-	-
Terciaria	7	7	7	-	-	-	-	-	-	

Fuente: M.D.G. INVIAS.

Tabla 13 Elección de la pendiente máxima de la vía en función de la velocidad de diseño del tramo homogéneo.

Longitud mínima

Las longitudes mínimas de las tangentes verticales dependen de la velocidad específica, es decir, para velocidades menores a 40 km/h la longitud será la distancia recorrida en siete segundos, medida como proyección horizontal. Las tangentes verticales cuyas velocidades específicas son mayores a 40 km/h no tendrán una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos, a continuación, se presentan los valores para diferentes velocidades específicas de la tangente vertical.

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Fuente: M.D.G. INVIAS.

Tabla 14 Longitud mínima de tangente vertical.

Longitud máxima

- **Longitud critica de la tangente vertical**

Se considera que la Longitud crítica de la tangente vertical es aquella en la que el vehículo pesado seleccionado para el diseño sufre una reducción en su velocidad de veinticinco kilómetros por hora (25 km/h) con respecto a su velocidad media de operación en tramos a nivel de la carretera que se diseña.

- **Pendiente de la tangente vertical siguiente a la de longitud critica**

La pendiente recomendable para que el vehículo pesado alcance a recuperar la velocidad inicial que tenía antes de entrar a la tangente de longitud crítica, es de uno por ciento (1%) en una longitud igual o mayor a la longitud crítica anteriormente superada.

3.1.7.2 Curvas verticales

El diseño vertical se definirá con base al nivel superior de la capa de rodadura, ajustándose lo mejor posible a la condición actual del terreno.

El diseño de curvas verticales se realizará con base al parámetro K, de igual manera buscando la mejor acomodación al terreno y mejora en la visibilidad de parada. En ningún caso se excederá la pendiente longitudinal máxima recomendada de acuerdo con la velocidad de diseño adoptada para cada sector.

En algunas abscisas se realizará las mejoras del alineamiento vertical para proporcionar condiciones adecuadas de visibilidad, comodidad y seguridad a los usuarios de la vía; sin dejar a un lado la importancia de optimizar los movimientos de tierra para no afectar el proyecto económicamente.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CV} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE $K_{mín}$				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 (1)
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 (1)
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

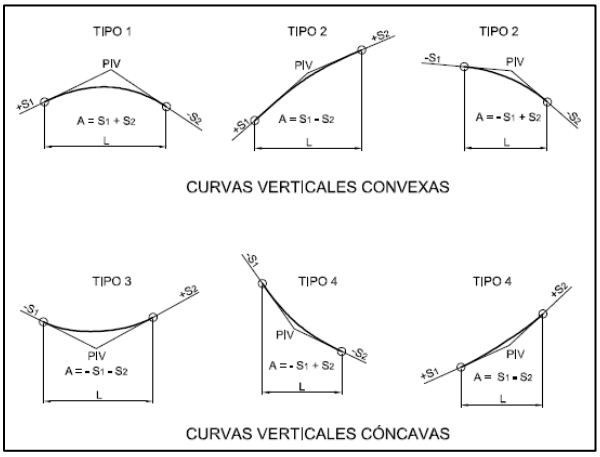
Fuente: Tabla 4.4 M.D.G. INVIAS.

Tabla 15 Valores de K mín. para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales (Ref. tabla 4.4. M.D.G. INVIAS).

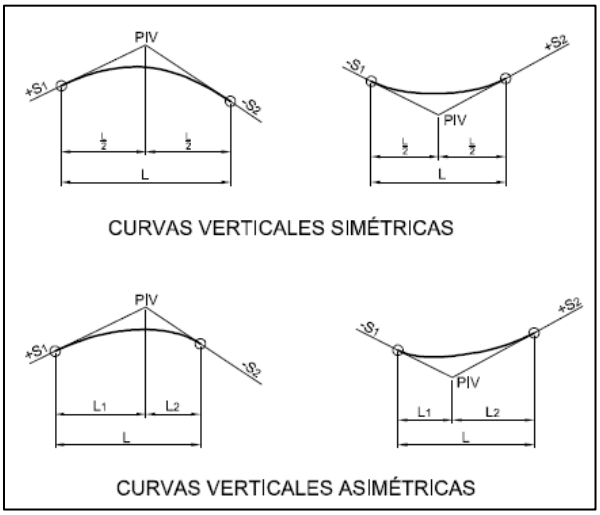
3.1.7.3 Tipos de curvas verticales

Las curvas verticales pueden ser de dos tipos, cóncavas o convexas dependiendo de su forma, y simétricas o asimétricas de acuerdo a su proporción entre sus ramas. Ver **Figura 10**

Las curvas simétricas están conformadas por dos parábolas de igual longitud que se unen en la proyección vertical del PIV, para las curvas asimétricas su determinación es diferente ya que sus parábolas son de diferente longitud. En la **Figura 11** se muestra un claro ejemplo de curvas simétricas y asimétricas.



Fuente: Manual Diseño Geométrico de Vías INVIAS.
Figura 10 Tipos de curvas verticales cóncavas y convexas.



Fuente: Manual Diseño Geométrico de Vías INVIAS.
Figura 11 Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.

3.1.7.4 Determinación de la longitud de las curvas verticales

Para la determinación de las curvas verticales ya sean simétricas o asimétricas, cóncavas o convexas se deben considerar diferentes criterios.

- **Criterio de seguridad**

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (DP). Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).

- **Criterio de operación**

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

- **Criterio de drenaje**

Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultándose el drenaje de la calzada, por lo cual el parámetro K para control de visibilidad de parada en ningún caso para curvas cóncavas puede ser mayor a 50 ya que podría convertir la curva vertical en un tramo de la vía con pendiente cero lo que ocasionaría durante un día de precipitación estancamiento de aguas lluvias.

- **Parámetro Visibilidad de Parada (K)**

La longitud de la curva es la relación del parámetro K con la sumatoria de las pendientes longitudinales, proceso de calculo que generalmente se realiza durante el proceso de cálculo con el software AutoCAD Civil 3D, este es el método más usado para el cálculo de la longitud de la curva vertical.

3.1.7.5 Criterio de diseño geométrico vertical para puentes

Los diseños deberán cumplir con los siguientes criterios:

- Se debe buscar que el puente se encuentre dentro de un tramo de pendiente constante.
- Cuando se presenten curvas verticales adyacentes al puente, su desarrollo se deberá realizar completamente fuera del mismo. Se aceptará que los puntos extremos de las curvas verticales coincidan exactamente con los estribos del puente.

3.1.8 Diseño Geométrico Transversal

3.1.8.1 Ancho de calzada

Se indica el ancho de la calzada en función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). Ver **Tabla 16.**

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Tabla 5.2 M.D.G. INVIAS.
Tabla 16. Ancho de calzada en metros.

3.1.8.2 Bombeo normal o inclinación transversal

El bombeo normal es la pendiente que se le da a la calzada con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. En la siguiente **Tabla 17** se indica la inclinación transversal denominada bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

Fuente: Tabla 5.3 M.D.G. INVIAS.
Tabla 17 Determinación del bombeo de la vía a diseñar.

3.1.8.3 Criterios de diseño geométrico transversal para puentes

El diseño geométrico transversal deberá cumplir con ciertos criterios según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Instituto Nacional de Vías, 2008):

- Para la zona de circulación vehicular se mantendrá la sección transversal típica del tramo de carretera correspondiente a los elementos de la corona.
- Cuando se requiera la implementación de zonas para paso peatonal, éstas se deberán separar de la zona de circulación vehicular mediante barreras y proteger hacia el exterior del tablero mediante barandas.
- Cuando el puente haga parte de una carretera multicarril, se deberá dotar de un separador para cada sentido de circulación.

- En ningún caso los elementos tendrán anchos inferiores a los siguientes:
  - Carril: tres metros con cincuenta centímetros (3.50 m).
  - Berma: un metro (1.00 m).
  - Andenes: un metro (1.00 m).
  - Ciclorrutas: dos metros (2.00 m).

3.1.9 Obra lineal o corredor vial

Una vez completado el diseño geométrico de la vía, tratando de cumplir en lo posible con todos los parámetros antes mencionados, se procederá a la generación de la obra lineal del corredor. Este proceso implica la integración de los componentes del diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía con la superficie topográfica existente. La obra lineal permite combinar estos elementos para crear una representación precisa del trayecto de la vía, lo que es esencial para una serie de cálculos y análisis.

En particular, la obra lineal es la herramienta que facilita el cálculo de las explanaciones necesarias para el proyecto, permitiendo determinar las áreas que requerirán excavación o relleno. Además, es fundamental para calcular las cantidades de materiales estructurales necesarios para el pavimento y otras partes del diseño. Después de obtener la obra lineal, se podrá exportar a diversos formatos de archivo, tales como:

3.1.9.1 Archivos DXF

El uso de este tipo de archivo nos facilitará la interoperabilidad con otros programas similares a Civil 3D, permitiendo una integración eficiente de datos entre diferentes plataformas de software. Esto nos brinda la oportunidad de verificar y ajustar parámetros que puedan haber quedado sin definir o que necesiten optimización. Al utilizar este formato, podemos asegurar que todos los aspectos del diseño se ordenen correctamente y se optimicen, mejorando la eficiencia del proyecto

3.1.9.2 Archivos DWG

El archivo DWG se utilizará para la edición de las presentaciones, facilitando la selección de una escala adecuada para el área del proyecto. Esto garantiza que los planos de diseño sean claros y legibles, evitando complicaciones al momento de leer y visualizar los documentos.

3.1.9.3 Archivos IFC

Este formato nos permitirá extraer los sólidos generados a partir de la obra lineal, los cuales se pueden importar a un software como NavisWorks. En dicho programa es posible consolidar las cantidades de obra y mejora la capacidad para elaborar un presupuesto detallado del proyecto.

3.1.10 Cantidades de obra

Cuando se haya obtenido la obra lineal, se procederá a exportar las carteras de volúmenes correspondientes a cada material considerado durante la etapa de diseño del proyecto. Estas carteras incluirán información detallada sobre áreas, espesores, anchos, volúmenes parciales, volúmenes acumulados y otros datos relevantes para cada abscisa. Las cantidades de obra proporcionarán una base sólida para elaborar un presupuesto preciso del proyecto.

3.1.11 Planos de diseño

Después de definir la escala a utilizar y de contar con el archivo DWG, se procede a la edición detallada de los planos para optimizar su presentación. En esta etapa, los planos se ajustarán para incluir toda la información esencial del diseño geométrico horizontal, vertical y transversal. Este nivel de detalle asegura una representación completa del proyecto, lo que facilita el control tridimensional durante la etapa constructiva y ayuda a la ejecución de este de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas.

3.2 Resultados

En este capítulo se consignan los resultados obtenidos en los componentes de diseño geométrico horizontal, vertical y transversal del diseño geométrico vial para el Tercer Puente sobre el río Sinú, en el municipio de Montería.

3.2.1 Insumos

Para llevar a cabo el diseño geométrico del tercer puente sobre el río Sinú, el cual conecta la margen izquierda con la margen derecha en el municipio de Montería, resultó fundamental disponer de una serie de insumos clave. Estos insumos fueron esenciales para garantizar tanto la viabilidad técnica como la adecuada integración de la estructura en el entorno urbano y natural. A continuación, se enuncian los insumos:

3.2.1.1 Fotogrametría

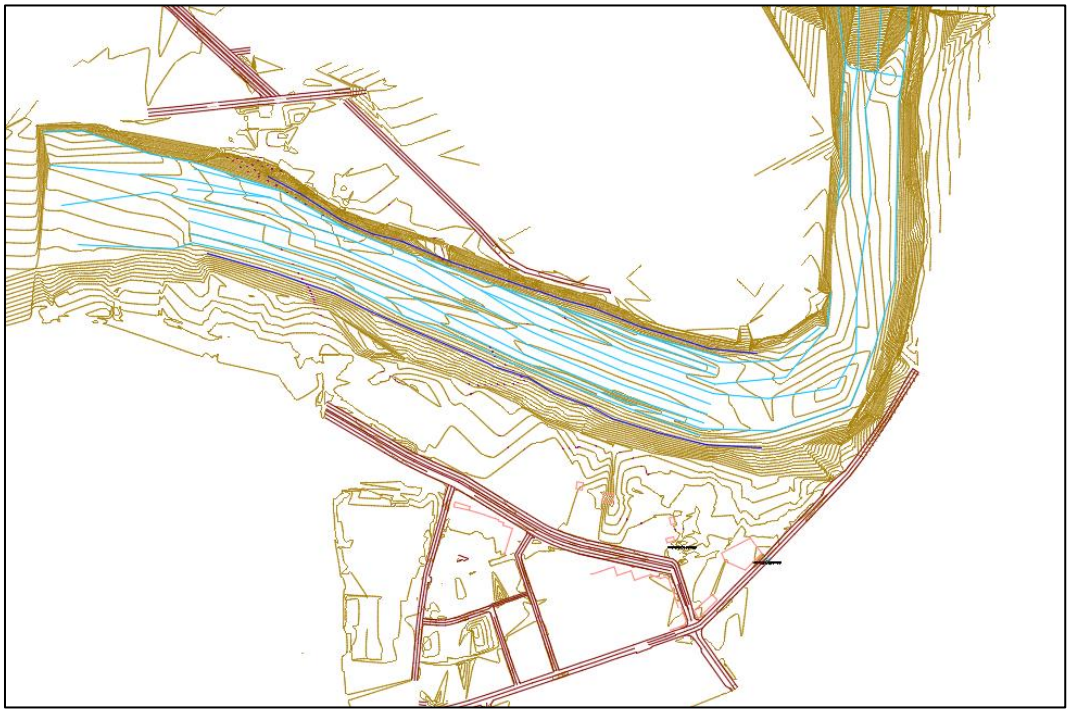
Para las capturas de las imágenes fotogramétricas, se empleó un único plan de vuelo en la zona de estudio, lo que garantizó una cobertura uniforme del área. Las imágenes aéreas capturadas fueron procesadas, generando un ortomosaico con datos en formato .JP2. En la Figura 12 Ortomosaico Tercer Puente. En la **Figura 12** se puede observar el resultado.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 12 Ortomosaico Tercer Puente.

3.2.1.2 Topografía

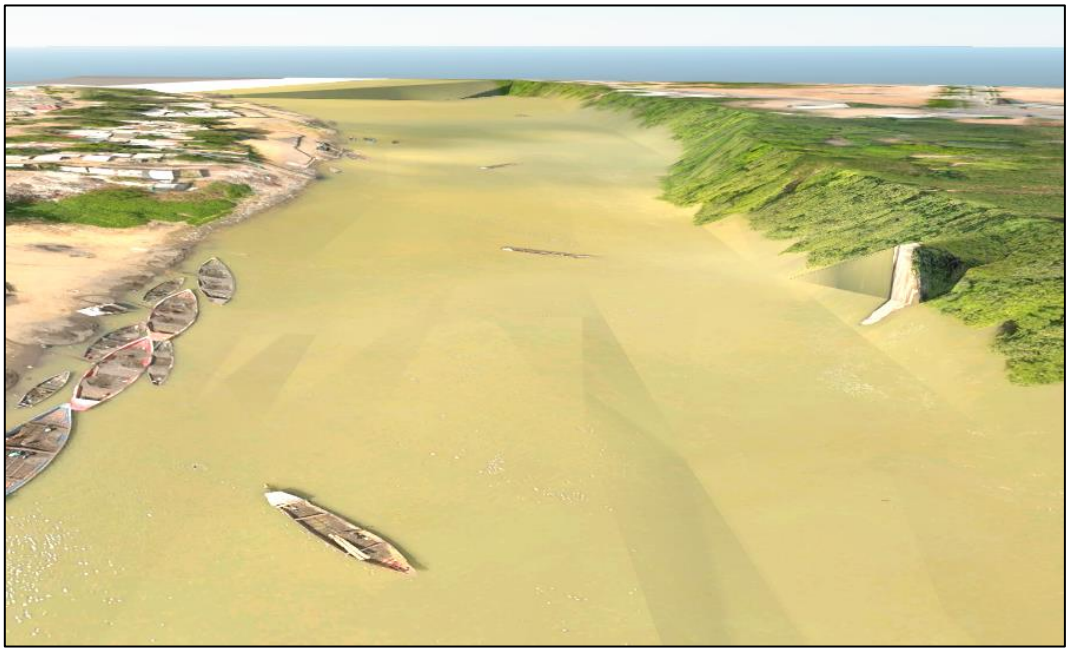
Se levantaron puntos topográficos utilizando tecnología GPS RTK, los cuales se consideraron fundamentales dentro de los insumos. Estos puntos incluyeron elementos clave como pavimentos, andenes, paramentos, corredores, rejas, puntos de nivel, solera y corona del cauce, entre otros elementos relevantes para la generación de la superficie inicial. En la **Figura 13** se observa lo antes descrito.



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2025
Figura 13 Proyecto Civil 3D Tercer Puente.

3.2.1.3 Generación del modelo digital del terreno (DTM)

A partir del modelo digital de elevación obtenido mediante el vuelo fotogramétrico y el levantamiento topográfico, se generó un DTM. Este modelo resultó de la integración de ambos productos mencionados, y se generó un archivo con extensión .xml, que constituye un insumo esencial para el desarrollo del diseño conceptual en InfraWorks.



Fuente: Infra Works 2025.
Figura 14 Generacion del modelo digital (DTM).

3.2.1.4 Diseño estructural de pavimento

Según el informe de pavimento, este está compuesto por dos unidades de diseño: la primera, mostrada en la **Figura 15**, corresponde a los accesos al puente; y la segunda, representada en la **Figura 17**, abarca el tramo entre pilas, o luz del puente.

Concreto Asfáltico e = 0.16m
Base Granular e = 20 cm
Subbase Granular= 30 cm.

Fuente: Diseño estructural de pavimento
Figura 15 Estructura dimensionada pavimento flexible Unidad I.

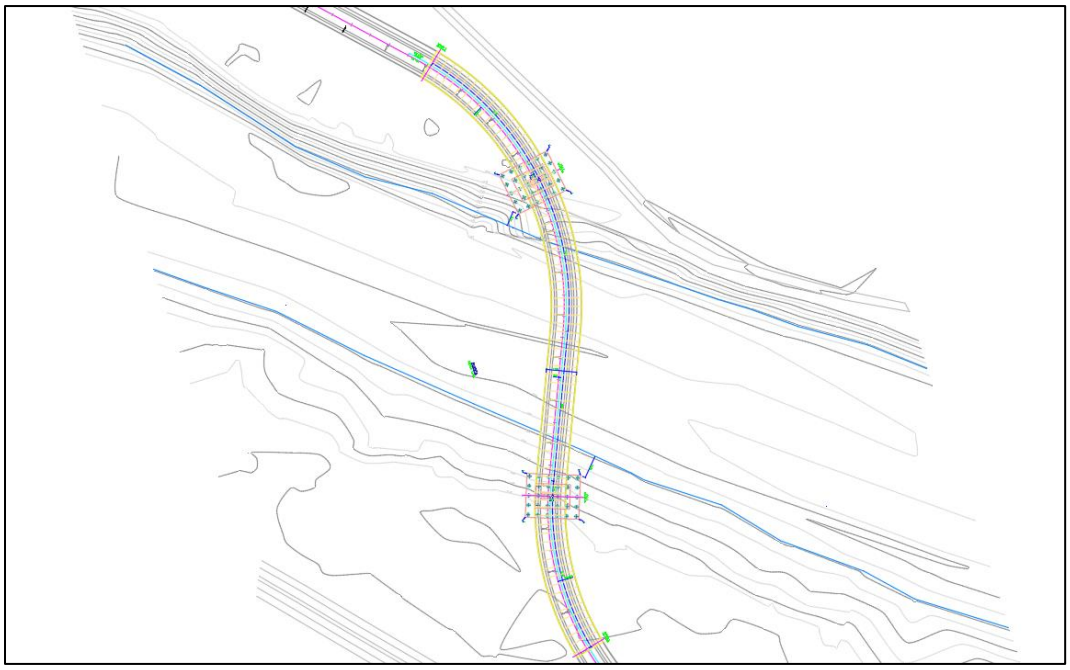
Concreto Asfáltico e = 0.125m
Losa de concreto del Puente

Fuente: Diseño estructural de pavimento
Figura 16 Estructura dimensionada pavimento flexible Unidad II.

3.2.1.5 Diseño de estructuras hidráulicas

El diseño de la estructura hidráulica, en particular la superestructura del puente fue un elemento esencial para el desarrollo del diseño geométrico. Este permitió contemplar los empalmes, niveles de acabado y las transiciones necesarias, asegurando que el diseño geométrico funcione de manera integral y se ajuste a las exigencias del corredor vial. En la **Figura 17** se muestra el diseño estructural

del puente, desarrollado por una consultoría externa, donde se puede observar la ubicación de las pilas y los estribos.



Fuente: Consultor estructural del Tercer Puente
Figura 17 Superestructura del Tercer Puente.

3.2.2 Diseño conceptual en InfraWorks

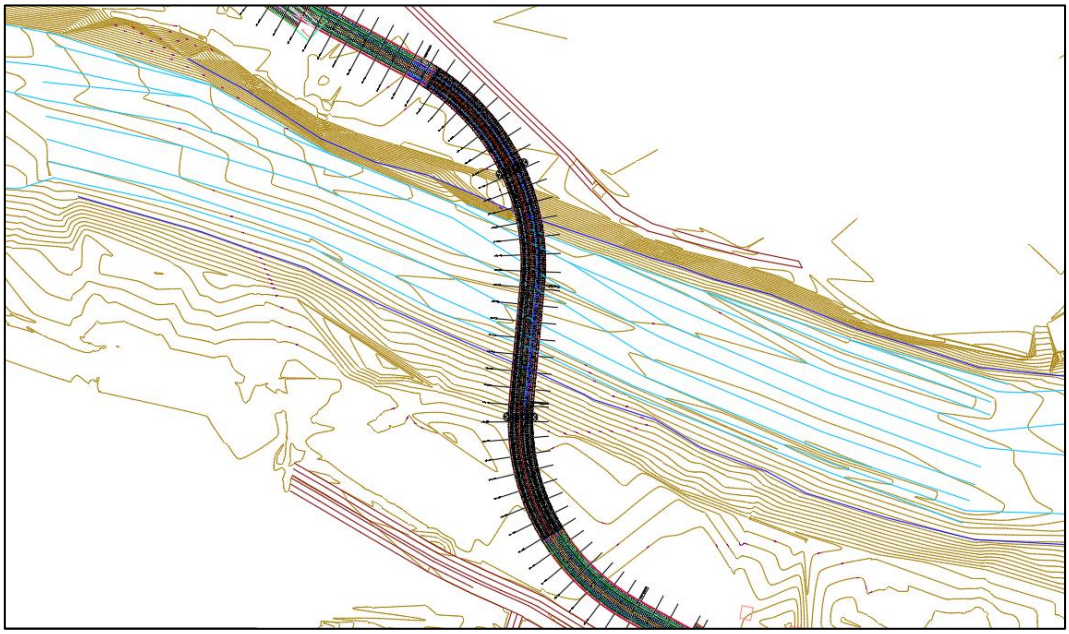
Durante la fase de diseño conceptual, y con los insumos previamente recopilados, se estableció de manera preliminar el eje del puente, su perfil longitudinal y la sección transversal. Estos elementos fueron definidos como una base inicial, con el objetivo de proporcionar un horizonte claro y estructurado que guiará el desarrollo del diseño final. En la **Figura 18** se presenta un bosquejo claro que ilustra este concepto.



Fuente: InfraWorks
Figura 18 Modelo conceptual corredor vial Tercer Puente

3.2.3 Diseño geométrico en Civil 3D

Una vez definido el diseño conceptual, se exportó en formato IMX para importarlo en Civil 3D, donde se realizó el ajuste detallado del diseño horizontal, vertical y transversal del puente. En la **Figura 19** se puede observar el diseño geométrico en AutoCAD Civil 3D.



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2025
Figura 19 Diseño geométrico en Civil 3D

3.2.4 Clasificación del tipo de carretera

De acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (2008), las carreteras se clasifican en función de su funcionalidad y del tipo de terreno. En base a esta clasificación, se definió lo siguiente:

3.2.4.1 Según tipo de terreno

Considerando los conceptos mencionados anteriormente, se infirió que el corredor vial en estudio presenta una topografía plana, dado que sus pendientes longitudinales son generalmente inferiores al tres por ciento, mientras que la pendiente transversal respecto al eje de la vía es menor a cinco grados

3.2.5 Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño se determina en función del tipo de terreno y la categoría de la vía. Sin embargo, dado que no existe un manual colombiano específico para el diseño geométrico de vías urbanas, se siguió la práctica convencional, que establece una velocidad de diseño entre 60 y 80 km/h para este tipo de vías (**Tabla 2**). Para este proyecto urbano, se seleccionó una velocidad de diseño de 40 km/h. Cabe destacar que la velocidad específica se tomará como mayor o igual a 20km/h de la velocidad de diseño, es decir, máximo 60km/h para calcular el radio de curvatura, siendo así, todos los elementos del diseño se calcularán con base a una velocidad de 60km/h.

Considerando que el corredor vial cumple una función de movilidad urbana y por seguridad de las personas que habitan en la zona, se recomienda el uso de señales de tránsito para garantizar la seguridad de los peatones.

3.2.5.1 Velocidad especifica de la curva horizontal

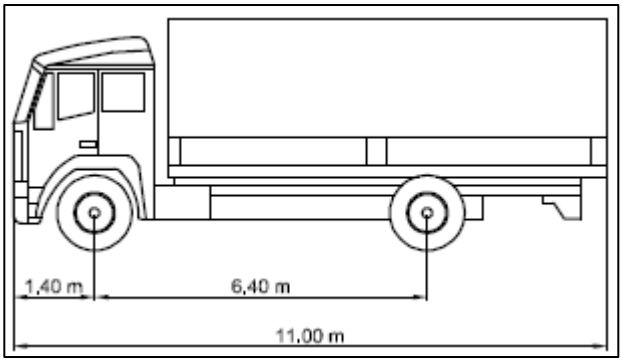
Para el tramo vial diseñado, se adoptó una velocidad específica máxima de **60 Km/h**.

3.2.6 Diseño Geométrico Horizontal

Considerando los parámetros mencionados en los numerales anteriores se realizó el diseño geométrico de la vía para la cual se calculan los diferentes elementos geométricos de diseño.

3.2.6.1 Vehículo de diseño

En este caso, según el aforo vehicular procesado por el diseñador estructural del pavimento, se seleccionó el vehículo de diseño tipo C2P, ya que es el camión más representativo que circulará por el puente y se ajusta a las necesidades específicas del proyecto. Ver **Figura 20.**



Fuente: Manual Diseño Geométrico de Vías INVIAS.
Figura 20 Vehículo de diseño C3.

3.2.6.2 Coeficiente de fricción transversal

El coeficiente de fricción transversal para este proyecto es de 0.17 según la **Tabla 5** coeficientes de fricción lateral Máxima, la cual tiene en cuenta varios factores entre los cuales se encuentra el estado de rodadura, la velocidad del vehículo, el tipo de llantas de los vehículos, sin descartar que cada curva tendrá su propio radio y peralte en función de las condiciones de seguridad.

3.2.6.3 Radio de curvatura mínimo (Rcmin)

Para el tramo vial diseñado, se adoptó una velocidad específica de **60 Km/h**, para un radio mínimo de **123 metros**, teniendo en cuenta la **Tabla 6** se tuvo en cuenta el peralte máximo de **6.00%,** porque es un factor determinante en la seguridad y movilidad, ya que predominan los tramos en rectas y en curvas.

3.2.6.4 Cálculo de la longitud de transición

La longitud total de transición del peralte (Longitud de transición más longitud de aplanamiento) se puede observar en el perfil de diseño geométrico de la vía. **Anexo 4 - Plano Diseño Geométrico.**

3.2.6.5 Aplicabilidad de criterios para el diseño geométrico horizontal de puentes

Debido a las condiciones de espacio público, la topografía y las recomendaciones del diseñador estructural del puente, se incorporaron dos curvas circulares opuestas con el mismo radio a lo largo de la longitud del puente. Estas curvas fueron diseñadas cumpliendo con los numerales descritos previamente, basándose en una velocidad específica de 60 km/h.

3.2.6.6 Elementos calculados del alineamiento

Se garantizó el cumplimiento de los criterios especificados en la **Tabla 12**. Con base en los parámetros mencionados en los numerales anteriores, se desarrolló el diseño geométrico de la vía, calculando los diferentes elementos geométricos correspondientes. En **Tabla 18** se presentan las coordenadas de inicio y fin del alineamiento, asociadas a las abscisas del diseño horizontal. La **Tabla 19** consigna las coordenadas y abscisas de las tangentes de cada tramo, mientras que en las **Tabla 20** y **Tabla 21** se muestran los elementos de las curvas circulares, vinculados a los parámetros de diseño establecidos en este numeral.

Nomenclatura Catastral	PR Inicial	PR Final	Coordenadas Inicial		Coordenadas Final	
			Este	Norte	Este	Norte
A-1 Puente	K0+000.00	K0+640.00	1129811.716	1459615.735	1130173.549	1459149.296

Fuente: Elaboración propia.
Tabla 18 PR de localización del proyecto

Linea #	Longitud (m)	Rumbo	Abs. Inicial	Coordenadas Punto Inicial	Abs. Final	Coordenadas Punto Final
T2	85.12	S61° 44' 21.11"E	K0+070	1129862.911 - 1459568.954	K0+155	1129937.881 - 1459528.653
T3	70.02	S5° 20' 38.54"W	K0+307	1130005.762 - 1459402.042	K0+377	1129999.241 - 1459332.330
T4	98.49	S61° 13' 05.57"E	K0+528	1130066.085 - 1459206.283	K0+627	1130152.408 - 1459158.862
T5	36.42	N70° 43' 25.74"E	K0+753	1130274.147 - 1459148.740	K0+789	1130308.522 - 1459160.762
T6	13.84	N84° 15' 43.51"E	K0+848	1130366.058 - 1459173.525	K0+862	1130379.828 - 1459174.909

Fuente: Elaboración propia.
Tabla 19 Líneas tangentes con sus variables.

Curva #	Radio (m)	Longitud (m)	Rumbo	Deflexión	T (m)	E (m)	CL (m)
C2	130.00	152.21	S61° 44' 21.11"E	67°04'59.66"	86.18	25.972	143.661
C3	130.00	151.02	S5° 20' 38.54"W	66°33'44.12"	85.33	25.505	142.674

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2025.
Tabla 20 Curvas Circulares con sus variables parte I.

Curva #	Abs. PC	Norte PC	Este PC	Abs. PT	Norte PT	Este PT
C2	0+155.034	1459528.653	1129937.881	0+307.241	1459402.042	1130005.762
C3	0+377.256	1459332.33	1129999.241	0+528.281	1459206.283	1130066.085

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2025.

Tabla 21 Curvas Circulares con sus variables parte II.

3.2.7 Diseño geométrico Vertical

A continuación, mencionaremos las variables que intervinieron en el diseño vertical y que se tuvieron en cuenta para que el diseño sea el óptimo y funcional.

3.2.7.1 Gálibo

De acuerdo con las directrices del manual de diseño geométrico de INVIAS, es necesario considerar una altura de gálibo adecuada según la envergadura del puente. En este caso, dado que el curso hídrico se considera navegable, se tomó como referencia el gálibo del puente Centenario, ubicado en la calle 41 de Montería, que tiene una altura aproximada de 12.40 m. Para el diseño vertical del corredor vial en estudio, se estableció un gálibo máximo de aproximadamente 12.50 m, con el fin de asegurar el flujo adecuado de las posibles embarcaciones que puedan transitar por el río Sinú.

3.2.7.2 Tangente vertical

Pendiente mínima

Para el corredor vial diseñado fue posible utilizar la pendiente de cero puntos tres por ciento (0.3%), puesto que la topografía de la zona es plana.

Pendiente máxima

Como se recomienda en la **Tabla 13**, se utilizó como pendiente máxima del 7.00%, esto para los accesos del puente y poder garantizar un confort y seguridad a los usuarios. Lo descrito anteriormente se puede corroborar en el **Anexo 4 - Plano Diseño Geométrico.**

Longitud mínima

Para este proyecto, se adoptó una longitud mínima de la tangente vertical de 170 metros, siguiendo las recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVIAS. Para verificar esta especificación, consulte el **Anexo 4 - Plano de Diseño Geométrico**.

3.2.7.3 Curvas verticales

Para el corredor vial estudiado con velocidad específica de 60 km/h se definió un valor de K redondeado equivalente a: **11** para curvas convexas y 18 para curvas cóncavas, en casos puntuales se pondrán señales de tránsito que prevendrán al conductor a disminuir la velocidad de circulación con fin de que tenga un recorrido seguro y cómodo.

Para el corredor vial estudiado, con una velocidad específica de 60 km/h, se estableció un valor de K redondeado de **11** para curvas convexas y de **18** para curvas cóncavas, como lo recomienda INVIAS. En casos específicos, se instalarán señales de tránsito para advertir a los conductores sobre la necesidad de reducir la velocidad, con el objetivo de garantizar un recorrido seguro y cómodo.

3.2.7.4 Aplicabilidad de criterios para el diseño geométrico vertical de puentes

Debido a la funcionalidad del puente, la navegabilidad del río y las actividades que se realizan en el curso hídrico fue necesario incorporar dos pendientes a lo largo del puente (ascenso y descenso), así como dos curvas cóncavas y una curva convexa en su diseño. Estas características cumplen con los parámetros previamente descritos. Para ver todos estos detalles, consulte el **Anexo 4 - Plano de Diseño Geométrico.**

3.2.7.5 Cálculo de los elementos geométricos de la curva vertical

A continuación, en la **Tabla 22**, se pueden observar los diferentes acuerdos verticales del alineamiento diseñado considerando el cumplimiento de los diferentes criterios mencionados anteriormente.

Alineación vertical: CORREDOR_A1			
Intervalo de P.K.: inicio: K0+040.000, fin: K0+640.000			
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
P.K. de PAV:	0+048.132	Elevación:	17.497m
P.K. de VAV:	0+088.132	Elevación:	18.617m
P.K. de PTV:	0+128.132	Elevación:	21.297m
Punto bajo:	0+048.132	Elevación:	17.497m
Inclinación de rasante T.E.:	2.80%	Inclinación de rasante T.S.:	6.70%
Cambiar:	3.90%	K:	20.513m
Longitud de curva:	80.000m	Radio de curva	2,051.282m
Distancia de iluminación:	165.236m		
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	0+245.619	Elevación:	29.168m
P.K. de VAV:	0+320.619	Elevación:	34.193m
P.K. de PTV:	0+395.619	Elevación:	29.168m
Punto alto:	0+320.619	Elevación:	31.678m
Inclinación de rasante T.E.:	6.70%	Inclinación de rasante T.S.:	-6.70%
Cambiar:	13.40%	K:	
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	1121.912672
Distancia de adelantamiento:		Distancia de parada:	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
P.K. de PAV:	0+503.520	Elevación:	21.939m
P.K. de VAV:	0+563.453	Elevación:	17.923m
P.K. de PTV:	0+623.520	Elevación:	17.743m
Punto bajo:	0+623.520	Elevación:	17.743m
Inclinación de rasante T.E.:	-6.70%	Inclinación de rasante T.S.:	-0.30%
Cambiar:	6.40%	K:	
Longitud de curva:	120.000m	Radio de curva	1879.535493

Alineación vertical: CORREDOR_A1			
Intervalo de P.K.: inicio: K0+040.000, fin: K0+640.000			
Distancia de iluminación:			

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2025.

Tabla 22 Acuerdos verticales cóncavos y convexos de la vía.

3.2.8 Diseño geométrico transversal

3.2.8.1 Ancho de calzada

En el estudio se propone una calzada de 7.00 m de ancho para todo el alineamiento, con una berma de 1.00 m en ambos lados. Esta configuración busca mantener una sección uniforme que garantice seguridad y comodidad a lo largo del trayecto.

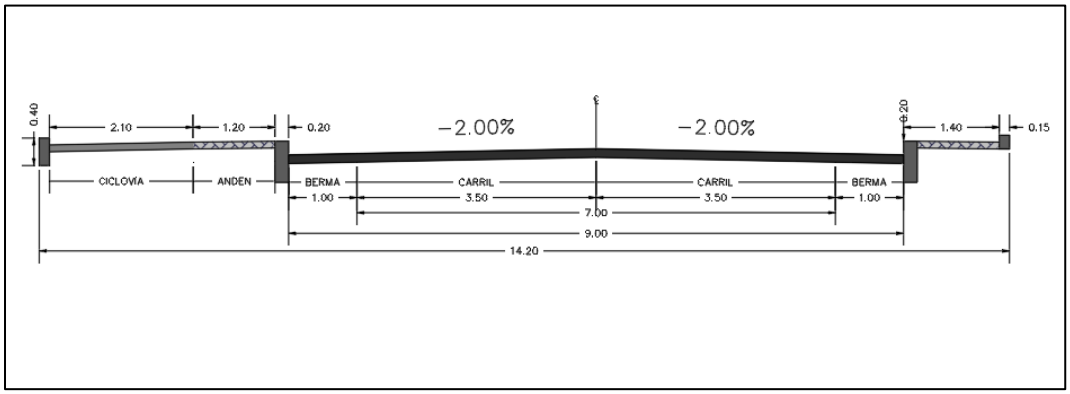
El ancho seleccionado según el **numeral 3.1.8.1** para este tipo de proyectos debe ser de mínimo de 7.00 m, por lo cual, se adoptó un ancho de 7.00m para el alineamiento.

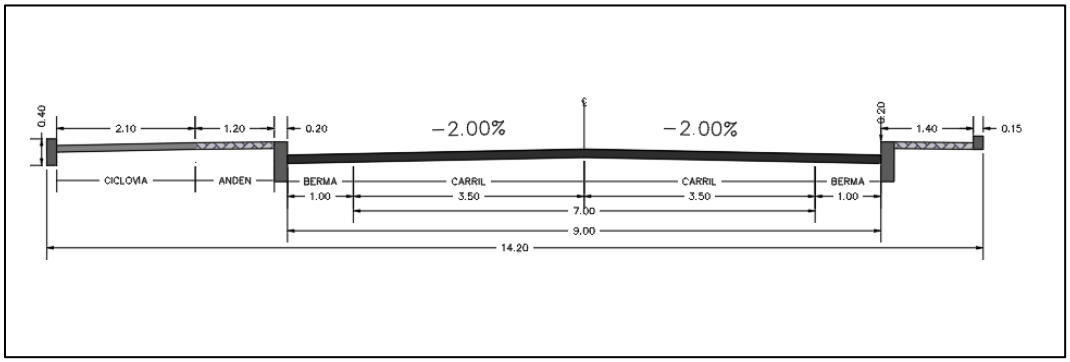
3.2.8.2 Bombeo normal o inclinación transversal

Para el presente estudio geométrico se adopta un bombeo del 2%, ya que la sección transversal tiene un bombeo desde el eje de la vía.

3.2.8.3 Sección transversal típica de diseño

En este numeral se presenta la sección transversal típica de diseño, resultado del trabajo interdisciplinario entre el diseñador estructural del puente y el diseñador de la estructura de pavimento. Esta colaboración permite establecer la estructura de pavimento y, con el apoyo del diseñador hidráulico, verificar que la altura de los bordillos cumpla con los requisitos hidráulicos establecidos en el análisis hidráulico e hidrológico. **La Figura 21** muestra las secciones transversales de diseño.

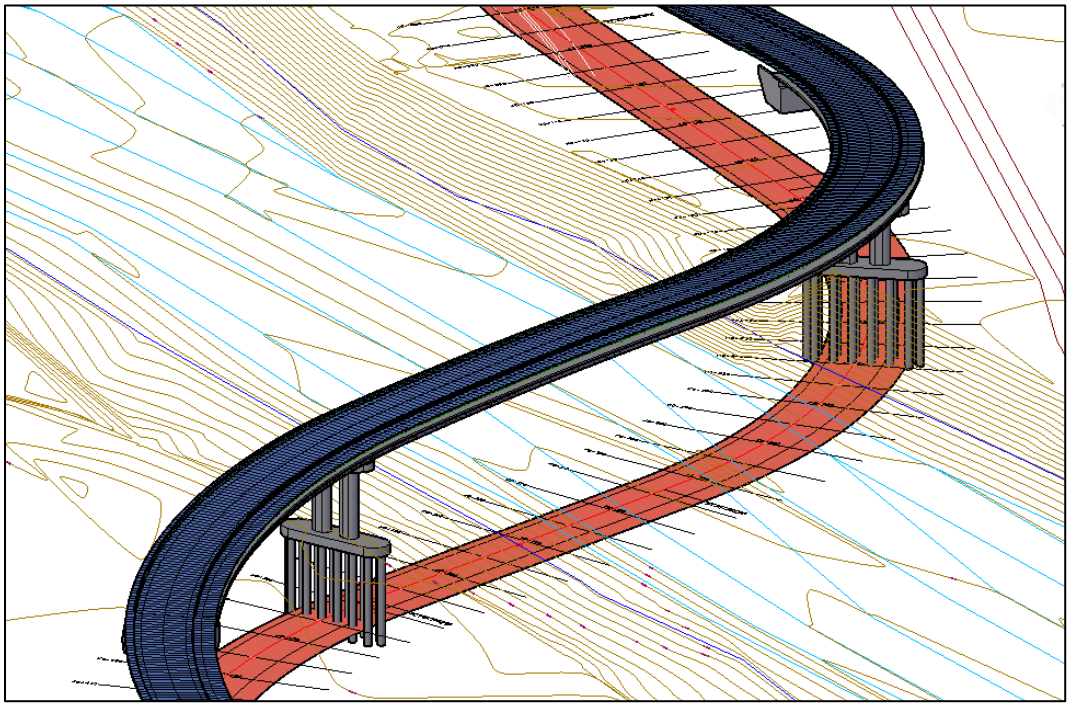




Fuente: Imagen extraída del diseño transversal.
Figura 21 Secciones transversales típicas diseñadas.

3.2.9 Obra lineal o corredor vial

Una vez verificado los parámetros de diseño anteriormente descritos en AutoCAD Civil 3D, el software proporciona la obra lineal, un componente esencial para la determinación de las cantidades de obra del proyecto. La obra lineal generada por Civil 3D es crucial para calcular con precisión las cantidades de materiales y recursos necesarios. Ver **Figura 22**



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2025.
Figura 22 Obra lineal o corredor vial.

3.2.10 Cantidades de obra

Una vez obtenida la obra lineal, se procedió a exportar las carteras de volúmenes correspondientes a cada material considerado durante la etapa de diseño del proyecto. Con base en las secciones transversales de diseño, se calculó la cartera de movimientos de tierra (corte y relleno), manteniendo el mismo abscisado. Esta información se encuentra en el **Anexo 3 - Cartera de Volúmenes**, que contiene la cartera de volúmenes.

3.2.11 Planos de diseño

Una vez exportada la obra lineal y los elementos del diseño geométrico horizontal, vertical y transversal a un archivo DWG, se procedió a editar los planos para su presentación y detalle del diseño. Para más información, consulte el **Anexo 4 - Plano de Diseño Geométrico.**

4 CONCLUSIONES

- ✓ Los parámetros de diseño de curvatura se calcularon a partir de una velocidad específica de **60 Km/h**, ajustando el diseño al manual de diseño geométrico de INVIAS, en algunos casos se ajustó a las condiciones actuales de la vía.
- ✓ Se adoptó un ancho de calzada de 7.00 m a lo largo de todo el alineamiento.
- ✓ Durante el proceso de diseño transversal, se contemplaron bombeos del 2.0% para los tramos homogéneos y rectos de las vías, en los tramos con curvas horizontales se tuvo en cuenta el peralte máximo de 6.0% contemplado en el manual de INVIAS que permiten mejorar la movilidad de los usuarios, contrarrestando los efectos de la fuerza centrífuga.
- ✓ Se generaron carteras de localización, control y volúmenes las cuales pueden ser utilizadas para cuestiones presupuestales y de localizaciones y replanteos del proyecto durante la etapa constructiva.
- ✓ Para un buen control y revisión del proyecto, se editaron planos de diseño geométrico (Planta – Perfil y Secciones), con el fin de tener control tridimensional de las vías diseñadas, en los cuales se pueden observar: Elementos de diseño geométrico horizontal, Acuerdos de diseño vertical, cotas de diseño tanto del eje como de los bordes de la vía, secciones de control transversal con (cotas de diseño, cota terreno, volúmenes parciales y acumulados de corte y lleno) y montaje de la estructura de pavimento.

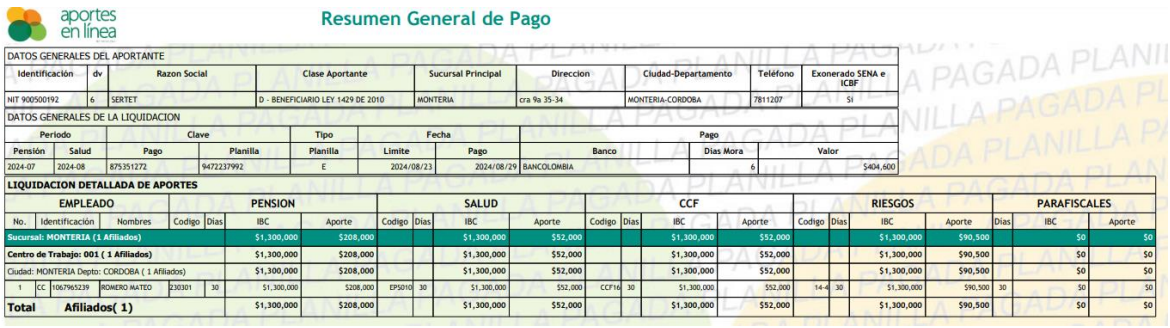
5 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda durante el proceso de localización y replanteo, conservar el mismo sistema de coordenadas y hacer uso de los puntos de control materializados en campo con la finalidad de conservar el mismo sistema de elevaciones que aparece en las carteras de control y localización.

- ✓ Se recomienda conservar las pendientes longitudinales planteadas en el presente informe durante el proceso constructivo, ya que la información fue recolectada por recomendación del diseñador estructural y del levantamiento topográfico.
- ✓ Se recomienda la implementación de señales de tránsito en los sectores de la vía que lo requiera a lo largo de todo el trazado vial con el fin de aumentar la seguridad de los usuarios vehiculares como de los peatones.
- ✓ Siguiendo las recomendaciones del diseñador estructural, se ajustó el trazado para cruzar lo más perpendicular posible al cauce del río, con el objetivo de reducir la luz del puente y mejorar sus condiciones estructurales.

6 RELACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL

A continuación, se relaciona el personal profesional encargado del diseño geométrico vial, así como la afiliación a seguridad social y la planilla.



aportes en línea

Resumen General de Pago

DATOS GENERALES DEL APORTANTE

Identificación	dv	Razon Social	Clase Aportante	Sucursal Principal	Direccion	Ciudad-Departamento	Teléfono	Exonerado SENA e ICBF
NIT 900500192	6	SERTET	D - BENEFICIARIO LEY 1429 DE 2010	MONTERIA	cra 9a 35-34	MONTERIA-CORDOBA	7811207	SI

DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION

Periodo		Clave		Tipo	Fecha		Pago		
Pensión	Salud	Pago	Planilla	Planilla	Limite	Pago	Banco	Dias Mora	Valor
2024-07	2024-08	875351272	9472237992	E	2024/08/23	2024/08/29	BANCOLOMBIA	6	$404,600

LIQUIDACION DETALLADA DE APORTES

EMPLEADO					PENSION		SALUD				CCF				RIESGOS			PARAFISCALES		
No.	Identificación	Nombres	Codigo	Dias	IBC	Aporte	Codigo	Dias	IBC	Aporte	Codigo	Dias	IBC	Aporte	Codigo	Dias	IBC	Aporte	Dias	IBC	Aporte
Sucursal: MONTERIA (1 Afiliados)					$1,300,000	$208,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$90,500		$0	$0
Centro de Trabajo: 001 (1 Afiliados)					$1,300,000	$208,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$90,500		$0	$0
Ciudad: MONTERIA Depto: CORDOBA (1 Afiliados)					$1,300,000	$208,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$90,500		$0	$0
1	CC 1067965239	ROMERO MATEO	230301	30	$1,300,000	$208,000	EPS010	30	$1,300,000	$52,000	CCF16	30	$1,300,000	$52,000	14-4	30	$1,300,000	$90,500	30	$0	$0
Total	**Afiliados(1)**				$1,300,000	$208,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$52,000			$1,300,000	$90,500		$0	$0



aportes en línea

Resumen General de Pago

DATOS GENERALES DEL APORTANTE

Identificación	dv	Razon Social	Clase Aportante	Sucursal Principal	Direccion	Ciudad-Departamento	Teléfono	Exonerado SENA e ICBF
NIT 900500192	6	SERTET	D - BENEFICIARIO LEY 1429 DE 2010	MONTERIA	cra 9a 35-34	MONTERIA-CORDOBA	7811207	SI

DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION

Periodo		Clave		Tipo	Fecha		Pago		
Pensión	Salud	Pago	Planilla	Planilla	Limite	Pago	Banco	Dias Mora	Valor
2024-07	2024-08	875351272	9472237992	E	2024/08/23	2024/08/29	BANCOLOMBIA	6	$404,600

RESUMEN DE PAGO

RIESGO	CODIGO	NIT	DV	AFILIADOS	VALOR LIQUIDADO	INTERESES MORA	SALDOS E INCAPACIDADES	VALOR A PAGAR
AFP (ADMINISTRADORAS: 1)				1	$208,000	$1,000	$0	$209,000
PORVENIR	230301	800,224,808	8	1	$208,000	$1,000	$0	$209,000
ARL (ADMINISTRADORAS: 1)				1	$90,500	$500	$0	$91,000
COLPATRIA ARP	14-4	860,002,183	9	1	$90,500	$500	$0	$91,000
CCF (ADMINISTRADORAS: 1)				1	$52,000	$300	$0	$52,300
COMFACOR	CCF16	891,080,005	1	1	$52,000	$300	$0	$52,300
EPS (ADMINISTRADORAS: 1)				1	$52,000	$300	$0	$52,300
EPS SURA (ANTES SUSALUD)	EPS010	800,088,702	2	1	$52,000	$300	$0	$52,300
TOTAL				1	$402,500	$2,100	$0	$404,600

7 BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.* Colombia: Ministerio de Transporte. Recuperado el 22 de Agosto de 2022

Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS. (2013). *Norma Colombiana de Diseño de Puentes - LRGD - CCP 14.*

Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS. (2022). *Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales PROGRAMA COLOMBIA RURAL.*

Ministerio de Transporte; INVÍAS. (2009). *Manual de Drenaje de Carreteras.*

Vélez, G. A. (2020). *VIAS URBANAS una ciudad para todos.* Bogotá.

Weather Spark. (Febrero de 2024). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Montería*. Recuperado el 2024, de https://es.weatherspark.com/y/22571/Clima-promedio-en-Monter%C3%ADa-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o

Respuesta a oficio COCS-460-CPRS-C-6-2024 Observaciones a Metodología Volumen V.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 22 de octubre de 2024

CPRS-064-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta a oficio COCS-460-CPRS-C-6-2024 Observaciones a Metodología Volumen V.

Cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente damos respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-6-2024 Observaciones a la Metodología de Mejoramiento de Diseños Volumen V, de la siguiente manera:

"*(…) 1. Indicar en el título, que el documento hace referencia a la METODOLOGÍA y que corresponde a la Versión 1. (…)*".

R/ Una vez revisada la solicitud, se procedió a actualizar lo solicitado en dicha observación.

"*(…) 2. Teniendo en cuenta que el contratista mediante la comunicación CPRS-020-2024 con el asunto: Alcance oficio CPRS-019-2024, ratificó el contenido y alcance del volumen V, indicando que realizaría la actividad de, según el punto (v), "Analizar varias alternativas de estructura de pavimento, definiendo los espesores y materiales de cada capa, así como sus características geomecánicas.", se solicita aclarar si se realizará o no tal análisis. (…)*".

R/ Una vez revisada la solicitud, se procedió a añadir al alcance, el análisis de las estructuras de pavimento en el capítulo 2.1 del informe metodológico.

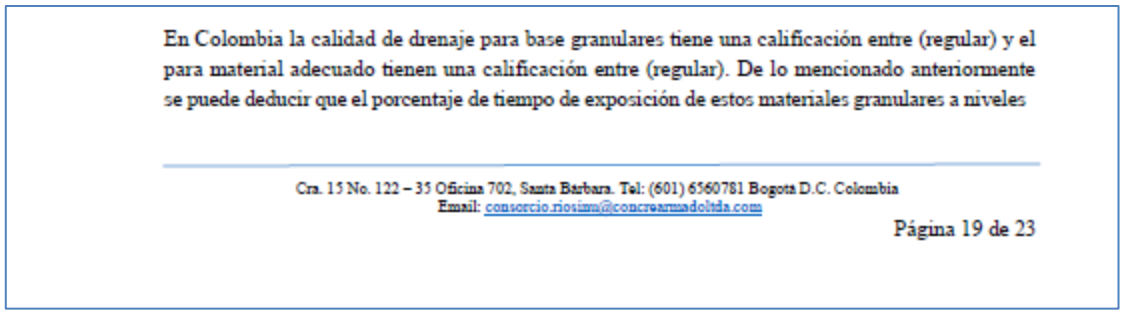
"*(…) 3. Bajo las mismas consideraciones del punto 2, se solicita incluir en el documento Metodología del Volumen V, cómo llevará a cabo el contratista lo indicado en el aparte (vi). "Identificar las fuentes de materiales y zonas de préstamo para la construcción de los pavimentos del proyecto". (…)*".

R/ Una vez revisada la solicitud, se procedió a añadir el capítulo 3.1.2.4 en el cual detalla donde se plasmarán las fuentes de materiales y zonas de préstamos.

"*(…) 4. Igualmente se solicita que sea incluido en el documento Metodología del Volumen V, por las mismas razones expuestas, cómo llevará a cabo el contratista lo indicado en el aparte (vii). "Recomendaciones técnicas relacionadas con la construcción que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento", ya que sería de gran interés. (…)*".

R/ Una vez revisada la solicitud, se procedió a añadir el capítulo 3.3 donde se detalla en donde se plasmarán las recomendaciones técnicas de construcción.

"*(…) 5. Se solicita verificar y corregir la información consignada en el último párrafo de la página 19 de 23, de la Metodología del Volumen V, ya que lo indicado carece de coherencia. Se anexa símil, así:*


En Colombia la calidad de drenaje para base granulares tiene una calificación entre (regular) y el para material adecuado tienen una calificación entre (regular). De lo mencionado anteriormente se puede deducir que el porcentaje de tiempo de exposición de estos materiales granulares a niveles

Cra. 15 No. 122 – 35 Oficina 702, Santa Bárbara. Tel: (601) 6560781 Bogotá D.C. Colombia
Email: consorcio.riosinu@concrearmadoltda.com

Página 19 de 23

(…)".

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

R/ Una vez revisada la solicitud, se procedió a añadir el capítulo 3.3 donde se detalla en donde se plasmarán las recomendaciones técnicas de construcción.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ANEXO No. 1
METODOLOGÍA VOLUMEN V
Versión 1

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ	**METODOLOGÍA DE MEJORAMIENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS**	Versión 1 Fecha: 18-10-26

CONTRATO No. LP-SIM-024-2023

OBJETO DEL CONTRATO:

CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA



METODOLOGÍA

VOLUMEN V, ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

VERSIÓN 1

BOGOTA D.C, OCTUBRE DE 2024

	Elaboró	Revisó	Aprobó
Firma:			
Nombre:	Marcio Canabal Paternina.	Fernando Amar	Fernando Amar
Cargo:	Diseñador de Pavimento.	Director de Consultoría	Director de Consultoría

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
V00	02-AGO-24	Elaboración inicial
V01	18-OCT-24	Se atienden observaciones de interventoría según oficio COCS-460-CPRS-C-6-2024

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 5
2 ALCANCE 5
2.1 Área De Estudio 5
2.2 Localización del Proyecto 5
2.3 Condiciones topográficas de la zona 7
2.4 Normatividad 8
3 CONTENIDO DEL INFORME 9
3.1 Metodología 9
3.1.1 Insumo 9
3.1.1.1 Resultados Exploraciones Geotécnicas 9
3.1.1.2 Estudio de Transito 10
3.1.1.3 Clima 10
3.1.2 Parámetros Geotécnicos 10
3.1.2.1 Cálculo del CBR de Diseño 11
3.1.2.2 Cálculo del CBR Equivalente 12
3.1.2.3 Metodologías para cálculo de mejoramientos 12
3.1.2.4 Identificaciones de fuentes de materiales y zonas de prestamos 13
3.1.3 Calculo Estructural 13
3.1.4 Pavimentos flexibles 13
3.1.4.1 Predimensionamiento metodología AASHTO 14
3.1.4.2 Dimensionamiento Método Racional 20
3.2 Cantidades de Obra 22
3.3 Recomendaciones técnicas 22
4 BIBLIOGRAFÍA 23

FIGURAS

Figura 1 Localización General del Proyecto. 6
Figura 2 Localización específica de la vía a diseñar. 6
Figura 3 Topografía de la zona. 7
Figura 4 Guía Metodológica Diseño Pavimento. 9
Figura 5 Metodológica Diseño AASHTO. 14

Figura 6 Metodológica Diseño método racional. 20

TABLAS

Tabla 1 Nomenclatura de la vía..... 5
Tabla 2 Predicción de la expansividad a partir del límite líquido. 11
Tabla 3 Predicción de la expansividad a partir del IP. 11
Tabla 4 Niveles de confianza recomendados. 15
Tabla 5 Valores del parámetro Zr (suponiendo una distribución normal). 15
Tabla 6 Parámetro So. 15
Tabla 7 Valores de referencia para la serviciabilidad final 16
Tabla 8 Valores máximos recomendados de módulo resiliente (E). 18
Tabla 9 Capacidad del drenaje para remover el agua. 19
Tabla 10 Valores de m2 y m3 recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y material adecuado..... 20

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Grafico para determinar el coeficiente estructural (a3). 17
Ilustración 2 Grafico para determinar el coeficiente estructural (a2) de la base granular. 17
Ilustración 3 Determinación de los espesores de las capas mediante aproximaciones. 19

1 INTRODUCCIÓN

La pavimentación de una vía terciaria es de vital importancia para el progreso de un municipio, ya que les brinda un avance considerable a muchos factores, tales como la movilidad, economía, educación, y un sin fin de componentes que ayudan a mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria. En este caso este informe se centra en el diseño geométrico de la vía que lleva como objeto "CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.", que busca dejar en evidencia todos los parámetros utilizados, para así obtener como resultado un diseño seguro y óptimo para el usuario.

2 ALCANCE

2.1 Área De Estudio

En este capítulo se presentan las características generales de la zona de estudio, importantes para la contextualización previa a la realización de análisis de varias estructuras optimas de pavimento, definiendo espesores de capa de rodadura (asfalto) y materiales granulares que lo componen.

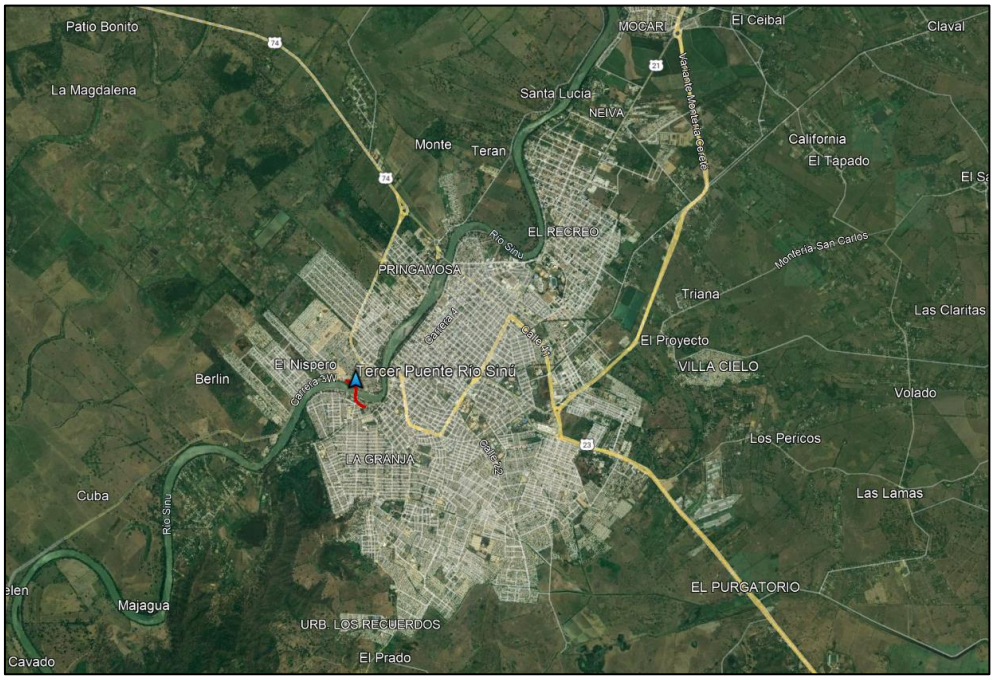
2.2 Localización del Proyecto

Montería es un municipio colombiano, capital del departamento de Córdoba. Está ubicado al noroccidente del país en la región Caribe Colombiana, se encuentra a orillas del río Sinú, por lo que es conocida como la "Perla del Sinú". Es considerada la capital ganadera de Colombia; anualmente celebra la feria de la Ganadería durante el mes de junio. Es, además, un importante centro comercial y universitario, reconocida como una de las ciudades colombianas con mayor crecimiento y desarrollo en los últimos años y por impulsar el desarrollo sostenible.
El proyecto en estudio se localiza en zona urbana del municipio de Montería, específicamente en el sector de La Coquera. En la siguiente tabla se muestran las características de la vía.

Nomenclatura Catastral	Ancho de calzada (m)	Longitud del tramo (m)	Funcionalidad	Tipo de terreno
A-1 Puente	7.00	600.00	Arteria	Plano

Fuente: Elaboración propia.
Tabla 1 Nomenclatura de la vía.

A continuación, se muestra una imagen general (Ver **Figura 1**) y especifica (Ver **Figura 2**) de la ubicación de la vía en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.



Fuente: Google Earth

Figura 1 Localización General del Proyecto.



Fuente: Google Earth.

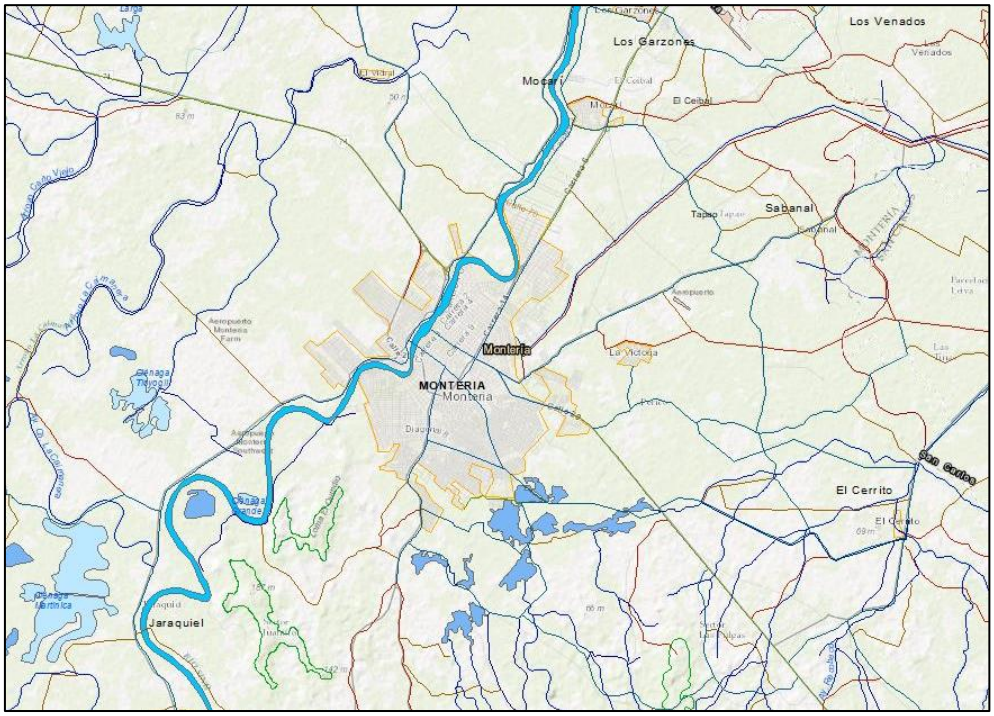
Figura 2 Localización específica de la vía a diseñar.

2.3 Condiciones topográficas de la zona

La ciudad de Montería, ubicada en el departamento de Córdoba, presenta una topografía predominantemente plana, característica de la planicie costera del Caribe colombiano. La mayor parte de su territorio se encuentra a menos de 50 metros sobre el nivel del mar, lo que facilita la formación de amplias planicies aluviales, especialmente a lo largo del valle del río Sinú, que atraviesa la ciudad de norte a sur. Estas características topográficas, con terrenos bajos y sin mayores elevaciones, tienen implicaciones importantes para el desarrollo urbano, la gestión de recursos hídricos y la planificación de infraestructuras en la región.

Las coordenadas geográficas de Montería son latitud: 8.748°, longitud: -75.881° y elevación: 19 m. La topografía en un radio de 3 kilómetros de Montería contiene solamente variaciones modestas de altitud, con un cambio máximo de altitud de 71 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 16 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene solamente variaciones modestas de altitud (206 metros). En un radio de 80 kilómetros contiene variaciones grandes de altitud (868 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Montería está cubierta de pradera (51%) y arboles (40%), en un radio de 16 kilómetros de árboles (31%) y pradera (27%) y en un radio de 80 kilómetros de árboles (25%) y pradera (25%). (Weather Spark, 2024). En la **Figura 3** se observa una imagen topográfica de la zona en estudio.



Fuente: Colombia en Mapas.
Figura 3 Topografía de la zona.

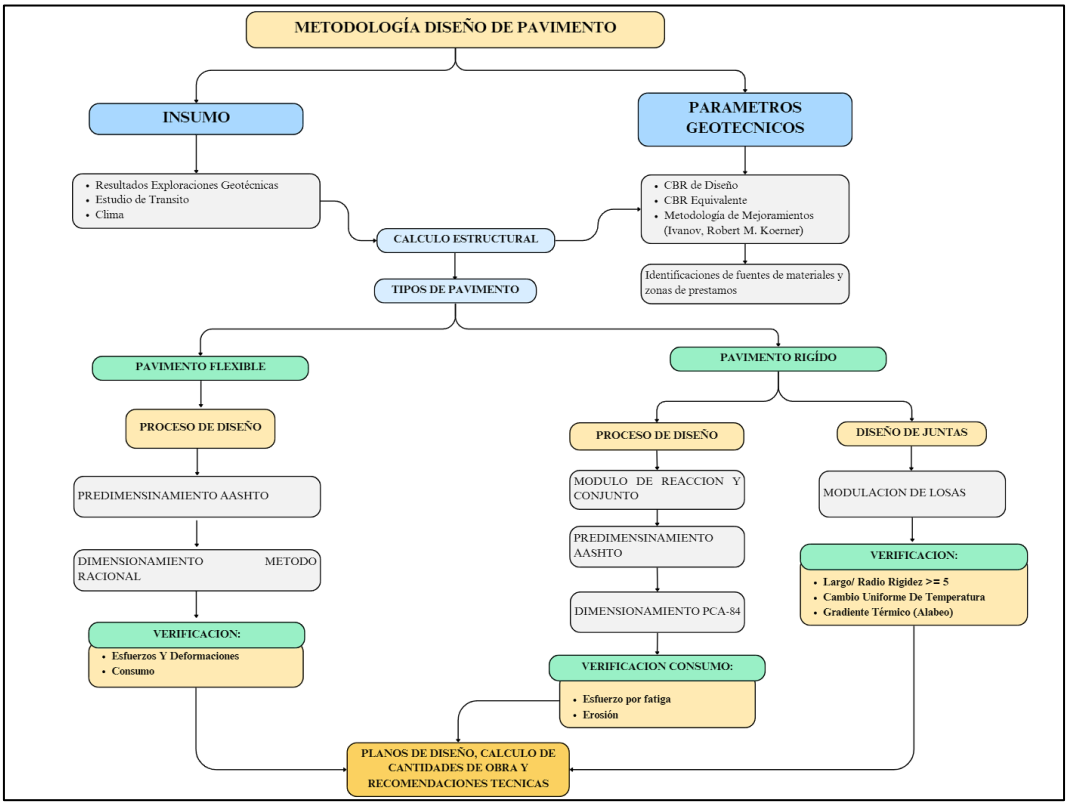
2.4 Normatividad

La reglamentación y recomendaciones dadas en Colombia para el diseño geométrico de puentes están resumidas a continuación.

- Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS, 2015)
- Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos Para Vías Con Bajos Volúmenes de Transito (INVIAS, 2007)
- Manual de Diseño De pavimentos de Concreto Para Vías Con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito (INVIAS, 2008)
- Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales PROGRAMA COLOMBIA RURAL (Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2022).
- PAVIMENTOS: Materiales, Construcción y Diseño (Hugo Rondon, 2015)
- VÍAS URBANAS (Vélez, 2020)
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14 (Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2013)
- Manual de Drenaje para Carreteras (Ministerio de Transporte; INVÍAS, 2009)

3 CONTENIDO DEL INFORME

3.1 Metodología



Fuente: Elaboración propia.
Figura 4 Guía Metodológica Diseño Pavimento.

A continuación, se desglosará la metodología a utilizar para el desarrollo del diseño de pavimento, abarcando los aspectos esenciales brindados por la normatividad colombiana y bibliografía existente.

3.1.1 Insumo

Para la realización del diseño de pavimento, es esencial contar con los siguientes insumos principales:

3.1.1.1 Resultados Exploraciones Geotécnicas

Este insumo es uno de los más importante al momento de realizar el cálculo estructural para dimensionar los espesores de pavimento, tanto granulares como de acabado (losa de pavimento,

carpeta asfáltica, entre otros). La finalidad de este insumo es conocer la capacidad portante del suelo (módulo de reacción del suelo, CBR, etc.).

Estos parámetros son fundamentales para asegurar que el pavimento tendrá la resistencia y durabilidad adecuadas para soportar las cargas a las que será sometido.

3.1.1.2 Estudio de Transito

Este insumo además aporta una variable importante conocida como el periodo de diseño el cual se define como el tiempo mínimo el cual la estructura del pavimento a diseñar deberá funcionar, sin que esta requiera intervenciones diferentes a un mantenimiento rutinario.

De este importante insumo se extrae una serie de variables mínimas necesarias para el diseño de pavimento las cuales son:

- **TPD:** Se utiliza esta variable según se calcule en el estudio de tránsito, ya sea semana, mensual o anual.
- **Factor Daño:** se toma como referencia a los factores dados en el (INVIAS, Manual de Diseño De Pavimentos Asfalticos en Vías con Medios y Altos Volumenes de Transito, 2015).

Con estos datos y otros adicionales, se podrá calcular el tránsito equivalente de 8.2 toneladas (N) y los espectros de carga, que son fundamentales para el cálculo del diseño estructural del pavimento. Esto garantiza que la infraestructura sea adecuada para soportar las condiciones de tránsito previstas a lo largo de su vida útil.

3.1.1.3 Clima

Este insumo es crucial al momento de realizar el diseño de pavimento, ya que influye directamente en el rendimiento y durabilidad de las superficies de rodadura. Al diseñar pavimentos, es importante considerar cómo las condiciones climáticas pueden afectar tanto los materiales utilizados como el comportamiento general del pavimento a lo largo de su vida útil

3.1.2 Parámetros Geotécnicos

La evaluación de los parámetros geotécnicos se realizará en las muestras más relevantes de cada apique en función de la profundidad, ya que estas muestras serán de evaluación para soporte de la subrasante; las muestras más superficiales no serán de gran importancia ya que generalmente estas capas serán retiradas y reemplazadas. Dentro del análisis a las muestras se puede encontrar:

- **Determinación del grado de expansión**: Una vez realizada la clasificación del suelo por el método de la AASHTO y el método unificado SUCS, se evalúa el potencial de expansión de la subrasante, ya que en función de esta variable se puede decidir si se realiza mejoramiento de la subrasante para controlar los cambios volumétricos. Generalmente la

expansión se presenta en suelos limo-arcillosos donde se debe controlar la estabilidad volumétrica ya que tienden a ser colapsables.

La metodología planteada en la norma INV E-132-07, presenta la importancia de tratar suelos que se expanden y contraen a medida que pasan del estado seco a húmedo o viceversa, generando cambios volumétricos creando movimientos diferenciales en las estructuras del pavimento que se ven transformadas en agrietamiento.

El grado de expansión se puede controlar desde el límite líquido y el índice de plasticidad como se muestra en la **Tabla 2 y Tabla 3** respectivamente.

GRADO DE EXPANSIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	
	CHEN	NORMA IS 1498
Bajo	< 30	20 – 35
Medio	30 – 40	35 – 50
Alto	40 – 60	50 – 70
Muy alto	> 60	70 - 90

Fuente: Tabla 132-1 norma INV E-132-13 INVIAS.
Tabla 2 Predicción de la expansividad a partir del límite líquido.

GRADO DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
	HOLTZ Y GIBBS	CHEN	NORMA IS 1498
Bajo	< 20	0 – 15	< 12
Medio	12 – 34	10 – 35	12 – 23
Alto	23 – 45	20 – 55	23 – 32
Muy alto	> 32	> 35	> 32

Fuente: Tabla 132-2 norma INV E-132-13 INVIAS.
Tabla 3 Predicción de la expansividad a partir del IP.

- **Presencia de nivel freático:** el análisis de este factor es muy importante en el diseño de pavimentos, ya que afecta la estabilidad del suelo, el drenaje y el control de filtraciones. Un nivel freático alto puede comprometer la capacidad de carga del suelo, provocar asentamientos y generar tensiones en materiales, especialmente en suelos arcillosos. Además, un adecuado drenaje previene la acumulación de agua que puede erosionar el pavimento. Por lo tanto, considerar el nivel freático al diseñar pavimentos es crucial para garantizar su durabilidad y funcionalidad, evitando costosas reparaciones.

3.1.2.1 Cálculo del CBR de Diseño

El cálculo del CBR es una herramienta esencial en el diseño de pavimentos, ya que asegura una adecuada capacidad de soporte y contribuye a la durabilidad y efectividad de la estructura de

pavimento, El CBR es una medida indirecta de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad (generalmente).

Esta consultoría realiza el cálculo dependiendo de las muestras analizadas, si se cuenta con 5 o mas se aplica la metodología del instituto del asfalto, la cual calcular el CBR de diseño por el percentil 75 (CCancce Ruiz, 2001); si se cuenta con menos de 5 valores se puede calcular el CBR de diseño con el promedio de estos.

Luego de este cálculo se podrá verificar si el proyecto analizado cumple para el tipo de vía analizada que por lo general según recomendaciones bibliográficas para vías urbana deberá ser mayor a 5% (Hugo Rondon, 2015) y para vías rurales mayor a 3% (INVIAS, Cartilla de Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales, 2020).

3.1.2.2 Cálculo del CBR Equivalente

Es un valor ajustado que se utiliza para comparar la capacidad de soporte de un material específico con la capacidad de un suelo de referencia, generalmente la grava. Este valor permite que diferentes tipos de materiales (como estabilizados o reciclados) se evalúen en términos de su desempeño bajo carga.

Por lo general el presente consultor realiza el cálculo del CBR equivalente luego de aplicar las metodologías de mejoramientos expuestas posteriormente.

3.1.2.3 Metodologías para cálculo de mejoramientos

Ante la presencia de suelos blandos y de baja capacidad portante es importante estabilizar y mejorar los suelos de soportes de las estructuras de pavimento, aunque este factor es geotécnico, es muy importante contemplarlo al momento de realizar los cálculos estructurales.

Existen muchas metodologías al momento de verificar los valores de capacidad portante del suelo expuestos para el tipo de vía analizado en el **numeral 3.1.2.1** para los cuales tenemos:

3.1.2.3.1 Metodología de Ivanov

Esta metodología permite calcular el espesor del refuerzo de mejoramiento de la subrasante, el cual plantea una ecuación en función del espesor del material de mejoramiento y su módulo, el módulo de resiliencia de las condiciones actuales de la subrasante y el radio del área cargada. la formulación propuesta por IVANOV es:

$$E_e = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)\arctan\left(\frac{ns}{2a}\right)}$$

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_0}}$$

EC 1

Donde:
Ee: Modulo resiliente equivalente (kg/cm2)
E0: Modulo resiliente del material de la subrasante (kg/cm2)
E1: Modulo resiliente del material de mejoramiento (kg/cm2)
n: Modulo ponderado de las capas
s: Espesor del material de mejoramiento (cm)
a: Radio del área cargada (cm)

La **ecuación 1** permite encontrar una equivalencia del módulo de resiliencia y CBR de diseño.

De manera adicional y a modo de verificación se puede calcular el mejoramiento utilizando la ***Robert M. Koerner*** (método (diseño para el refuerzo de carreteras, método analítico) descrito por Giroud y Noray en el capítulo 2.6 del libro "**Designing for Roadway Reinforcement de Robert M. Koerner")**, la cual de igual forma se encuentra implementada en el documento de referencia ***Diseño de Infraestructura con Geosinteticos*** de PAVCO (Wanin) mediante el software V4.0 Geosoft, con el complemento que se considera la variable tránsito y además de esto según las características del suelo de apoyo permite determinar el tipo de geosintético a implementar.

3.1.2.4 Identificaciones de fuentes de materiales y zonas de prestamos

La identificación de las fuentes de materiales se encuentran consignadas en el VOLUMEN III DE LOS MEJORAMIENTOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS, por se recomienda que las fuentes de materiales sean establecidas en dichos estudios.

3.1.3 Calculo Estructural

El cálculo estructural de pavimentos tiene como objetivo determinar los espesores óptimos de las distintas capas que componen el pavimento (subrasante, base, subbase, y capa de rodadura) para garantizar un buen desempeño y durabilidad frente a las cargas de tráfico esperadas. A continuación, se describen los pasos detallados para el cálculo estructural de pavimentos flexibles.

3.1.4 Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles son sistemas estructurales compuestos por una serie de capas de materiales que distribuyen las cargas vehiculares a través de su estructura hacia el subyacente. Su

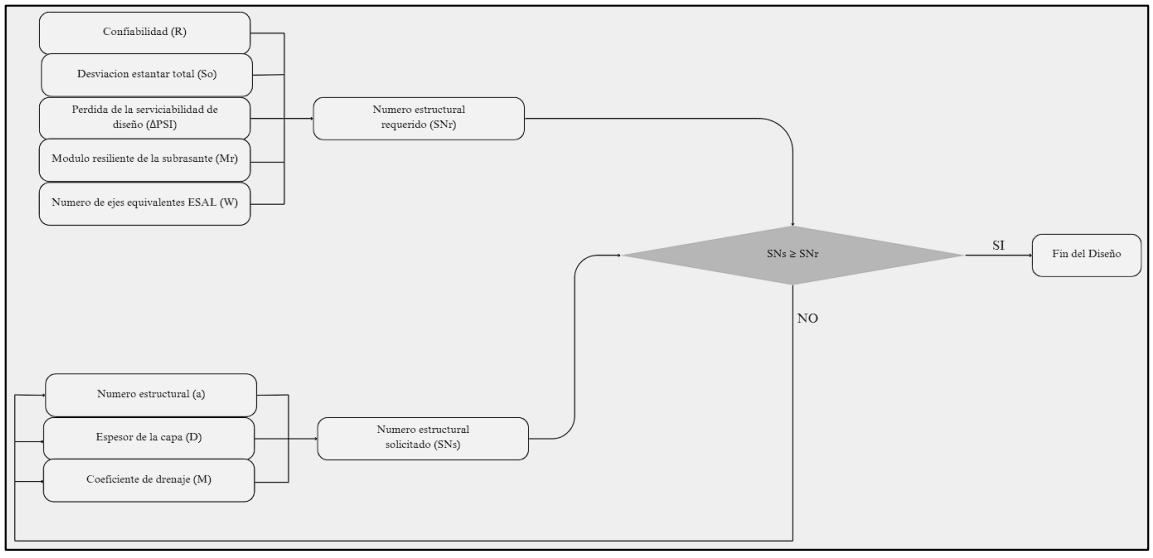
comportamiento se basa en la capacidad de deformarse bajo cargas sin desarrollar fisuras significativas en la superficie.

3.1.4.1 Predimensionamiento metodología AASHTO

La metodología de la AASHTO 93 consiste en el chequeo de la capacidad estructural de la estructura de pavimento propuesta versus el requerimiento que le llega a la estructura por medio de la carga vehicular que lo demanda. Así, el objetivo del diseño es verificar si la capacidad ofertada por el pavimento supera la capacidad requerida, por medio del número estructura. Tal como se muestra en la **figura 5.**

$$Log(W) = ZR\,.So + 9,36.Log(SN+1) - 0.20 + \frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40+\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2,32.Log(MR) - 8.07$$

Donde:
W: número estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el periodo de diseño.
Zr: desviación estándar normal.
So: error estándar combinado.
PSI: diferencia entre índice de servicio inicial y final.
Mr: Modulo resiliente (PSI)
SN: número estructural.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 5 Metodológica Diseño AASHTO.

3.1.4.1.1 Confiabilidad

Esta variable tiene en cuenta el grado de incertidumbre que se presenta durante la estimación de las variables de diseño. Los valores de referencia se presentan en la **Tabla 4** y **Tabla 5.**

CLASIFICACION	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANA	RURAL
Autopistas interestatales y otras	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias colectoras	80 - 99	75 - 95
Colectoras de transitos	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Tabla 4 Niveles de confianza recomendados.

Confiabilidad	Zr
70%	0.524
75%	0.674
80%	0.842
85%	1.036
90%	1.282
95%	1.645
96%	1.751
97%	1.881
98%	2.055
99%	2.328

Fuente: Manual de diseño pavimentos asfalticos para vías con bajos volúmenes de tránsito.
Tabla 5 Valores del parámetro Zr (suponiendo una distribución normal).

3.1.4.1.2 Desviación estándar total (So)

Este parámetro se define como el error de la predicción del tránsito y la predicción del comportamiento estructural, este valor varía de 0.44 a 0.50, adicional a esto tiene en cuenta los errores o desviaciones de diseño debido a:

- Variaciones en propiedades de los materiales.
- Variaciones en las propiedades de la subrasante.
- Variaciones en la estimación del tránsito.
- Variaciones en las condiciones climáticas.
- Variaciones en la calidad de la construcción.

Proyecto de pavimento	S_0	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Tabla 6 Parámetro So.

3.1.4.1.3 Serviciabilidad (Po, Pf):

Se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase transito que lo va a utilizar. La mejor forma de evaluarla es a través del índice de servicio presente (PSI), el cual varia de 0

hasta 5, teniendo en cuenta que la Serviciabilidad final de un pavimento (Pt) depende del tránsito, y del índice de servicio final (Pf), es necesario hacer una determinación de este último.

Po es la condición que tiene el pavimento inmediatamente después de la construcción para pavimentos flexible. Pf es la condición que se espera que tenga el pavimento al final de su vida útil. Una vez establecido Po y Pf se aplica la siguiente ecuación para definir el cambio total en el índice de servicio.

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

$\Delta PSI = P_0 - P_f$

Donde:

ΔPSI: Índice de servicio.

P_0: Serviciabilidad inicial.

P_f: Serviciabilidad final.

Tipo de vía	Serviciabilidad final
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano industrial	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Tabla 7 Valores de referencia para la serviciabilidad final

3.1.4.1.4 Modulo resilientes

Durante la obtención de los módulos resilientes de las capas granulares, se debe aclarar que la relación de módulos de la capa superior con la capa inmediatamente inferior no debe ser mayor a 3 para garantizar la relación y trabajo a la compresión. A continuación, se calcula el módulo de cada capa en (PSI) mediante la siguiente correlación

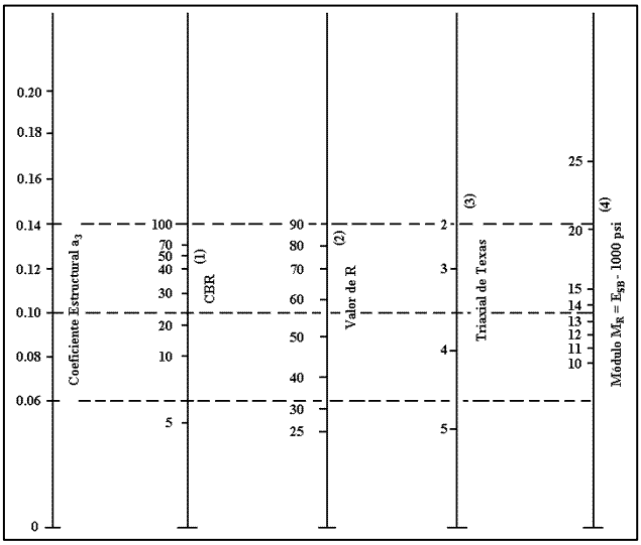
$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}$$

i. Módulo de la subrasante mejorada:

Remplazando el valor obtenido de CBR equivalente en la ecuación anterior.

ii. Módulo de subbase

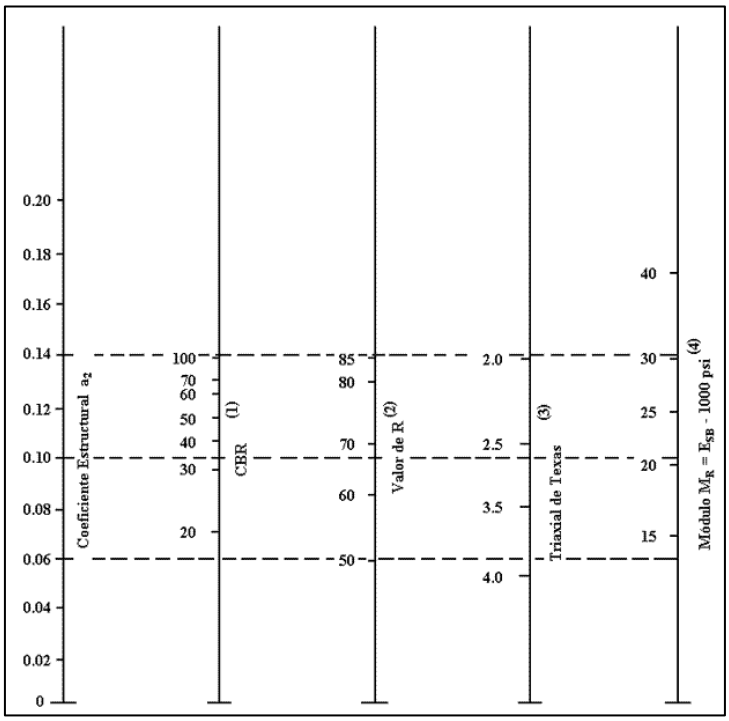
Teniendo en cuenta las propiedades del material y su capacidad de soporte se recomienda que el valor de CBR por tratarse de un material de subbase sea de 30% a 40% dependiendo el nivel de tránsito.



Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Ilustración 1 Grafico para determinar el coeficiente estructural (a3).

iii. Módulo de la base

Para la caracterización el material debe cumplir con las especificaciones de la norma INVIAS, las cual recomienda un CBR mínimo para base de 80% a 95% dependiendo el nivel de tránsito.



Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Ilustración 2 Grafico para determinar el coeficiente estructural (a2) de la base granular.

iv. Módulo dinámico del asfalto

Para el cálculo del módulo dinámico del asfalto se tuvo en cuenta la tabla 2.53 "Valores máximos recomendados de módulo resilientes (E) para capas de rodadura, base asfáltica y mezclas de alto modulo" del libro de Fredy Alberto Reyes Lizcano la cual relaciona variables como temperatura, frecuencia y la velocidad. Ver **Tabla 8.**

Capa	T [°C]	f [Hz]	v [km/h]	E [MPa]
Rodadura	10	2.5	15-25	7000
		5.0	35-45	8500
		10.0	70-80	9500
	15	2.5	15-25	5000
		5.0	35-45	6000
		10.0	70-80	7200
	20	2.5	15-25	3000
		5.0	35-45	4000
		10.0	70-80	5000
	25	2.5	15-25	2200
		5.0	35-45	2700
		10.0	70-80	3500
	30	2.5	15-25	1200
		5.0	35-45	1600
		10.0	70-80	2000
Base	10	2.5	15-25	9500
		5.0	35-45	10500
		10.0	70-80	11000
	15	2.5	15-25	6500
		5.0	35-45	7200
		10.0	70-80	8500
	20	2.5	15-25	4000
		5.0	35-45	5000
		10.0	70-80	6200
	25	2.5	15-25	3000
		5.0	35-45	3500
		10.0	70-80	4500
	30	2.5	15-25	1600
		5.0	35-45	2000
		10.0	70-80	2800

Fuente: tabla 2.53 del libro de pavimentos de Fredy Reyes Lizcano.
Tabla 8 Valores máximos recomendados de módulo resiliente (E).

3.1.4.1.5 Transito

El tránsito se caracteriza a partir del número de ejes equivalentes de 80 kN (8.2 Ton) que circulan en el carril de diseño en el período de diseño.

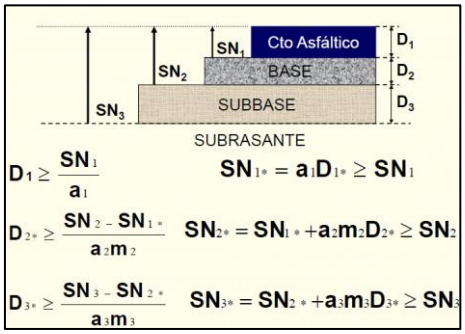
3.1.4.1.6 Numero estructural

El número estructural es un valor abstracto, que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido en función de los espesores de las capas, coeficientes estructurales de las capas y coeficientes de drenaje de las capas. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$SN = a_1*D_1 + a_2*D_2*m_2 + \ldots a_n*D_n*m_2$$

Donde:
a1, a2, a3: coeficiente estructural de las capas que componen la estructura.
D1, D2 y Dn: espesores de las capas del pavimento.
m2, y m3: Coeficiente de drenaje de las capas del pavimento.

Por ser el pavimento un sistema multicapa, la distribución de los espesores debe hacerse de acuerdo con los principios que muestra la **Ilustración 3**.



Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Ilustración 3 Determinación de los espesores de las capas mediante aproximaciones.

3.1.4.1.7 Coeficientes de drenajes

Los coeficientes de drenaje m2 y m3 (corresponden a las capas de base y material de mejoramiento) son factores de drenaje que se determina en función de la calidad de drenaje y el porcentaje de tiempo en el que el pavimento está expuesto a nivel de humedad próximo a la saturación, este porcentaje se determina en función del periodo de lluvias anuales de la región.

A continuación, se relaciona la calidad del drenaje con el tiempo para remover el agua **(ver Tabla 9)**.

Calidad de drenaje	Término para remocion del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	(el agua no drena)

Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Tabla 9 Capacidad del drenaje para remover el agua.

Para hallar los coeficientes de drenajes para las capas de base y material adecuado la AASHTO recomienda utilizar valores de la **Tabla 10.**

CALIDAD DE DRENAJE	PORCENTAJE DE TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PRÓXIMOS ALA SATURACION			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
EXCELENTE	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
BUENO	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
REGULAR	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
POBRE	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
MUY POBRE	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

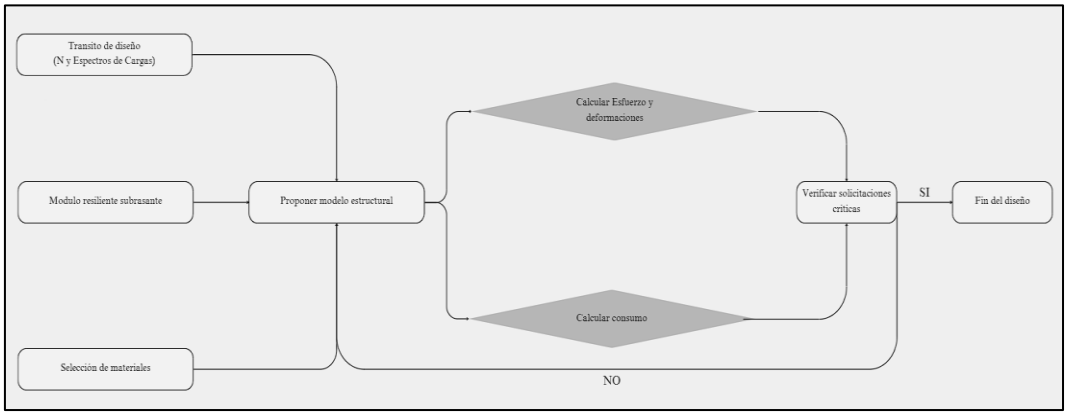
Fuente: AASHTO guide for design of pavement structures.
Tabla 10 Valores de m2 y m3 recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y material adecuado.

3.1.4.2 Dimensionamiento Método Racional

Esta metodología se fundamenta en el cálculo de esfuerzos y deformaciones en la estructura multicapa. Una de las grandes ventajas del método racional es que permite verificar la vida útil del pavimento en función de las repeticiones admisibles, repeticiones esperadas y por ende el consumo.

Esta metodología integra modelos matemáticos haciendo uso de las teorías de la elasticidad y aplicación de las leyes de fatiga, tal integración se realiza considerando durante el proceso de cálculo el módulo de elasticidad de la carpeta y los módulos resilientes de los suelos granulares. Es necesario aclarar que para la obtención de los módulos de los materiales granulares se idealiza el uso de equipos triaxiales y dinámicos, sin embargo, se han utilizado una seria de correlaciones que permiten encontrar el valor del módulo en función del CBR.

La modelación del método ha sido adaptada para ser compatible y poder ser desarrollado el método con el software de análisis mecánico facilitando la obtención de los esfuerzos y deformaciones en las diferentes capas. Adicional con el uso de esta metodología y software, para el desarrollo del método es necesario conocer las siguientes variables:



Fuente: Elaboración propia.
Figura 6 Metodológica Diseño método racional.

3.1.4.2.1 Cálculo de Esfuerzos y deformaciones

Este cálculo se debe realizar mediante un programa de análisis de pavimento mecánico que puede calcular la respuesta del pavimento a las cargas aplicadas por neumáticos. La respuesta del pavimento se define en términos de tensión, deformación y desplazamiento. La respuesta del pavimento se puede utilizar para predecir la vida útil del pavimento con respecto a la fatiga, dicho de otra forma, permite calcular esfuerzos y micro deformaciones para calcular el consumo por eje.

Una vez definido el modelo estructural y las características y configuración del eje de referencia que actuara sobre el pavimento, se procede a calcular los valores de esfuerzo y deformación presentados en los puntos de interés de la estructura.

3.1.4.2.2 Micro deformaciones en la subrasante y carpeta asfáltica.

De las deformaciones es importante destacar que los criterios de diseño están basados en controlar la deformación por tracción en la capa de rodadura, la deformación por compresión en la capa de subrasante.

3.1.4.2.3 Verificación de esfuerzos en la subrasante

Para la verificación de los esfuerzos en la subrasante se tuvo en cuenta que la relación entre los esfuerzos verticales hallados para cada tipo de eje en la fibra superior de la subrasante y la presión de inflado de las llantas debe ser menor al 3% o 5% según el requerimiento del corredor vial a diseñar.

3.1.4.2.4 Curvas de relación de esfuerzos vs profundidad

Con el fin de verificar el comportamiento de los esfuerzos verticales en función de la profundidad, se genera una curva para cada eje que permite observar el proceso de disipación de esfuerzos verticales a medida que aumenta la profundidad en función de la estructura del pavimento. Como se mencionó anteriormente, la relación del esfuerzo vertical con la presión de inflado del neumático permite encontrar un valor porcentual, el cual no debe ser mayor al 3 o 5% en el momento de llegar a la subrasante, de esta forma se puede garantizar que la estructura diseñada cumple los requisitos necesarios para evitar deformación por esfuerzos verticales en la subrasante.

3.1.4.2.5 Cálculo del consumo

3.1.4.2.5.1 Cálculo de consumo en la capa asfalto.

Para el cálculo del consumo en la capa de asfalto se tiene en cuenta las variables de tránsito calculadas para cada tipo de eje y las repeticiones admisibles. Para hallar estas repeticiones admisibles en la capa de asfalto, se usó un modelo que está en función de la deformación por tracción. Se utiliza la fórmula del instituto del asfalto como se muestra en la siguiente ecuación:

$$N_{adm} = 2.96 * 10^{-6} * (E_t)^{-3.291}$$

3.1.4.2.5.2 Cálculo de consumo en la subrasante

Para el análisis estructural en la subrasante se usó un el modelo de fatiga del instituto del asfalto el cual se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$N_{adm} = 1.365 * 10^{-9} * (E_z)^{-4.477}$$

3.2 Cantidades de Obra

Una vez definida la estructura de pavimento óptima para el diseño, se integra al diseño geométrico transversal. Junto con otros elementos del diseño, se establecen todos los parámetros necesarios para generar carteras de volúmenes. Estas carteras son cruciales, ya que proporcionan una base sólida para elaborar un presupuesto preciso del proyecto.

3.3 Recomendaciones técnicas

Las recomendaciones técnicas correspondientes a la construcción están definidas en el **capítulo 4** del informe Diseño de Pavimento, donde se detallan diversas directrices y especificaciones que deben ser consideradas durante el proceso constructivo. Estas indicaciones son fundamentales para asegurar que la obra cumpla con los estándares de calidad y durabilidad requeridos.

4 BIBLIOGRAFÍA

CCancce Ruiz, D. (2001). *Diseño de espesores de pavimentos por el método del instituto del asfalto.*

Hugo Rondon, F. r. (2015). *PAVIMENTO: Materiales, Construccion y Diseño.* MACRO.

Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.* Colombia: Ministerio de Transporte. Recuperado el 22 de Agosto de 2022

INVIAS. (2007). *Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos Para Vias Con Bajos Volumenes de Transito.*

INVIAS. (2008). *Manual de Diseño De pavimentos de Concreto Para Vías Con Bajos, Medios y Altos Volumenes de Transito.*

INVIAS. (2015). *Manual de Diseño De Pavimentos Asfalticos en Vías con Medios y Altos Volumenes de Transito.*

INVIAS. (2020). Cartilla de Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales., (pág. 180).

Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS. (2013). *Norma Colombiana de Diseño de Puentes - LRGD - CCP 14.*

Ministerio de Transporte; Instituto Nacional de Vías - INVÍAS. (2022). *Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales PROGRAMA COLOMBIA RURAL.*

Ministerio de Transporte; INVÍAS. (2009). *Manual de Drenaje de Carreteras.*

Roa Ovalle, L. (2023). *Informe mes mayo.*

Vélez, G. A. (2020). *VIAS URBANAS una ciudad para todos.* Bogotá.

Wanin, P. (s.f.). *Diseño de Infraestructura con Geosinteticos" 10ª edición.*

Weather Spark. (Febrero de 2024). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Montería*. Recuperado el 2024, de https://es.weatherspark.com/y/22571/Clima-promedio-en-Monter%C3%ADa-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o

Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-16-2024 Observaciones a la Metodología Volumen VII V1.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 22 de octubre de 2024

CPRS-065-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-16-2024 Observaciones a la Metodología Volumen VII V1.

Cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente en respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-16-2024 remitimos documento ajustado según las observaciones realizadas por la interventoría a la Metodología de Mejoramiento de Diseños Volumen VII, para su revisión.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

NIT. 901.784.351-2

ANEXO No. 1
METODOLOGÍA VOLUMEN VII
Versión 2

CONTRATO No. LP-SIM-024-2023

OBJETO DEL CONTRATO:
CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA



METODOLOGIA
VOLUMEN VII – ESTUDIO DE ESTRUCTURAS
VERSIÓN 2

BOGOTA D.C, OCTUBRE DE 2024

	Elaboró	Revisó	Aprobó
Firma:			
Nombre:	Sandra Farias	Fernando Amar	Fernando Amar
Cargo:	Especialista estructural	Director de Consultoría	Director de Consultoría

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
V0	02/08/2024	Elaboración inicial
V1	27/08/24	Atención observaciones interventoría.
V2	21/10/24	Atención observaciones interventoría según Oficio COCS-460-CPRS-C-16-2024

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 4
2 ALCANCE 4
3 ACTIVIDADES POR REALIZAR 5
3.1 INFORMACIÓN DE PARTIDA 5
3.2 IMPLANTACION DE ESTRUCTURA 6
3.3 RECOLECCION DE INFORMACIÓN TÉCNICA ADICIONAL 6
3.4 MODELO ESTRUCTURAL 7
3.5 DISEÑO ESTRUCTURAL 7
3.6 ELABORACIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO 8
3.7 ELABORACIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES 9
3.8 CANTIDADES Y ESPECIFICACIONES 10
3.9 NORMAS DE DISEÑO 10
3.10 DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN 10

1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene la metodología para la para la actividad de mejoramiento a los estudios y diseños estructurales del proyecto de CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

2 ALCANCE

El alcance de la actividad de mejoramiento a los estudios y diseños estructurales cumple el objetivo de verificar la estabilidad global del puente, la estabilidad local ante fuerzas internas de los elementos que componen el puente, la factibilidad y seguridad constructivas y la calidad de los materiales. Para esto se desarrollan en el diseño los siguientes aspectos:

1) Parámetros de Análisis y diseño:
   a) Implantación general.
   b) Incorporación de parámetros geotécnicos para la el diseño de la cimentación (módulos de reacción horizontal, capacidades de carga y parámetros para definición del espectro de diseño sísmico, entre otros).
2) Evaluación de cargas gravitacionales en operación totales y por apoyo.
3) Evaluación de cargas en etapas de construcción.
4) Criterios de rigidez utilizados para la modelación del puente:
   a) Módulos de elasticidad de los materiales.
   b) Módulos de reacción del suelo y cota de inicio de la restricción.
   c) Zonas rígidas en conexiones y luces o alturas libres de elementos.
   d) Criterios de modelación de neoprenos y elementos flexibles de apoyo.
   e) Libertad de movimiento de la superestructura en los estribos.
5) Periodos de vibración de la estructura.
6) Espectro de diseño sísmico.
7) Fuerzas sísmicas resultantes totales y por apoyo.
8) Condiciones de cargas permanentes y transitorias.

9) Combinaciones críticas de diseño.
10) Capacidad de los elementos de la cimentación ante fuerzas internas.
11) Capacidad de pilas ante fuerzas internas.
12) Capacidad de los estribos ante fuerzas internas.
13) Para el diseño de la superestructura:
    a) Proceso constructivo y fuerzas internas sucesivas en el voladizo.
    b) Fuerzas de postensado, cables y esfuerzos.
    c) Fuerzas internas de las dovelas del puente en operación.
    d) Análisis transversal del tablero.
    e) Análisis de cortante y torsión.
    f) Niveles de posicionamiento en fase de construcción.
14) Diseño de barreras y barandas.
15) Diseño de las zonas de anclaje del postensado.
16) Diseño de topes sísmicos.
17) Elaboración de memorias de cálculo.
18) Elaboración de planos.
19) Establecimiento de cantidades de obra.

Como resultado final de la actividad de mejoramiento a los estudios y diseños estructurales del tercer puente sobre el Río Sinú, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba, se obtendrá:

- Elaboración de memorias de cálculo
- Elaboración planos estructurales a nivel de construcción

Los numerales 3.6 y 3.7 presentan el contenido mínimo de memorias y planos estructurales.

3 ACTIVIDADES POR REALIZAR

3.1 INFORMACIÓN DE PARTIDA

Como información de partida para el mejoramiento de los estudios y diseños estructurales se debe contar con:

- Planos topográficos **actualizados** con topografía detallada del ponteadero.
- Diseño vial vertical y horizontal de la vía preliminar o aprobado en archivo magnético. El plano deberá incluir entre otros: coordenadas, cotas de rasante, peraltes, bombeos, información de curvas circulares y espirales, referencias externas, etc.
- Confirmación de gálibo vertical y horizontal del puente.
- Recomendaciones hidráulicas en cuanto a niveles de aguas máximas y perfiles de socavación.

3.2 IMPLANTACION DE ESTRUCTURA

Para la implantación de la estructura se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Topografía, perfil del terreno natural
- Geometría y diseño vial, si es un alineamiento recto, curvo, radio de curvatura, etc.
- Hidráulica y geotecnia, según las cuales podría ser o no ser conveniente y económico colocar apoyos intermedios, así como la definición de los gálibos y las secciones hidráulicas.
- Detalles constructivos. Se considera principalmente la topografía, la viabilidad de la construcción y la disponibilidad de equipos, etc.

3.3 RECOLECCION DE INFORMACIÓN TÉCNICA ADICIONAL

Una vez definida la implantación de la alternativa recomendada, se deberá contar con:

- Planos topográficos **actualizados** con topografía detallada del ponteadero.
- Diseño vial vertical y horizontal de la vía **aprobado** en archivo magnético. El plano deberá incluir entre otros: coordenadas, cotas de rasante,

peraltes, bombeos, información de curvas circulares y espirales, referencias externas, etc.

- Información geotecnia que incluya entre otros:

  Capacidad portante de los pilotes o de las cimentaciones superficiales si aplica. Tablas y gráficos con parámetros según dimensiones y profundidad de pilotes.

  Parámetros para el cálculo de empujes de tierras tales como peso específico de material existente o de terraplén, ángulo de fricción interna, cohesión y nivel freático.

  Parámetros para interacción pilotes-suelo como módulos de reacción vertical y horizontal.

  Parámetros para definición de espectro de diseño.

- Estudio hidráulico.

3.4 MODELO ESTRUCTURAL

Se elaborará un modelo con todos los elementos del puente teniendo en cuenta las diferentes condiciones de carga, el espectro de diseño y las combinaciones de carga de acuerdo con el código de diseño estructural. Se consideran casos de construcción y de servicio.

El modelo se elaborará usando el *software* especial para estas estructuras tales como SAP2000 y CSI Bridges de CSI.

Se tendrá en cuenta la información geotécnica para realizar la modelación de los pilotes.

3.5 DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño de la infraestructura incluirá la evaluación de los siguientes elementos entre otros:

- Pilotes
- Zapatas
- Columnas
- Vigas de amarre
- Estribos

El diseño de la superestructura incluirá la verificación de:

- Refuerzo y tensionamiento de viga cajón
- Análisis de esfuerzos durante el proceso constructivo.
- Análisis de esfuerzos en servicio
- Diseño transversal del cajón
- Evaluación de contraflechas

Se realizará también el diseño de otros elementos como:

- Barreras
- Apoyos

3.6 ELABORACIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO

Se elaborarán las memorias de cálculo estructurales con el siguiente contenido entre otros:

- Descripción general del proyecto.
- Calidad de materiales componentes de las estructuras.
- Definición de cargas
- Descripción del modelo estructural
- Diseño de elementos de infraestructura (apoyos extremos, columnas, zapatas y pilotes)
- Diseño de superestructura viga cajón (Momentos y cortantes en construcción, solicitaciones en superestructura
- Diseño de tensionamiento
- Esfuerzos en construcción

- Esfuerzos en servicio
- Análisis transversal del tablero
- Análisis de cortante de la superestructura
- Análisis de deflexiones para puentes de voladizos
- Diseño de otros elementos como barandas y apoyos

3.7 ELABORACIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES

Se elaborarán planos definitivos de construcción que incluyan por lo menos:

- Plano básico con la geometría general, los parámetros generales empleados para el diseño de la estructura, descripción de materiales, cuadro de cantidades de obra y lista de planos general.
- Geometría de infraestructura (apoyos extremos, columnas, zapatas y pilotes)
- Geometría de superestructura (se incluyen las cotas de montaje correspondientes a las diferentes dovelas)
- Detalle de apoyos, juntas de dilatación y barandas.
- Planos de refuerzo de todos los elementos de infraestructura y superestructura, con sus correspondientes cuadros de hierros.
- Planos de tensionamiento con el trazado de cables, alargamientos, y definición de zonas de anclaje.
- Plano con la secuencia constructiva y recomendaciones especiales de montaje.
- Esquemas y detalles de elementos no estructurales tales como barandas, juntas, bordillos, andenes, barreras de concreto para tráfico

Los planos serán entregados en formatos dwg y pdf.

Los planos tendrán expresión y escalas adecuadas de tal manera que todo el contenido de los planos sea claro y legible, acordes a lo establecido en la NTC 1580. Dibujo técnico escalas

3.8 CANTIDADES Y ESPECIFICACIONES

Se establecerán las cantidades de obra de los diseños definitivos.

Se incluirán especificaciones técnicas especiales o adicionales, para materiales y procesos que no se encuentren en las especificaciones generales de construcción.

3.9 NORMAS DE DISEÑO

Norma básica:

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014

Normas adicionales y/o referencia:

- AASHTO LRFD BRIDGE DESING ESPECIFICATION 2020
- Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022.
- AWS D1.5 -02 Bridge Welding Code.
- Standard Specification for highway bridges.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

3.10 DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN

- Memorias de cálculo en archivo magnético(pdf).
- Planos estructurales en archivo magnético (dwg y pdf.) de acuerdo con el formato del proyecto y el contenido previamente definido en este documento.

Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-17-2024 Observaciones Metodología Volumen VIII V1.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 22 de octubre de 2024

CPRS-066-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-17-2024 Observaciones Metodología Volumen VIII V1.

Cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente en respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-17-2024 remitimos documento ajustado según las observaciones realizadas por la interventoría a la Metodología de Mejoramiento de Diseños Volumen VIII, para su revisión.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

ANEXO No. 1
METODOLOGÍA VOLUMEN VIII
Versión 2

CONTRATO No. LP-SIM-024-2023

OBJETO DEL CONTRATO:

CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

METODOLOGÍA
VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE REDES
VERSIÓN 2

BOGOTA D.C, OCTUBRE DE 2024

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
V00	02/08/2024	Elaboración inicial
V01	24/09/2024	Se corrige y complementa la ubicación del Proyecto.
V02	21/10/2024	Se atienden observaciones de la interventoría según oficio COCS-460-CPRS-C-17-2024

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVO 4

1.1 Objetivos Específicos 4

2 ALCANCE 4

3 LOCALIZACION DEL PROYECTO 4

4 INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA 5

5 INTERFERENCIA DE REDES 5

6 IMPLANTACIÓN DE REDES EN PLANOS DE DISEÑO 5

7 SOLICITUD DE TRASLADO DE REDES 5

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 6

1 OBJETIVO

El objetivo del presente documento es identificar las redes que interfieren dentro del proyecto, como también su posible localización a nivel esquemático para ser diseñadas en las siguientes fases del proyecto.

1.1 Objetivos Específicos

- ✓ Solicitar la información secundaria a las entidades encargadas.
- ✓ Comprobación en campo de información secundaria.
- ✓ Identificación de redes en la zona del proyecto.
- ✓ Propuesta esquemática para relocalización de redes.

2 ALCANCE

El alcance metodológico consta de la identificación de redes que interfieran con el Tercer Puente sobre el Río Sinú y propuesta de solución a nivel esquemático el cual será utilizado como información de partida en la siguiente fase del proyecto, donde se tendrán que realizar levantamiento e inspección de redes detallado y diseños definitivos para ser presentados a las entidades encargadas.

3 LOCALIZACION DEL PROYECTO

El cruce sobre el río Sinú, se localiza al oeste de la ciudad de Montería, capital del departamento de Córdoba como vía de acceso trazado paralelo a la Carrera 1 via que posteriormente empatará con dicha carrera, hacia al sur sobre la margen derecha; y, la carrera 3W calle 15A, al norte de la margen izquierda del río. El puente proyectado dará acceso a la carrera 3W y a la carretera Montería-Arboletes y a la Región Caribe hacia Urabá antioqueño. En la figura mostrada a continuación se indica la localización actual del proyecto.



Planta - Localización cruce río Sinú (tercer puente). Municipio de Montería (Córdoba)

4 INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA

Se realizará la solicitud de información a las diferentes entidades públicas del municipio de Montería, referente a planos de localización y archivos kmz con las diferentes redes. Estas redes de información secundaria deberán ser rectificadas en el levantamiento topográfico, encontrado que la información suministrada por las diferentes entidades era certera en su ubicación y característica de la red.

5 INTERFERENCIA DE REDES

Las interferencias de redes se identificarán tanto en los planos suministrados por el municipio con en el respectivo levantamiento topográfico. Lo anterior se deber hacer para las dos márgenes del rio derecha e izquierda.

Con base en lo anterior se deberán identificar y ubicar, las redes eléctricas y de voz y datos, redes de acueducto y alcantarillado.

6 IMPLANTACIÓN DE REDES EN PLANOS DE DISEÑO

Con base en el punto anterior, se realizarán los dibujos de las redes de diferentes tipos en planos geo-referenciados, basados en el VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO Y SEGURIDAD VIAL, para posteriormente ser implantados en los planos de diseños del puente, tanto de trazado, cimentación y superestructura, con el fin de verificar si la estructura interfiere con algunas de las redes, los cuales deberán ser revisados por la interventoría.

7 SOLICITUD DE TRASLADO DE REDES

En el caso en que se encuentren interferencias de redes con la estructura del Puente, se deberán iniciar los trámites y permisos, para el traslado respectivo en los puntos donde exista interferencia, con la respectiva propuesta de relocalización.

En caso en que no existan interferencias se constatará mediante los planos implantados que no existen interferencias y la interventoría deberá confirmar, que

no existe afectación sobre las redes, con lo cual en este sentido se podrán iniciar las obras con los mejoramientos de diseños ajustados.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en el desarrollo del estudio dadas las condiciones encontradas en cuanto a redes y basándose en la documentación disponible, y las verificaciones en campo, el informe final contendrá conclusiones y recomendaciones para ser tenidas en cuenta durante el desarrollo de la construcción del Tercer Puente Sobre el Rio Sinú.

Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-18-2024 Observaciones Metodología Volumen IX V1.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 22 de octubre de 2024

CPRS-067-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-18-2024 Observaciones Metodología Volumen IX V1.

Cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente en respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-18-2024 remitimos documento ajustado según las observaciones realizadas por la interventoría a la Metodología de Mejoramiento de Diseños Volumen IX, para su revisión.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ANEXO No. 1
METODOLOGÍA VOLUMEN IX
Versión 1

CONTRATO No. LP-SIM-024-2023

OBJETO DEL CONTRATO:

CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

METODOLOGÍA
VOLUMEN IX. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS

VERSIÓN 1

BOGOTA D.C, OCTUBRE DE 2024

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
V00	02/08/2024	Elaboración inicial
V01	23/09/2024	Versión ajustada según observaciones de la Interventoría
V02	21/10/2024	Se atienden observaciones de interventoría según oficio COCS-460-CPRS-C-18-2024

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVO 4
2 ALCANCE 4
3 CANTIDADES DE OBRA 5
4 ESTIMACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS 5
5 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 6
5.1 Norma básica: 6
5.2 Normas adicionales y/o referencia 6
6 PRESUPUESTO 6
6.1 Costos de construcción 7
6.2 Costos indirectos y cálculo del AIU 7

1 OBJETIVO

Ajustar el presupuesto detallado para la construcción de la obra conformado por todas las actividades definidas y agrupadas por capítulos del resultado de los mejoramientos de estudios y diseños, realizando los análisis de precios unitarios (APU) de las actividades no previstas resultado de los nuevos estudios, y así obtener los costos indirectos del personal administrativos tanto de campo como de oficina para estas nuevas actividades que surjan, y así recalcular el monto de los imprevistos para los contratiempos que se puedan presentar y al igual que la utilidad que es lo mínimo que se espera recibir por la ejecución del proyecto.

2 ALCANCE

El alcance para la estimación de cantidades de obras, costos y presupuesto está relacionado con la recolección y análisis de información secundaria de los mejoramientos de los diseños, incluyendo la nueva toma de información de campo, de las nuevas actividades para los ítems no previstos, así como, la actualización de la información de los sitios de explotación de las fuentes de materiales. Los centros de producción industrial de los insumos y productos que harán parte de la estructura del Tercer Puente Sobre el Rio Sinú, como son, las plantas de trituración, concretos y agregados, localizados en la zona de influencia del proyecto.

En la construcción del Tercer Puente sobre el Rio Sinú, se establecerá la zona de influencia y se determina el origen de los diferentes insumos para cada uno de los componentes de la estructura y la localización de los centros de producción para su posterior implementación en el proyecto, los costos de producción en campo se proyectan a partir de las necesidades reales de acopio de insumos básicos, en función de su necesidad y volumen requeridos definidos por la diferentes áreas técnicas volúmenes de obra, posibles materiales a emplear, longitudes aproximadas de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes.

Con base en lo anterior se desarrollarán los siguientes puntos:

a. Cálculo de las cantidades de Obra.

b. Lo anterior teniendo en cuenta las Especificaciones de Construcción generales y particulares aplicables a la obra establecidas por el contrato No. LP-SIM-024-2023 y las que surjan del Mejoramiento de los Estudios y Diseños.

c. Para actividades no previstas que surjan del Mejoramiento de los Estudios y Diseños seguir lo establecido en el aparte 10.4.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, del contrato No. LP-SIM-024-2023, siguiendo el enciso yy.

d. Para la valoración del proyecto se utilizarán los Análisis de Precios Unitarios ya establecidas en el contrato No. LP-SIM-024-2023.

e. Para la valoración del proyecto se utilizará el A.I.U. establecido en el contrato No. LP-SIM-024-2023.

f. Desarrollar el Presupuesto para la obra.

3 CANTIDADES DE OBRA

Se hará una evaluación de cantidades de obra para dados los cambios en los diseños, estos valores se presentan en el formato “LISTA DE CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO”, en el cual se incluya el número y la descripción del ítem de pago, y el número de las especificaciones generales, los cuales deben corresponder a los incluidos en las Especificaciones Generales de Construcción, vigentes del INVIAS.

Estas cantidades son obtenidas a partir de mediciones realizadas en los resultados de los volúmenes finales de mejoramiento de diseño.

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos y según la ubicación del puente. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes.

4 ESTIMACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

Dentro de la estructura del estudio de estimación de cantidades de obras, costos y presupuestos, se establecerán los Análisis de Precios Unitarios (APUs) para los ítems no previstos de la siguiente manera.

En caso de que se requieran actividades de obra no previstas se presentarán los Análisis de Precios Unitarios No Previstos correspondientes a la INTERVENTORÍA para su revisión y aprobación, para posteriormente presentarlos a la alcaldía y de esta manera se dé la continuación del trámite pertinente.

5 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Para el presente estudio, se utilizarán las Especificaciones Generales de Construcción de Puentes establecidas por los diferentes especialistas que elaborarán los volúmenes de mejoramientos de estudios y diseños, y por la normatividad para construcción vigente para dichas estructuras.

Lo anterior dando cumplimiento a las normas y especificaciones técnicas contenidas en el presente en la minuta contractual como las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras y Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras del Instituto Nacional de Vías o las que se encuentren vigentes, la Ley de Accesibilidad al Medio Físico – Ley 361 de 1997, y las demás que resulten aplicables con el fin de asegurar la adecuación funcional y ambiental del proyecto.

En virtud de los anterior, el sistema constructivo deberá cumplir con las normas vigentes aplicables del Instituto Nacional de Vías o demás normas que se requieran según el mejoramiento de estudios y diseños.

5.1 Norma básica:

- ✓ Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014

5.2 Normas adicionales y/o referencia

- ✓ AASHTO LRFD BRIDGE DESING ESPECIFICATION 2020
- ✓ Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022.
- ✓ AWS D1.5 -02 Bridge Welding Code.
- ✓ Standard Specification for highway bridges.
- ✓ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

6 PRESUPUESTO

Para la elaboración del presupuesto final de construcción del proyecto, se tendrán en cuenta los precios unitarios establecidos inicialmente de cada ítem y los de las obras no previstas con sus respectivas cantidades de obra, se determinará el nuevo presupuesto de la obra en pesos colombianos, a la fecha de presentación del estudio; dichos costos se discriminarán así:

6.1 Costos de construcción

Se determinará una estructura de costos y una estructura de división del trabajo para ser aprobada por la interventoría, según los ítems no previstos que se determinen en el mejoramiento de estudios y diseños.

La estructura de costos agrupará los ítems que sean más representativos desde el punto de vista constructivo, proponiendo una estrategia de construcción para establecer los costos indirectos incluidos en la estructura de costos del proyecto.

La estructura de costos será la relacionada en el *Formulario 1* del presente contrato, en caso se que del producto de Mejoramiento de Estudios y Diseños resulten actividades no previstas, se deberá incluir un capitulo 8 que contengan dichas actividades.

Con las cantidades de obra de cada ítem de la estructura de costos y teniendo en cuenta las definiciones de las Especificaciones Generales de Construcción del proyecto, se elaborará la memoria de cálculo de cantidades de obra.

6.2 Costos indirectos y cálculo del AIU

Estos costos son los llamados costos indirectos y que van asociados a la ejecución del contrato de obra, pero en la parte administrativa ya fueron determinados previamente, por lo cual no se modificarán.

Por lo cual el cálculo de los porcentajes correspondientes para el AIU (Administración, Imprevistos y Utilidades); ya fueron determinados y se muestran a continuación:

DESCRIPCION	PORCENTAJE	
ADMINISTRACION	A=	28.50%
IMPREVISTO	I=	0.30%
UTILIDAD	U=	1.20%
TOTAL A.I.U.	A.I.U.=	30.00%

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Producto del desarrollo del presente Volumen, se incluirán conclusiones y recomendaciones, con el fin de que sirvan como insumo en el desarrollo de la construcción de la obra, lo cual permitirá realizar el control de los costos y del flujo financiero del proyecto.

Respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-2-2024 Observaciones a la Metodología Volumen I v1.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 23 de octubre de 2024

CPRS-068-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-2-2024 Observaciones a la Metodología Volumen I v1.

Reciba un cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente en respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-2-2024 remitimos documento ajustado según las observaciones realizadas por la interventoría a la Metodología de Mejoramiento de Diseños Volumen I Versión 1, para su revisión.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ANEXO No. 1
METODOLOGÍA VOLUMEN I
Versión 2

CONTRATO No. LP-SIM-024-2023

OBJETO DEL CONTRATO:

CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

METODOLOGÍA
VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO
VERSIÓN 2

BOGOTA D.C, OCTUBRE DE 2024

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
V0	02/08/2024	Elaboración inicial
V1	22/08/2024	Ajustes de acuerdo con observaciones planteadas por Interventoría Oficio CTE-460-0079-2024
V2	16/10/2024	Ajustes de acuerdo con observaciones planteadas por Interventoría Oficio COCS-460-CPRS-C-2-2024

TABLA DE CONTENIDO

1 ENFOQUE METODOLÓGICO OBJETIVOS Y ALCANCES 5
1.1 Objetivo general 5
1.2 Objetivos específicos 5
1.3 Alcance del estudio 6
2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 7
2.1 Localización 8
2.2 Polígono 9
2.3 Cuadro de áreas, área del lote y área edificable 9
2.4 Certificación sobre clasificación de uso de suelo 10
2.5 Definición del área de influencia 11
3 CARACTERIZACIÓN DE LA MALLA VIAL CIRCUNDANTE 12
3.1 Caracterización de las condiciones de operación actuales del tránsito en la red vial del área de influencia 12
3.2 Características del sistema vial y de transporte 13
4 AFOROS VEHICULARES 16
4.1 Formato de aforos vehicular 16
5 ESTACIONES DE CONTEO VEHICULARES 19
5.1 Estación 1 – Puente Segundo Centenario 19
5.2 Estación 2 – Puente Metálico Gustavo Rojas Pinilla 19
5.3 Estación 3 – Carrera 3W con Calle 15 A 19
5.4 Estación 4 – Carrera 3 con Calle 10 20
6 ENCUESTAS ORIGEN DESTINO 21
6.1 Transporte Privado 21
6.2 Transporte Publico 23
6.3 Transporte de Carga 23
7 ESTACIONES DE ENCUENTAS OD 25
7.1 Estación 1 – Puente Segundo Centenario 25
7.2 Estación 2 – Puente Metálico Gustavo Rojas Pinilla 25

8 MODELO DE MICROSIMULACIÓN 26
9 VALIDACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL MODELO 26
9.1 Metodología para la calibración de modelos de Micro simulación 26
10 ALTERNATIVAS A MODELAR 27
11 DEMANDA FUTURA DEL PROYECTO 27
12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 27
13 CRONOGRAMA 27
14 BIBLIOGRAFIA 27

1 ENFOQUE METODOLÓGICO OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1 Objetivo general

El objetivo general del estudio de tránsito del proyecto de infraestructura vial denominado "CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA" es analizar y evaluar las condiciones actuales y futuras del flujo vehicular en la zona de influencia del nuevo puente, con el fin de optimizar la movilidad, mejorar la seguridad vial, y garantizar una integración eficiente del puente con la red de vial existente. Este estudio permitirá identificar las necesidades de infraestructura complementaria, estimar la demanda de tráfico proyectada, y proponer soluciones que minimicen el impacto sobre la comunidad y el medio ambiente, asegurando así la sostenibilidad y funcionalidad del proyecto a largo plazo.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar la zona de influencia del proyecto estudiado.
- ✓ Recopilar y analizar información secundaria
- ✓ Diseñar y tomar información de aforos vehiculares en la zona de influencia del proyecto.
- ✓ Procesar y analizar la información de campo acopiada.
- ✓ Evaluar el Tráfico Actual: Analizar las condiciones actuales del tráfico en la zona de influencia, incluyendo volúmenes vehiculares, patrones de circulación, y niveles de servicio en las vías adyacentes al nuevo puente.
- ✓ Proyectar la Demanda de Tráfico Futuro: Estimar el crecimiento del tránsito vehicular a corto, mediano y largo plazo, considerando factores como el desarrollo urbano, la expansión económica, y los cambios demográficos en el municipio de Montería y sus alrededores.
- ✓ Identificar Problemas de Movilidad y Seguridad Vial: Detectar los puntos críticos de congestión, accidentes y otros problemas viales en la zona de influencia, proponiendo medidas correctivas y preventivas para mitigarlos.
- ✓ Diseñar Soluciones de Ingeniería Vial: Proponer ajustes o mejoras en la infraestructura vial existente, tales como rediseño de intersecciones, semaforización, y señalización, para garantizar una integración eficiente del nuevo puente con la red vial actual.
- ✓ Evaluar el Impacto Ambiental y Social del Tráfico: Analizar el impacto del incremento del tránsito en la calidad del aire, el ruido, y la comunidad local, sugiriendo estrategias para minimizar efectos negativos.
- ✓ Definir Estrategias de Gestión del Tráfico Durante la Construcción: Proponer un plan de manejo del tráfico que minimice las molestias para la comunidad y garantice la seguridad durante las fases de construcción del puente.
- ✓ Formular las respectivas conclusiones y recomendaciones.

1.3 Alcance del estudio

El alcance del estudio de tránsito para el proyecto de infraestructura vial denominado "CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA" abarca las siguientes actividades y áreas de análisis:

Delimitación de la Zona de Influencia: Definición del área de estudio, que incluye las vías principales, secundarias y terciarias adyacentes al emplazamiento del nuevo puente, así como las áreas urbanas y rurales que podrían verse afectadas por cambios en el flujo vehicular.

Recolección de Datos de Campo: Realización de aforos vehiculares, encuestas de origen-destino, análisis de velocidades, y estudios de ocupación de la vía para comprender las condiciones actuales de tránsito en la zona de influencia.

Análisis de Capacidad Vial y Niveles de Servicio: Evaluación de la capacidad de las vías existentes y proyección de los niveles de servicio bajo distintos escenarios de crecimiento vehicular, con y sin la construcción del nuevo puente.
Proyección del Tráfico Futuro: Modelado del crecimiento del tránsito vehicular para los próximos 10, 20 y 30 años, considerando la influencia del desarrollo socioeconómico y urbanístico en la región.

Identificación de Impactos y Problemas Viales: Diagnóstico de los posibles impactos del proyecto sobre la red vial existente, incluyendo congestión, seguridad vial, y posibles desvíos de tráfico durante y después de la construcción.

Diseño de Medidas de Mitigación: Formulación de propuestas de mejora y ampliación de la infraestructura vial existente, así como medidas de gestión del tráfico para mitigar los impactos negativos durante la fase de construcción.

Informe Final y Recomendaciones: Elaboración de un informe que detalle los hallazgos del estudio, con recomendaciones técnicas y estratégicas para optimizar el funcionamiento del nuevo puente y mejorar la movilidad en su área de influencia.

Este estudio sirve como base para la toma de decisiones informadas en la planificación y ejecución del proyecto de construcción del tercer puente sobre el río Sinú.

Este estudio no incluye dentro de su alcance la Evaluación del Impacto Ambiental del Tráfico, es decir el análisis del impacto que el incremento del tráfico podría tener sobre el medio ambiente, especialmente en términos de emisiones de gases, ruido, y calidad del aire, con propuestas de mitigación ambiental.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

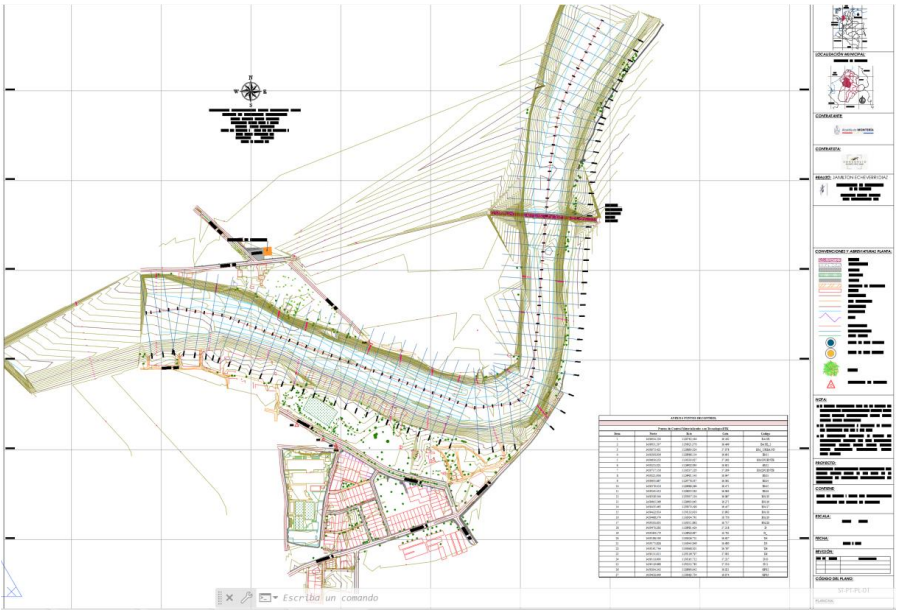
La infraestructura vial debe estar acorde a las necesidades de la ciudad, por lo tanto, las zonas en desarrollo se ven obligadas a realizar mejoras en su infraestructura vial ante los crecimientos de la población y del parque automotor del país, es por esto, que en el momento adelantan múltiples proyectos de ampliaciones viales e infraestructura nueva en las diferentes zonas que unen cabeceras municipales, buscando mejorar las condiciones y tiempos de viaje.

Por lo anterior, nace la necesidad de proyectar un tercer puente bidireccional sobre el Rio Sinú con una longitud aproximada de 381,5 metros de superestructura y zonas de ingreso y salida de 84,0 metros Al lado izquierdo constituido por 7 módulos de muros de concreto reforzado y 106,0 metros al lado derecho correspondiente a 9 módulos de muros en concreto, para garantizar y optimizar la conexión y transitabilidad en la ciudad de Montería, y al mismo tiempo, reducir los tiempos de viajes y disminuir la accidentabilidad.

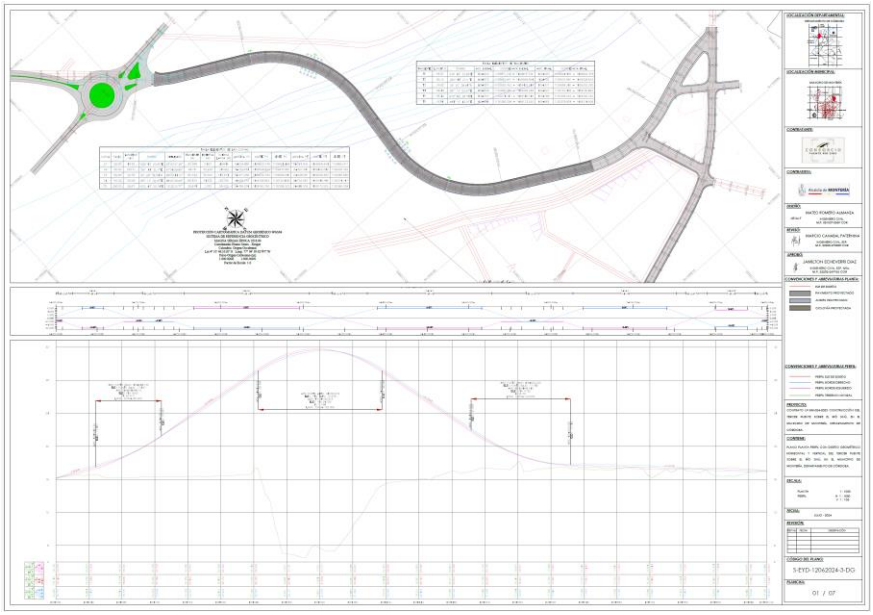
El tercer puente sobre el rio Sinú cuenta con los siguientes datos determinados por las condiciones físicas-geográficas del terreno y al diseño estructural del mismo:

- ✓ Longitud aproximada de 381,50m.
- ✓ Está constituido por cinco (5) vanos de 80,00m – 160,00m – 80,00m-21,50m – 30,00m.
- ✓ La estructura será construida por el sistema de voladizos sucesivos, con dovelas fundidas “In Situ” en los tres primeros vanos, en los vanos 4 y 5 se construirá por medio de vigas postensadas.
- ✓ La sección transversal del puente tiene un ancho total de 14,20m, se incluye un andén en el costado izquierdo de 1,60m, el ancho de la calzada corresponde a dos (2) carriles de 3,50m, anden al costado derecho de 1,60m y una pasarela para ciclo-ruta bidireccional de bidireccional de 2,60m y una berma de seguridad de 0,30m y a cada costado de cada carril se tiene barreras New Jersey de 0,40m de ancho, teniendo finalmente un ancho de calzada útil de 1,00m.
- ✓ El alineamiento vial contempla la estructura en un tramo predominante curvo, Se presenta en la Figura 5 la planta general y en la Figura 6 se muestra el perfil por el eje vial, además de muros de contención a cada lado del puente.

2.1 Localización



Localización del proyecto
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE GOOGLE MAPS

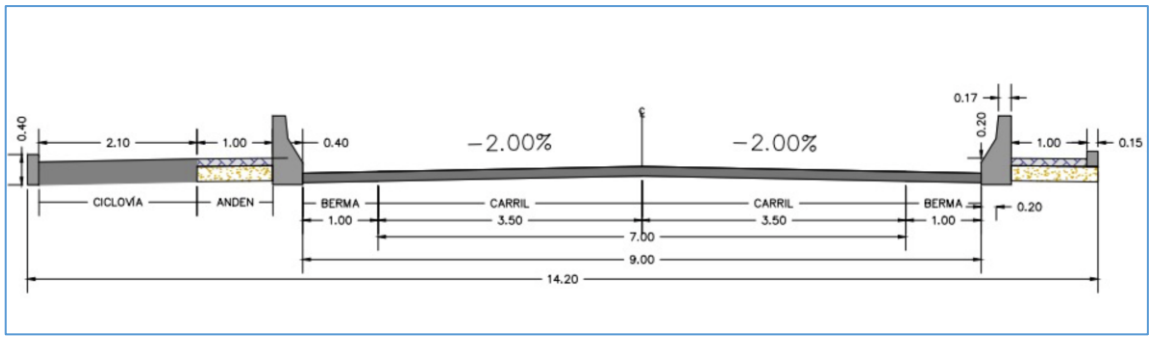


Localización del proyecto
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE GOOGLE MAPS

2.2 Polígono

El polígono en el cual se desarrolla el proyecto se puede observar en la localización del proyecto de la Figura 1, donde se implanta el proyecto de acuerdo con lo observado en la Figura 3
Figura 3 Proyecto

La distribución de flujos vehiculares y peatonales del proyecto y en la red vial arterial, está prevista mediante la provisión de oferta vial, tal como se puede observar en los siguientes perfiles viales.



2.3 Cuadro de áreas, área del lote y área edificable

El proyecto consiste en la construcción de un Tercer puente sobre el Río Sinú, en el municipio de montería, departamento de córdoba, el cual está conformado por zonas comerciales y residenciales adyacentes, ocupando las siguientes áreas:

CUADRO DE AREAS

CUADRO ÁREAS (m2)	
AREA COMERCIAL	
ÁREA RESIDENCIAL	
ÁREA ZONAS VERDES (PARQUES Y JARDINES)	
ZONA VERDE ANDENES	
VÍAS EN GENERAL	

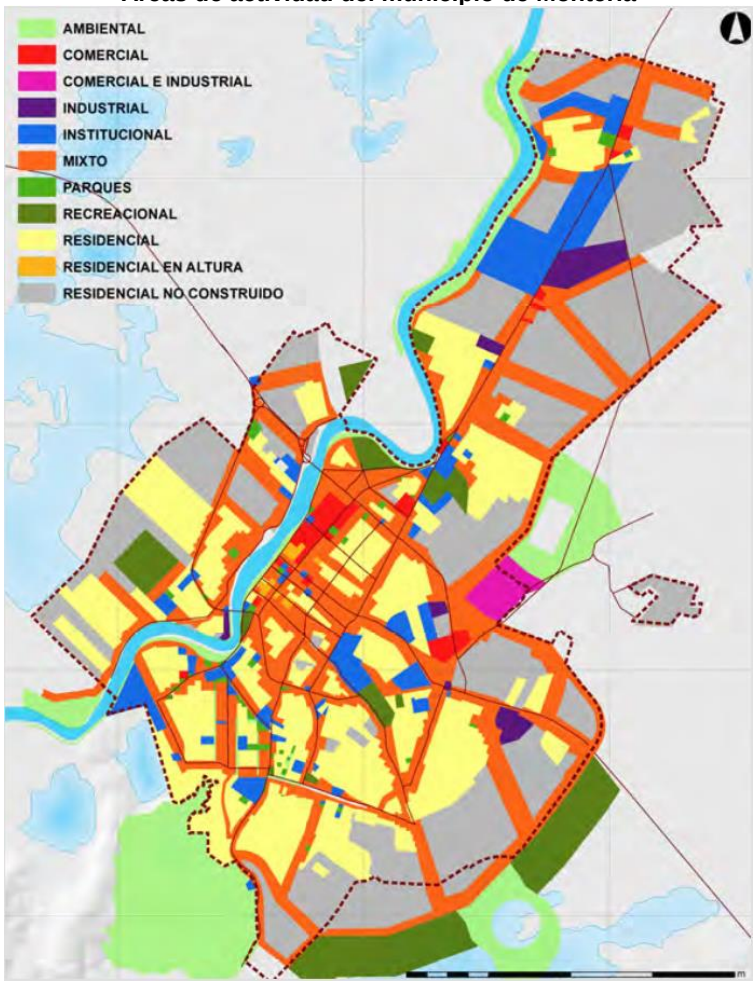
2.4 Certificación sobre clasificación de uso de suelo

Según el Departamento de Planeación de la ciudad de Montería, la zona del proyecto Alboraya, se clasifica como "Área residencial", como se estipula en al siguiente cuadro y en la Ficha UDP 420-2.

Clasificación uso de suelo del sector del proyecto

SECTOR	ÁREA DE ACTIVIDAD	ZONA	TRATAMIENTO
21	ÁREA URBANA INTEGRAL	RESIDENCIAL	DESARROLLO POR NORMAS EN ÁREAS URBANAS
27	Suelo Protegido	(Ronda Canal)	Para este caso se amplía canal existente y se mantiene un retiro lateral de 12 Mts de acuerdo con lo contemplado en decreto 0506 de 2011

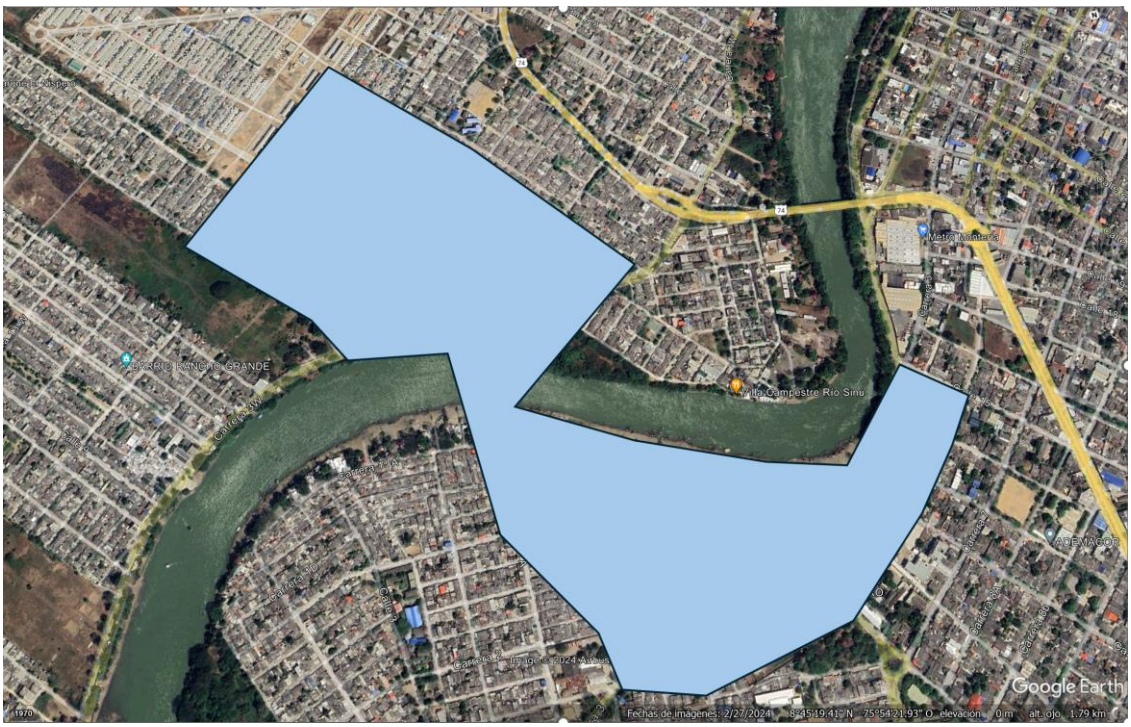
Áreas de actividad del municipio de Montería



2.5 Definición del área de influencia

En función de la ubicación del proyecto, el tipo de equipamiento y el uso de suelo, el área de influencia directa del proyecto se puede definir en función de los desarrollos habitacionales que se identifican actualmente, tal como se muestra en la siguiente figura.

Área de influencia directa del proyecto



3 CARACTERIZACIÓN DE LA MALLA VIAL CIRCUNDANTE

3.1 Caracterización de las condiciones de operación actuales del tránsito en la red vial del área de influencia

La malla vial de la zona de influencia del proyecto se caracteriza por ser una red de oferta vial con una estructura de movilidad y accesibilidad moderada, sirviendo a una zona con uso predominantemente residencial. Un alto porcentaje de las vías en los barrios circundantes, se encuentran a nivel de afirmado, es decir sin pavimento; de igual manera, las principales vías de acceso que permiten la conectividad con el centro de Montería corresponden a la carrera 1 Oeste y la Transversal; dichas vías se clasifican como vía arteria y cuentan con una demanda de tránsito considerable.

Jerarquización vial de la zona del proyecto



De acuerdo con la disposición de los corredores viales, se observan calles colectoras con un sentido NW – SE en doble sentido de circulación, las cuales entregan a la carrera 1 Oeste y a la Transversal 9, y estas conducen los flujos a la zona centro de la ciudad a través de los puentes de la calle 41 y de la calle 21, sobre el Río Sinú.

3.2 Características del sistema vial y de transporte

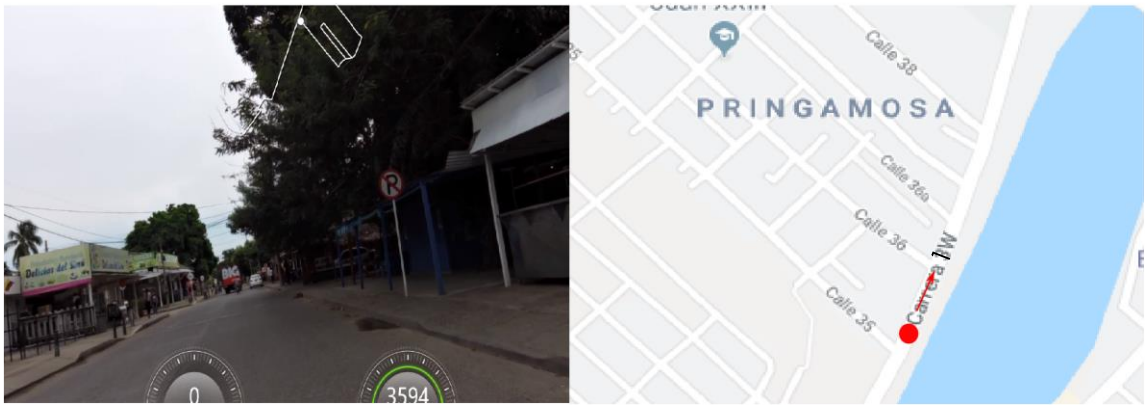
Sistema vial

La red vial en la zona de influencia del proyecto se puede identificar en las siguientes figuras, cuyas fotos corresponden al video georreferenciado que fue adelantado para el apoyo de la formulación del presente estudio.

En las diferentes imágenes se puede observar que muchos corredores viales actualmente se encuentran a nivel de afirmado y que la zona se encuentra en desarrollo, con un uso predominante de vivienda.

Se ha considerado altamente productivo hacer un registro de la malla vial de norte a sur, donde se caracteriza la red vial principal de zona de influencia del proyecto Alboraya, de tal manera que se pueda disponer de información de primera mano para la construcción del modelo de simulación de tránsito.

Corredor de la Carrera 1 Oeste - Vista al norte



Corredor de la Transversal 9 - Vista al sur



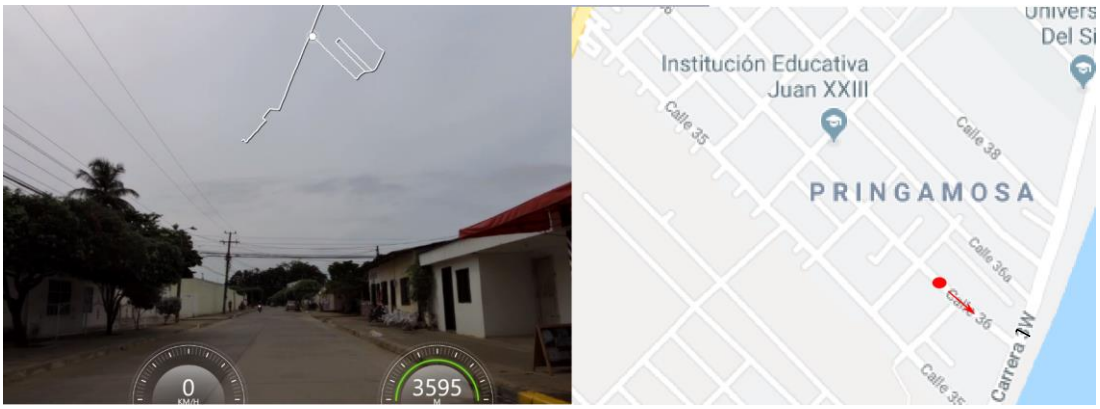
Corredor de la Calle 31 - Vista al oriente



Corredor de la Calle 35 - Vista al occidente



Corredor de la Calle 36 - Vista al oriente



Corredor de la Calle 36A - Vista al occidente



Sistema de transporte

Al interior del barrio Juan XXIII, al costado norte de la zona de influencia del proyecto, se identifican rutas de transporte público colectivo que transitan por la calle 36; igualmente se pudieron observar rutas de transporte público colectivo urbano que operan por la carrera 1W y de igual manera rutas que prestan servicio intermunicipal sobre la Transversal 9. Es evidente que en la zona opera el transporte informal de mototaxis.

Identificación de puntos críticos e información secundaria de tránsito

De acuerdo con la investigación adelantada en la ciudad, no se cuenta con registros de tránsito automotor en la zona de influencia del proyecto.
Con respecto a puntos críticos se puede identificar el paso sobre el puente de la calle 20, donde existe un control para no permitir el paso de vehículos pesados sobre el puente, tal como se observa en la Figura 13, observándose elementos de canalización de flujos en la vía (Barreras plásticas), los cuales sirven para gestionar el tránsito pesado en su maniobra de retorno. Este tema es externo al proyecto en estudio, pero se constituye en un punto crítico para la movilidad de la zona.

Puente sobre la calle 20 sentido Oeste - Este



4 AFOROS VEHICULARES

Se propone adelantar conteos vehiculares durante 3 días en periodos de 12 horas continuas (06:00 a las 18:00 horas), en 4 estaciones de conteos que corresponden a los cruces sobre los puentes actuales que atraviesan el rio Sinú y en los extremos del puente nuevo proyectado.

4.1 Formato de aforos vehicular

El formato de campo propuesto para esta actividad se observa en la figura, donde se identifican las principales categorías vehiculares, se clasificarán los vehículos de acuerdo con las siguientes categorías:

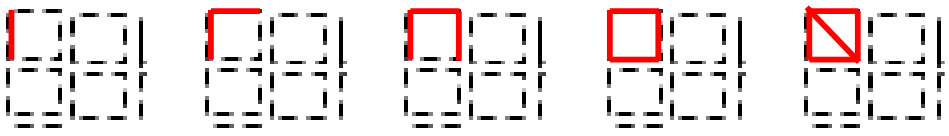
- Autos A
- Buses B
- Camiones de 2 ejes C2
- Camiones de 3 o 4 ejes C3 – C4
- Camiones de 5 o más ejes ≥ C5
- Motos y Moto-Carros
- Bicicletas

La información de campo se registra en los respectivos formatos, en períodos de 15 minutos, clasificándolos de acuerdo con el tipo de movimiento y de acuerdo con el tipo de vehículo (auto, bus, camión), a medida que van pasando por la estación. Los registros se realizan en forma individual anotando rayas para cada evento observado. En el presente documento se observa el formato de campo que se ha diseñado para la toma de la información, en el que se observan de manera gráfica cada uno de los tipos de vehículos a aforar.

El formato de campo debe ser diligenciado con la siguiente información:

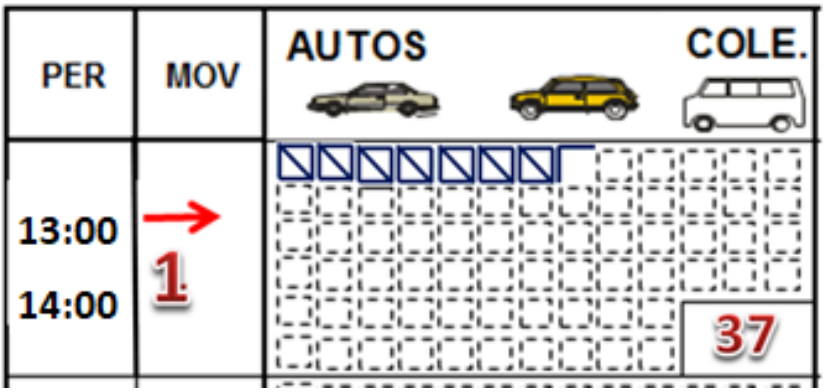
- ✓ Fecha: se anota el día, el mes y el año de la observación.
- ✓ Estación de aforo: en este espacio se registra la nomenclatura de la estación de aforo y el nombre del sitio de ubicación.
- ✓ Condición Climática: se registra el estado del tiempo predominante durante la observación. (Soleado, Nublado, Lluvia, Tormenta)
- ✓ Movimientos Aforados: aquí se incluyen los movimientos aforados identificados con los códigos asignados de acuerdo con código RILSA.
- ✓ Aforador: Nombre completo del aforador.
- ✓ Hoja:____ De:_____: corresponde al control secuencial comenzando en uno, del número de formatos diligenciados por turno, anotándose el total de los mismos luego de la palabra “De”.
- ✓ Coordinador: nombre completo del Coordinador.
- ✓ Hora Inicio: se registra la hora de iniciación del turno de observación de cada hoja.
- ✓ Hora Final: espacio en el cual se anota la hora de terminación del turno de observación de cada hoja.
- ✓ Esquema: zona para ubicar el esquema de la estación en el cual se identifican aspectos como: el norte, los movimientos aforados y el punto de observación, este esquema solo se incluye en la primera hoja de los formatos diligenciados por turno.
- ✓ Periodo: corresponde al período en el cual se observan los vehículos que realizan el movimiento indicado anteriormente; aquí se registra la hora militar de inicio de cada período de aforo, teniendo en cuenta que cada división del formato se considera un período de 1 Hora por movimiento.
- ✓ Movimiento: En este se debe indicar Número del movimiento aforado. Este será dado por el coordinador y está registrado en el formato del Personal de campo.
- ✓ Total: se incluye una celda por movimiento y tipo de vehículo para totalizar el número de vehículos registrados en cada período.

Cada vehículo que pasa se registra con una raya hasta completar cinco rayas y se inicia con otra secuencia; las cinco rayas son para facilitar el cómputo del total de cada hora.



Al final del periodo aforado, para autos se puede tener el siguiente caso de ejemplo en el movimiento 1, en horario de inicio a las 13 horas hasta las 13horas y 15min; lo mismo

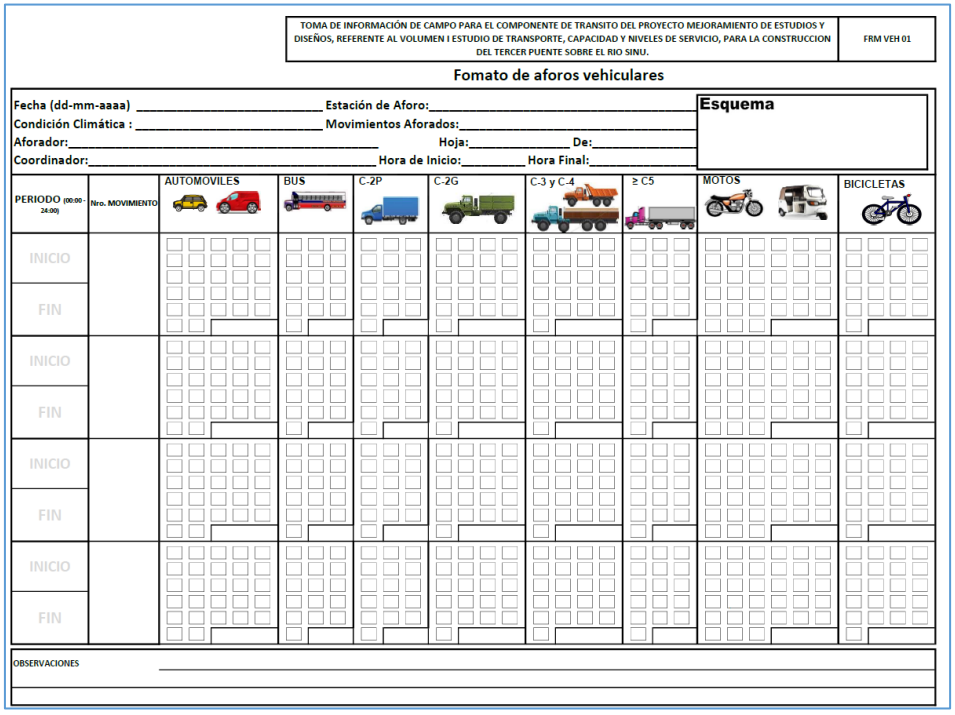
se replica para los demás tipos de vehículos y movimientos, de acuerdo con las tareas encomendadas a cada aforador.



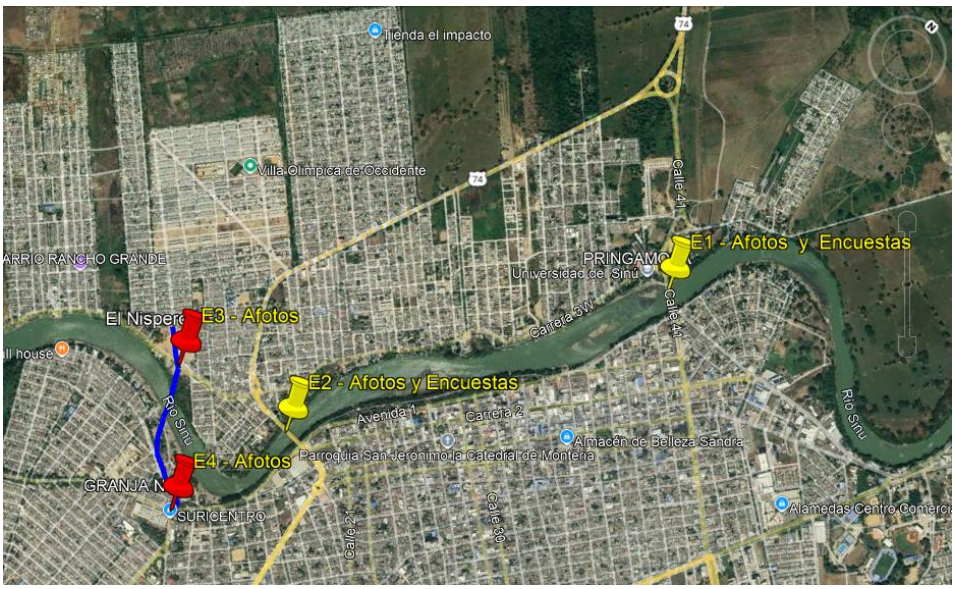
- ✓ Observaciones: este espacio se destina para anotar algún comentario de importancia a juicio del aforador o del supervisor.

El formato de campo utilizado para esta actividad se observa en la siguiente figura, donde se identifican las principales categorías vehiculares incluyendo el modo moto-carro debido a la gran influencia de este transporte en la región.

Formato Aforo Vehiculares



5 ESTACIONES DE CONTEO VEHICULARES



5.1 Estación 1 – Puente Segundo Centenario

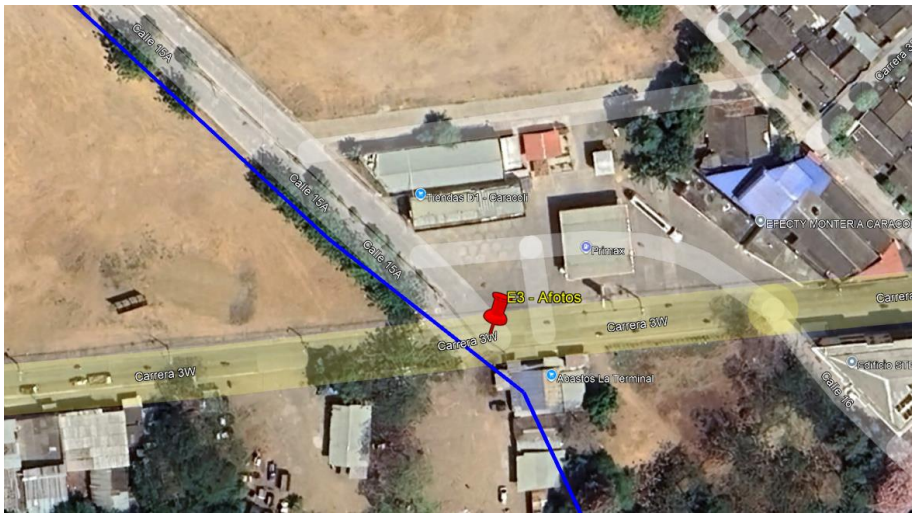
Esta estación se propone ubicarla en Puente Segundo Centenario sobre la calle 41 que conduce al acceso Montería en sentido Norte y Sur de la ciudad.
Los estudios de campo se adelantarán durante tres (03) días representativos.

5.2 Estación 2 – Puente Metálico Gustavo Rojas Pinilla

Esta estación se propone ubicarla en el Puente Metálico Gustavo Rojas Pinilla sobre la calle 20 que conduce al acceso Montería en sentido Norte y Sur de la ciudad.
Los estudios de campo se adelantarán durante tres (03) días representativos.

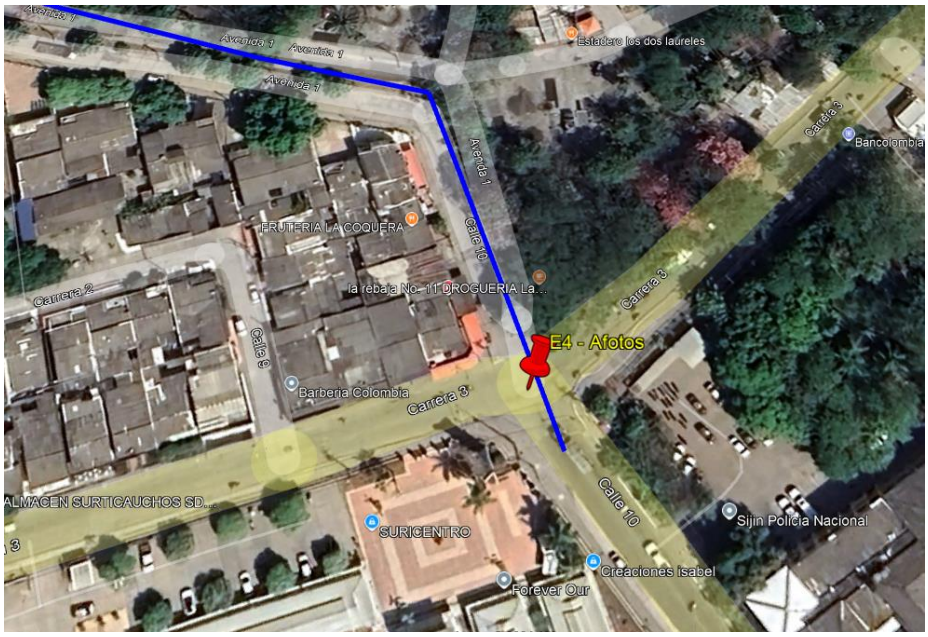
5.3 Estación 3 – Carrera 3W con Calle 15 A

Esta estación se propone ubicarla en el costado Norte del puente nuevo proyectado sobre la Carrera 3W con calle 15A de la ciudad de Montería.
Los estudios de campo se adelantarán durante tres (03) días representativos.



5.4 Estación 4 – Carrera 3 con Calle 10

Esta estación se propone ubicarla en el costado Sur del puente nuevo proyectado sobre la Carrera 3 con calle 10 de la ciudad de Montería.
Los estudios de campo se adelantarán durante tres (03) días representativos



6 ENCUESTAS ORIGEN DESTINO

Se propone adelantar esta actividad durante 3 días en periodos de 12 horas continuas (06:00 a las 18:00 horas), dado que en periodo nocturno es muy dispendioso adelantar esta actividad y resulta de alto riesgo por la seguridad del personal de campo; adicionalmente es muy probable que no se pueda contar con el apoyo para todo el periodo de toma de información con la autoridad de tránsito.
La encuesta a realizar está conformada por una hoja para cada tipo de vehículo, ya sea de transporte particular o de carga, los cuales se describen a continuación:

6.1 Transporte Privado

En las siguientes figuras se observa el formato de encuestas origen destino que se aplicaran a los vehículos livianos de transporte privado.

Formato Encuestas O/D para Autos servicio privado

TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO PARA EL COMPONENTE DE TRANSITO DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS. REFERENTE AL VOLUMEN I ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO, PARA LA CONSTRUCCION DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU.

ENCUESTA ORIGEN - DESTINO (AUTOMOVILES)

FRM_ENC_MONT_01

ESTACIÓN:_____ ENCUESTADOR: _____

SENTIDO DE CIRCULACION: _____ COORDINADOR _____

TIPO DE VEHICULO
A: Auto
V: Van
C: Camioneta

HOJA Nro.:_____ DE: _____

MOTIVO VIAJE
H: Hogar (Casa)
T: Trabajo (Negocios)
E: Estudio
C: Compras
S: Salud
R: Turismo
O: Otros (Varios)

FRECUENCIA
D: Diariamente
D-2: Dos o mas veces al dia
S: Semanalmente
S-2: Dos o mas a la semana
M: Mensualmente
M-2: Dos o mas veces al mes
O: Ocasionalmente

No.	FECHA (DD/MM/AA)	HORA (HH:MM)	TIPO DE VEHICULO	ORIGEN MUNICIPIO / VEREDA / BARRIO	DESTINO MUNICIPIO / VEREDA / BARRIO	MOTIVO VIAJE Actual	TIEMPO VIAJE (HH:MM) Estimado	FRECUENCIA

OBSERVACIONES

La hoja de la encuesta está conformada por los siguientes aspectos:

- ✓ Estación: Corresponde al nombre de la estación en la cual se encuentran desarrollando la encuesta.
- ✓ Encuestador: Nombre completo del Encuestador.
- ✓ Sentido de Circulación: Corresponde al Sentido de circulación de los vehículos encuestados, y se debe referenciar con las Zonas más cercanas y representativas de la región.
- ✓ Hoja __ de __: Corresponde al control secuencial comenzando en uno, del número de formatos diligenciados por turno, anotándose el total de los mismos luego de la palabra "De".
- ✓ Fecha: Se deberá diligenciar la fecha con dos dígitos para el día, dos para el mes y dos para el año de elaboración.
- ✓ Hora de encuesta: Se diligenciará con dos dígitos para la hora (formato 24 H) y dos para los minutos.
- ✓ Tipo de Vehículo: Se diligenciará el tipo de vehículo de acuerdo con la siguiente categorización: A: Autos, V: Van, C: Camionetas.
- ✓ Origen: Se colocará el Municipio, Ciudad o Vereda de inicio del viaje.
- ✓ Destino: Se colocará el Municipio, Ciudad o Vereda de destino final del viaje
- ✓ Motivo de Viaje: Se deberá diligenciar la labor que realizará el conductor en el lugar del destino del viaje de acuerdo con la siguiente tabla:

MOTIVO VIAJE
H: Hogar (Casa)
T: Trabajo (Negocios)
E: Estudio
C: Compras
S: Salud
R: Turismo
O: Otros (Varios)

.

- ✓ Tiempo de Viaje: Se diligenciará con dos dígitos para la hora y dos para los minutos, calculando el tiempo desde la hora en la que el vehículo salió de la ciudad origen hasta la hora de llegada.
- ✓ Frecuencia: Se deberá diligenciar la frecuencia con la que el conductor realice los viajes, con la letra que corresponda según la siguiente tabla:

FRECUENCIA
D: Diariamente
D-2: Dos o más veces al día
S: Semanalmente
S-2: Dos o más a la semana
M: Mensualmente
M-2: Dos o más veces al mes
O: Ocasionalmente

- ✓ Observaciones: Este espacio se destina para anotar algún comentario de importancia a juicio del aforador o del supervisor, sobre inconsistencias o alteraciones del tránsito en la vía.

6.2 Transporte Publico

No se realizarán encuestas a trasporte público ya que se usarán las frecuencias y recorridos de información segundaria para calcular los orígenes y destinos.

6.3 Transporte de Carga

En las siguientes figuras se observa el formato de encuestas origen destino que se aplicaran a los vehículos de transporte de carga.

Formato Encuestas O/D para Vehículos de Transporte de Carga

TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO PARA EL COMPONENTE DE TRANSITO DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS, REFERENTE AL VOLUMEN I ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO, PARA LA CONSTRUCCION DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU. — FRM_ENC_MONT_03

ENCUESTA ORIGEN - DESTINO (TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGA)

ESTACIÓN:_____ ENCUESTADOR: _____

SENTIDO DE CIRCULACION: _____ COORDINADOR _____ HOJA Nro.:_____ DE: _____

CARROCERIA
CON: Contenedor
CIS: CISTERNA
PL: PLANCHON
EST: ESTACA
VOL: VOLQUETA
FUR: FURGON
O: OTRO

FRECUENCIA
D: Dariamente
D-2: Dos o mas al dia
S: Semanalmente
S-2: Dos o mas a la semana
M: Mensualmente
M-2: Dos o mas al mes
O: Ocasionalmente

No	FECHA (DD/MM/AA)	HORA (HH:MM)	No EJES	Tipo CARROCERÍA	CAPACIDAD DE CARGA del vehiculo Toneladas	ORIGEN MUNICIPIO / VEREDA / BARRIO	DESTINO MUNICIPIO / VEREDA / BARRIO	TIEMPO VIAJE (HH:MM)	FRECUENCIA

OBSERVACIONES

La hoja de la encuesta está conformada por los siguientes aspectos:

- ✓ Estación: Corresponde al nombre de la estación en la cual se encuentran desarrollando la encuesta.
- ✓ Encuestador: Nombre completo del Encuestador.
- ✓ Sentido de Circulación: Corresponde al Sentido de circulación de los vehículos encuestados, y se debe referenciar con las Zonas más cercanas y representativas de la región.

- ✓ Hoja __ de __: Corresponde al control secuencial comenzando en uno, del número de formatos diligenciados por turno, anotándose el total de los mismos luego de la palabra “De”.
- ✓ Fecha: Se deberá diligenciar la fecha con dos dígitos para el día, dos para el mes y dos para el año de elaboración.
- ✓ Hora de encuesta: Se diligenciará con dos dígitos para la hora (formato 24 H) y dos para los minutos.
- ✓ Nro de Ejes: Se diligenciará el número de ejes del vehículo a encuestar de acuerdo con la categorización.
- ✓ Carroceria: Se diligencia los datos según la siguiente clasificación:

Carroceria
Con: Contenedor
CIS: CISTERNA
PL: PLANCHON
EST: ESTACA
VOL: VOLQUETA
FUR: FURGON
O: OTRO

- ✓ Capacidad de Carga, se diligencia la capacidad máxima de carga que tiene el vehículo con sus respectivas unidades.
- ✓ Origen: Se colocará la Parroquia y la ciudad de inicio del viaje.
- ✓ Destino: Se colocará la Parroquia y la ciudad de destino final del viaje.
- ✓ Tiempo de Viaje: Se diligenciará con dos dígitos para la hora y dos para los minutos, sobre el estimado entre la hora en la que el vehículo salió de la ciudad origen hasta un cálculo de la hora de llegada.
- ✓ Frecuencia: Se deberá diligenciar la frecuencia con la que el conductor realice los viajes, con la letra que corresponda según la siguiente tabla:

FRECUENCIA
D: Diariamente
D-2: Dos o más veces al día
S: Semanalmente
S-2: Dos o más a la semana
M: Mensualmente
M-2: Dos o más veces al mes
O: Ocasionalmente

- ✓ Observaciones: Este espacio se destina para anotar algún comentario de importancia a juicio del aforador o del supervisor, sobre inconsistencias o alteraciones del tránsito en la vía.

Una vez concluida la jornada de trabajo, el encuestador deberá entregar al Supervisor el material diligenciado para ser revisado e iniciar el proceso de codificación.
Por ningún motivo el encuestador podrá llevarse para su casa formatos diligenciados o en blanco, siempre los deberá entregar al Supervisor o Coordinador el mismo día que se tome la información.

7 ESTACIONES DE ENCUENTAS O/D

7.1 Estación 1 – Puente Segundo Centenario

Esta estación se propone ubicarla en Puente Segundo Centenario sobre la calle 41 que conduce al acceso Montería en sentido Norte y Sur de la ciudad.
Los estudios de campo se adelantarán durante tres (03) días representativos.
La información relevante que será indagada en el instrumento que se diseñe está relacionada con:

- ✓ Fecha y hora
- ✓ Tipo de vehículo
- ✓ Origen
- ✓ Destino
- ✓ Frecuencia del viaje

Para establecer los respectivos factores de expansión, se adelantarán de forma paralela aforos vehiculares en periodo diurno durante los tres (03) días.

7.2 Estación 2 – Puente Metálico Gustavo Rojas Pinilla

Esta estación se propone ubicarla en el Puente Metálico Gustavo Rojas Pinilla sobre la calle 20 que conduce al acceso Montería en sentido Norte y Sur de la ciudad.
Los estudios de campo se adelantarán durante tres (03) días representativos.
La información relevante que será indagada en el instrumento que se diseñe está relacionada con:

- ✓ Fecha y hora
- ✓ Tipo de vehículo
- ✓ Origen
- ✓ Destino
- ✓ Frecuencia del viaje

Para establecer los respectivos factores de expansión, se adelantarán de forma paralela aforos vehiculares en periodo diurno durante los tres (03) días.

8 MODELO DE MICROSIMULACIÓN

Teniendo en cuenta las características de tránsito del sector, se procederá a establecer el comportamiento actual del tránsito en el área de influencia directa del proyecto.
Con el fin de obtener resultados puntuales y precisos de las condiciones de operación de la red, se procederá a modelar la infraestructura del puente nuevo proyectado con la ayuda de un software de microsimulación, que permita realizar evaluaciones con mayor versatilidad y facilidad incluyendo parámetros operativos específicos para este tipo de infraestructura.
La simulación consiste básicamente en construir modelos computacionales que describen aspectos importantes del comportamiento del sistema. Mediante la construcción, calibración y simulación de escenarios con el modelo es posible extraer conclusiones de sus resultados para apoyar la toma de decisiones en cuanto a cambios de la infraestructura de distribución en los extremos del puente.
La simulación permite entonces experimentar con el modelo las diferentes soluciones que se deseen probar, para su evaluación y descarte. La solución que se propone para un modelo de simulación es una solución satisfaciente, es decir, una solución factible que cumple unos estándares mínimos y, por ello, admisible para su implementación.

9 VALIDACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL MODELO

El cumplimiento del parámetro de demanda resulta esencial para obtener una semejanza aceptable llamada “Validación y Calibración de Modelo” y que puede garantizar una comparación que permita determinar las verdaderas afectaciones a la red vial por cuenta de la operación o entrada en funcionamiento de un proyecto, construcción de infraestructura vial o Planes de Manejo de tránsito por obra o evento. En este caso se tendrán en cuenta la información recolectada y procesada en la zona del puente nuevo y las asignaciones que se denoten por las demás estaciones de recolección de información.

9.1 Metodología para la calibración de modelos de Micro simulación

El procesamiento de la información y el análisis de la situación actual, permitirán construir el escenario de partida sobre el cual se calcularán un conjunto de indicadores que midan las condiciones operativas de la situación implementada en la actualidad; será entonces este modelo el punto de comparación para los escenarios construidos para cada una de las fases propuestas. Los datos de entrada para realizar el proceso de modelación provienen de la información primaria recolectada en terreno.
Entre los indicadores de gestión de tránsito a ser tenidos en cuenta para determinar las condiciones operaciones actuales del corredor se encuentran:

- ✓ Conteos
- ✓ Colas vehiculares
- ✓ Distribución del tránsito.

Para efectuar la calibración de los modelos se seguirá y empleará la literatura existente para este fin.

10 ALTERNATIVAS A MODELAR

Inicialmente se modelará la situación actual, a partir de las características operacionales del corredor. Posteriormente se modelarán en la situación futura las alternativas que se planteen como soluciones viables por el especialista geométrico, para finalmente establecer la que mejor se comporte a nivel de tránsito.
En vista de limitar la cantidad de alternativas y no terminar con muchas soluciones innecesarias y no funcionales, se propone realizar modelos para 3 alternativas, que serán evaluadas con todos los criterios establecidos para los modelos de micro simulación.

11 DEMANDA FUTURA DEL PROYECTO

Tras el procesamiento de la información de campo recolectada y la modelación, se dispondrá de una asignación de tránsito sobre el puente nuevo y como producto final se proyectará el tránsito consolidado en función de los datos usados para este fin en la ciudad de Montería.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se proyectarán las respectivas conclusiones y recomendaciones tal que permitan determinar las características geométricas de las alternativas evaluadas a nivel del tránsito como insumo a una matriz multicriterio que definirá la alternativa que mejor convenga en la futura construcción.

13 CRONOGRAMA

La toma de información y procesamiento se ajusta al cronograma establecido en el proyecto.

14 BIBLIOGRAFIA

TRB. (2010). Highway capacity manual 2010. Washington D.C., United States of America: Transportation Research Board Of The National Academies
McTrans. (2014). Center for microcomputers in Transportation, HCS2000 Volume 21,
Steer Davies Gleave. (2006). Modelación de demanda para carreteras de cuota. Manual de modelación, 153 p.
TSS. (2014). Transport simulation Systems, Aimsun 8.02 Manual de Usuario.
TSS. (2015). Transport simulation Systems, Aimsun 8.2 Manual de Usuario.

Respuesta al Oficio
COCS-460-CPRS-C-21-2024 Observaciones a la reprogramación de mejoramiento de estudios y diseños.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 25 de octubre de 2024

CPRS-069-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al Oficio COCS-460-CPRS-C-21-2024 Observaciones a la reprogramación de mejoramiento de estudios y diseños.

Respetado Dr. Taján,

Reciba un cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente damos respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-21-2024, de la siguiente manera:

OBSERVACIÓN 1

"*(…) 1. VOLUMEN I, ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO:*

La información proferida por el contratista como justificación hace referencia a la recopilación de la información secundaria, se solicita justificar la razón por la cual no ha realizado el conteo vehicular que estableció llevar a cabo en las cuatro estaciones de conteo que programó e identificó en la metodología presentada.

Se solicita desglosar el ítem "Entrega del volumen completo previo a aprobación de la interventoría" al menos en dos subítems a saber: información secundaria e información primaria, para tener plenamente claro las fechas del conteo vehicular y las encuestas

de O/D que el contratista ha informado realizará, con la finalidad de realizar un seguimiento constante a dichas actividades en su ejecución.

Se debe tener en cuenta que la versión final que presente el contratista debe contar con una última revisión por parte de la interventoría. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 1

Teniendo en cuenta que se ha venido usando como información secundaria base, la obtenida del resultado del Contrato de Consultoría No. 1550 de 2021, es importante reiterar que dicha información sigue siendo analizada con el fin de realizar los ajustes necesarios para el mejoramiento de los estudios y diseños del Volumen I, adicionalmente el Consorcio Puente Rio Sinú en los diferentes comités de proyecto he manifestado e informado sobre el estado de desarrollo del estudio y en el comité del 18 de octubre de 2024, se indicó que el día 25 de octubre de 2024 se entregaría a la interventoría la programación de la toma de encuestas de origen – destino necesarias para complementar y mejorar el estudio correspondiente al Volumen I.

Por otro lado, es importante resaltar que el ajuste de la metodología ha sido un trabajo que se viene realizando desde 5 de agosto de 2024 cuando por medio del oficio CPRS-029-2024, se hizo la entrega de la Metodología del Volumen I Versión 0, a la cual la interventoría realizó observaciones mediante el oficio CTE-460-0079-2024 del 16 de agosto de 2024, las cuales fueron atendidas por el Consorcio Puente Rio Sinú en el oficio CPRS-049-2024 del 27 de septiembre de 2024 entregándose la versión 1 de dicho documento, posteriormente con el oficio COCS-460-CPRS-C-2-2024 del 8 de octubre de 2024 se recibieron nuevas observaciones a la metodología versión 1, con lo cual el Consorcio Puente Rio Sinú realizó los ajustes pertinentes y mediante el oficio CPRS-068-2024 del 23 de octubre de 2024, se envió la versión 2 del documento por lo cual se espera comentarios o aprobación.

En virtud de lo anterior cabe mencionar que las diferentes recomendaciones para la metodología se han tenido en cuenta en el análisis y ajuste de la información secundaria disponible para el mejoramiento del Volumen, razón por la cual el proceso de estructuración del estudio ha llevado más tiempo del esperado.

Las observaciones planteadas en el cronograma se atienden y ajustan desglosando los ítems solicitados.

OBSERVACIÓN 2

"*(…) 2. VOLUMEN II, ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.*
Se debe tener en cuenta que la versión final que entregue el contratista deberá ser revisada también por la interventoría, por tal razón se requiere que sea incluido el ítem respectivo en la reprogramación presentada. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 2

Se atiende la observación y se ajusta el cronograma.

OBSERVACIÓN 3

"*(…) 3. VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA.*

A la fecha, el volumen III, Estudio de Geología, se encuentra en proceso de inclusión de comentarios y observaciones por parte del contratista. Se deberá contemplar el ítem de dicha gestión y entrega, y además el ítem de revisión de la versión por parte de la interventoría. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 3

Con el oficio COCS-460-CPRS-C-19-2024 del 17 de octubre de 2024 la interventoría remitió el oficio AY-I-55-2024, mediante el cual el Ing. ALEJANDRO YELA especialista del Consorcio CI – SINÚ, da aprobación del presente estudio de la siguiente manera:

"*(…) Volumen III – Estudio de Geología y Geomorfología para Ingeniería_V1*
Se da aprobación al contenido del volumen revisado, dado que las observaciones planteadas han sido debidamente atendidas y aclaradas en la documentación suministrada. Se confirma que los comentarios han sido integrados de manera adecuada para proceder con el proyecto. (…)".

En virtud de lo anterior, se entiende que la versión 1 del estudio está aprobada y sólo está pendiente la entrega final, sin revisiones pendientes, se incluye ajuste en el cronograma según lo solicitado.

OBSERVACIÓN 4

"*(…) 4. VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES.*

Se observa que el contratista realizó una reprogramación hacia el pasado, debe entenderse que la reprogramación es hacia el futuro inmediato, con nuevas fechas de entrega sustentadas objetivamente. En la nueva reprogramación se indica la entrega del Volumen IV atendiendo observaciones y comentarios de la interventoría y está previsto el día 18 de octubre, es decir, que a la fecha ya se encuentra en atraso. Además, se recuerda que debe programar un ítem para revisión considerando la fecha ultima de emisión del concepto de interventoría dentro del plazo considerado. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 4

Se atiende la observación y se ajusta el cronograma.

OBSERVACIÓN 5

"*(…) 5. VOLUMEN V. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS.*

El Volumen V a la fecha está en poder del contratista, el cual está realizando una nueva versión atendiendo las recomendaciones, comentarios y observaciones de la interventoría, producto de la revisión de este. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 5

Revisando nuestro archivo de correspondencia y la trazabilidad del mismo, junto con los correos recibidos por parte de la interventoría, no se encontró comunicación referente a observaciones de la Versión 0 del Volumen V, el cual fue remitido mediante el oficio CPRS-055-2024 del 7 de octubre de 2024, por lo se esperan los comentarios para realizar los ajustes pertinentes.

OBSERVACIÓN 6

"*(…) 6. VOLUMEN VI, ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN:*

En el proceso de revisión que llevan a cabo los especialistas de la interventoría se hace un análisis detallado de la versión del Estudio presentado por el contratista y se emiten comentarios y/u observaciones dependiendo de lo estructurado o deficiente que esté la versión presentada, para el caso particular que cita el contratista indicando "…Dada la extensión de las observaciones presentadas el 11 de octubre de 2024 por la

interventoría para el informe Versión 0, solicitamos prorrogar el plazo de la entrega…" la interventoría aclara que las novedades requeridas son tres y son las siguientes:

- *"…se solicita realizar el análisis de caudales y niveles teniendo en cuenta el cambio en el régimen de caudales del rio generado por la regulación de caudales de la represa Urrá I".*

- *"…el estudio no presenta un análisis de dinámica fluvial con el cual se garantice la estabilidad de las márgenes y se corroboren los valores bajos de socavación obtenidos. Lo anterior, teniendo en cuenta que el puente se localiza en una zona curva donde es común encontrar fenómenos erosivos".*

- *"…en los anexos no se encuentra la topo-batimetría a partir de la cual se montó el modelo hidráulico. Se requiere la misma para revisión".*

Es de aclarar que entre la fila 47 y la fila 48 se debe incluir un ítem que haga referencia a la presentación por parte del contratista del volumen atendiendo las observaciones enunciadas por la interventoría. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 6

Se atiende la observación y se ajusta cronograma.

OBSERVACIÓN 7

"*(…) 7. VOLUMEN VII. ESTUDIO DE ESTRUCTURAS.*

Con relación a la programación aprobada y vigente para la ejecución del Mejoramiento de Estudios y Diseños, vale la pena indicar que fue presentada inicialmente por el contratista la versión "0" y luego de una serie de actualizaciones terminó aprobándose la versión V, es difícil comprender como el contratista no se percató del error que indicó en la reunión del día 15 de octubre con anterioridad y lo subsanó en alguna de estas revisiones antes de la aprobación.

En todo caso, la versión aprobada y vigente fue presentada por el contratista y es a la que realmente se le hace seguimiento, y según la cual no cumplió con las entregas de los subvolúmenes VIIA, VIIB y VIIC en las fechas que dicha programación establecía, las cuales eran 10/09/2024, 16/09/2024, y 26/09/2024, respectivamente. Se aclara que el contratista presentó el Estudio del Volumen VII de manera parcial para revisión el día 2/10/2024 con marcado atraso.

Esta interventoría solicita actualizar las fechas de entrega de este volumen toda vez que a 5 de diciembre debe estar el proceso totalmente terminado, y es claro que cada versión del documento entregada por el contratista debe ser revisada por la interventoría, por tal razón, se debe incluir un ítem de "revisión por parte de la interventoría" entre la fila 58 y 59 para tal efecto conservando la fecha del plazo final.

Con relación al ítem de la fila 53, "Revisión de diseño y Planos de Pilotes", es de anotar que no presenta actividad sucesora, lo cual debe reevaluarse ya que al estudio de Estructuras referente al Diseño de Pilotes le fueron realizadas observaciones que a la fecha están en poder del contratista y que deberán ser tenidas en cuenta para la presentación de una nueva versión del documento para revisión.

Vale la pena indicar que en la reunión celebrada el día 23 de septiembre de 2024, los ingenieros Darío Farias y Cía. Ltda., realizaron una exposición clara y muy técnica de los pormenores asumidos en el diseño estructural, sobre todo en la cimentación y pilotes, debido al hecho de la doble curvatura del alineamiento del puente, generando una serie de modelados en pro de lograr la más conveniente de las cimentaciones del puente desde el punto de vista funcional, constructivo, económico y técnico. Según indicaron, la situación de la curva y contra curva del puente fue la causal que más demandó tiempo en la cantidad de modelados realizados en pro de conseguir el diseño óptimo. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 7

Con base en lo tratado en la reunión del 15 de octubre de 2024, donde se solicitó la reprogramación de actividades en el mejoramiento de estudios y diseños, se manifestó que se cometió una imprecisión en la elaboración del cronograma de mejoramiento de estudios y diseños dado que se habían realizado acuerdos iniciales para el proyecto dentro de los cuales para el mes de octubre de 2024 se tendrían las memorias de cálculo de la estructura completa y los planos de pilotes para una propuesta inicial de comienzo de actividades de obra para el mes de noviembre de 2024, lo cual se cumplió, sin embargo, entendemos que se entregó una programación versión 5 a la cual ustedes le hacen seguimiento, por lo tanto en aras de solucionar el impase planteamos esta nueva programación, teniendo en cuenta que con respecto a la entrega final se han venido realizando entregas de mejoramiento oportunas con el objetivo de iniciar las actividades de obra.

Así las cosas, teniendo en cuenta la última revisión y aprobación por parte de la interventoría, el Consorcio Puente Rio Sinú ha propuesto diferentes reuniones para exponer junto con nuestro consultor el avance del diseño a la interventoría y su especialista, para adelantar las aprobaciones de cada etapa del volumen paralelamente con el desarrollo del diseño, lo cual se ha venido cumpliendo con el fin de ahorrar tiempos en las entregas.

En virtud de lo anterior es importante aclarar, que si bien hubo un acuerdo inicial que pudo ser algo ambicioso con la intención de iniciar anticipadamente las actividades de obra del proyecto dada la necesidad presente del municipio de Montería, todo se determinó dentro de circunstancias ideales donde se esperaban mejores condiciones geotécnicas y un análisis de la estructura menos extenso, que permitiera cumplir lo propuesto, por lo cual presentamos la nueva programación en pro de cumplir las fechas establecidas en el contrato para la terminación de los mejoramientos de estudios y diseños, y el inicio de actividades de obra.

Por otro lado, según la observación "*(…) Con relación al ítem de la fila 53, "Revisión de diseño y Planos de Pilotes", es de anotar que no presenta actividad sucesora, lo cual debe reevaluarse ya que al estudio de Estructuras referente al Diseño de Pilotes le fueron realizadas observaciones (…)*", se atiende y se realiza el ajuste pertinente.

OBSERVACIÓN 8

"*(…)* 8. VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE REDES:

El contratista indica dentro de la justificación del atraso en la entrega de los Estudios del volumen VIII que "…se encontró que la información existente proveniente del Contrato de Consultoría No. 1550 de 2021, era bastante incompleta, por lo cual la recopilación de información se inició prácticamente de cero…", aunque en la metodología presentada para la ejecución del estudio indicó en el punto 1.1, como Objetivos Específicos del estudio lo siguiente:

"Solicitar la información secundaria a las entidades encargadas.
✓ Comprobación en campo de información secundaria.
✓ Identificación de redes en la zona del proyecto.
✓ Propuesta esquemática para relocalización de redes. ",

En el mismo documento Metodología del Estudio del Volumen VIII, en el punto 4, INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA, el contratista indica que:

"Se realizará la solicitud de información a las diferentes entidades públicas del municipio de Montería, referente a planos de localización y archivos kmz con las diferentes redes. Estas redes de información secundaria deberán ser rectificadas en el levantamiento topográfico, encontrado que la información suministrada por las diferentes entidades era certera en su ubicación y característica de la red".

Como vemos, no se hace alusión alguna a la información a que hace referencia en dicho documento del Contrato de Consultoría No. 1550 de 2021, a la cual le atribuye el atraso en la entrega de los Estudios de Redes en la fecha que estipuló dentro de su programación.

Solicitamos tener en cuenta que la fecha de entrega ultima de la Versión final del documento la ha propuesto para el día 4 de diciembre, y no se previó la revisión que la interventoría debe realizar de dicho documento para su aprobación definitiva. De acuerdo con lo anterior, se solicita incluir entre las filas 64 y 65 un ítem para revisión de la interventoría, manteniendo la entrega razonablemente dentro del plazo establecido. *(…)*".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 8

Reiteramos que la información obtenida de la consultoría realizada en el marco del Contrato No. 1550 de 2021, referente al estudio de redes es bastante incompleta, por lo cual nos encontramos actualmente en la recopilación de información primaria para estructurar el mejoramiento del Volumen VIII, por lo cual presentamos la nueva programación para el estudio.

Por otro lado, se atiende la observación de incluir una actividad de revisión de interventoría entre las filas 64 y 65, con lo cual se realiza el ajuste correspondiente.

OBSERVACIÓN 9

"*(…) 9. VOLUMEN IX. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.*

Se solicita tener en cuenta que la entrega que realizará el contratista y que se indica en la fila 74 requiere una revisión por parte de la interventoría, la cual deberá considerarse dentro del plazo.

De igual manera se solicita al contratista, que si requiere la presentación de APUs los vaya estructurando de acuerdo con las condiciones del contrato, y en lo posible los presente para revisión a fin de acortar los tiempos de entrega y revisión del Volumen y poder cumplir la fecha del plazo vigente de acuerdo con Modificatorio No. 1 al contrato LP-SIM-024-2023. (…)".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 9

Se atiende la observación se incluye una actividad adicional para revisión de la interventoría.

Por otro lado, informamos que nos encontramos en la etapa de estructuración de los APUs para las actividades no previstas, y de acuerdo a lo solicitado por ustedes se irán presentando para su revisión con el fin de acortar los tiempos en el cronograma.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

OBSERVACIÓN 10

"*(…)* Las metodologías de diseño se encuentran en proceso, y corresponde al contratista presentar la versión 2 del documento de cada una de ellas para revisión. Se deberá incluir en la reprogramación dicha presentación, así mismo el ítem de la revisión por parte de la interventoría. Es de indicar que a la fecha ninguna de las metodologías se encuentra aprobada. *(…)*".

RESPUESTA A LA OBSERVACIÓN 10

Se atiende la observación y se realizan los ajustes solicitados al cronograma.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

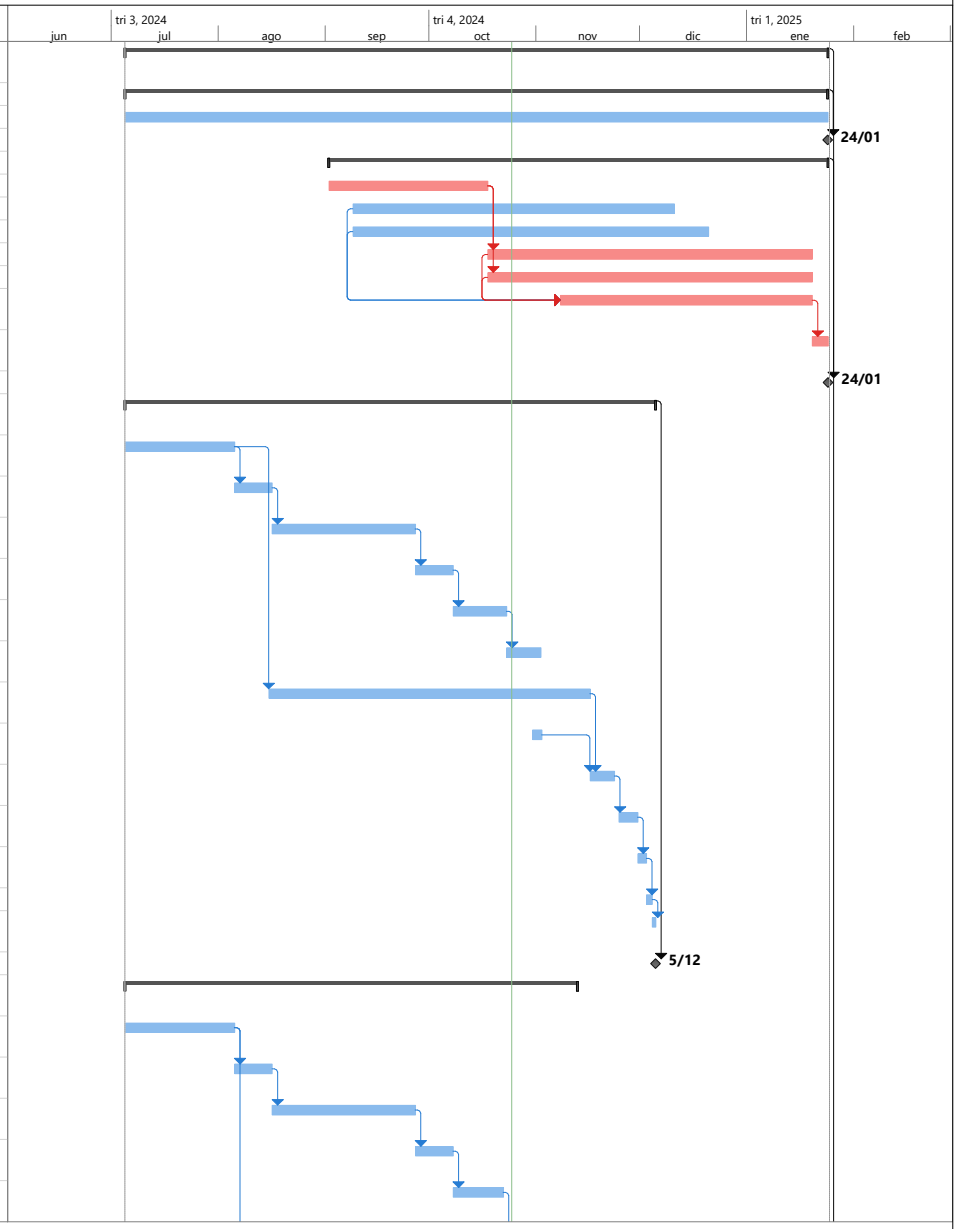
CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ANEXO No. 1
REPROGRAMACIÓN DE MEJORAMIENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS - TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		**MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS - TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ**	**196.25 días**	**vie 5/07/24**	**vie 24/01/25**	
2		**GESTIÓN SOCIAL Y PREDIAL**	**196 días**	**vie 5/07/24**	**vie 24/01/25**	
3		Desarrollo de la Gestión Predial	196 días	vie 5/07/24	vie 24/01/25	
4		Fin GESTION SOCIAL Y PREDIAL	0 días	vie 24/01/25	vie 24/01/25	2
5		**GESTIÓN AMBIENTAL Y BIOSEGURIDAD**	**140 días**	**lun 2/09/24**	**vie 24/01/25**	
6		APROBACIÓN PRESUPUESTO PAGA	45 días	lun 2/09/24	vie 18/10/24	
7		PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUSE	90 días	lun 9/09/24	mié 11/12/24	
8		PERMISO APROVECHAMIENTO FORESTAL	100 días	lun 9/09/24	sáb 21/12/24	
9		PERMISO DE VERTIMIENTOS	90 días	vie 18/10/24	lun 20/01/25	6
10		PERMISO DE CONCESIÓN DE AGUAS	90 días	vie 18/10/24	lun 20/01/25	6
11		ACTUALIZACIÓN AJUSTE Y COMPLEMENTACIÓN DEL PAGA	70 días	vie 8/11/24	lun 20/01/25	7CC+20 días;8CC+20
12		APROBACIÓN PLAN PAGA POR INTERVENTORÍA	5 días	lun 20/01/25	vie 24/01/25	11
13		Fin GESTION AMBIENTAL	0 días	vie 24/01/25	vie 24/01/25	5
14		**VOLUMEN I - ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO**	**148 días**	**vie 5/07/24**	**jue 5/12/24**	
15		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
16		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	15
17		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	16
18		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	17
19		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	15 días	mar 8/10/24	mié 23/10/24	18
20		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mié 23/10/24	sáb 2/11/24	19
21		Elaboración del volumen completo y entrega a interventoría para revisión	90 días	jue 15/08/24	sáb 16/11/24	15FC+10 días
22		Realización de encuestas O/D - Medición en Campo	3 días	jue 31/10/24	sáb 2/11/24	
23		Revisión del Volumen por parte de interventoría y entrega de observaciones	7 días	sáb 16/11/24	sáb 23/11/24	21;22
24		Ajuste de observaciones y entrega Versión Final del Volumen a la Interventoría	6 días	lun 25/11/24	sáb 30/11/24	23
25		Revisión Final del Volumen por parte de la Interventoría	2 días	sáb 30/11/24	mar 3/12/24	24
26		Ajuste Final del Volumen	2 días	mar 3/12/24	mié 4/12/24	25
27		Aprobación del Volumen por parte de la Interventoría	1 día	mié 4/12/24	jue 5/12/24	26
28		Fin ESTUDIO DE TRANSPORTE	0 días	jue 5/12/24	jue 5/12/24	14
29		**VOLUMEN II - ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO Y SEGURIDAD VIAL**	**126 días**	**vie 5/07/24**	**mié 13/11/24**	
30		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
31		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	30
32		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	31
33		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	32
34		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	33

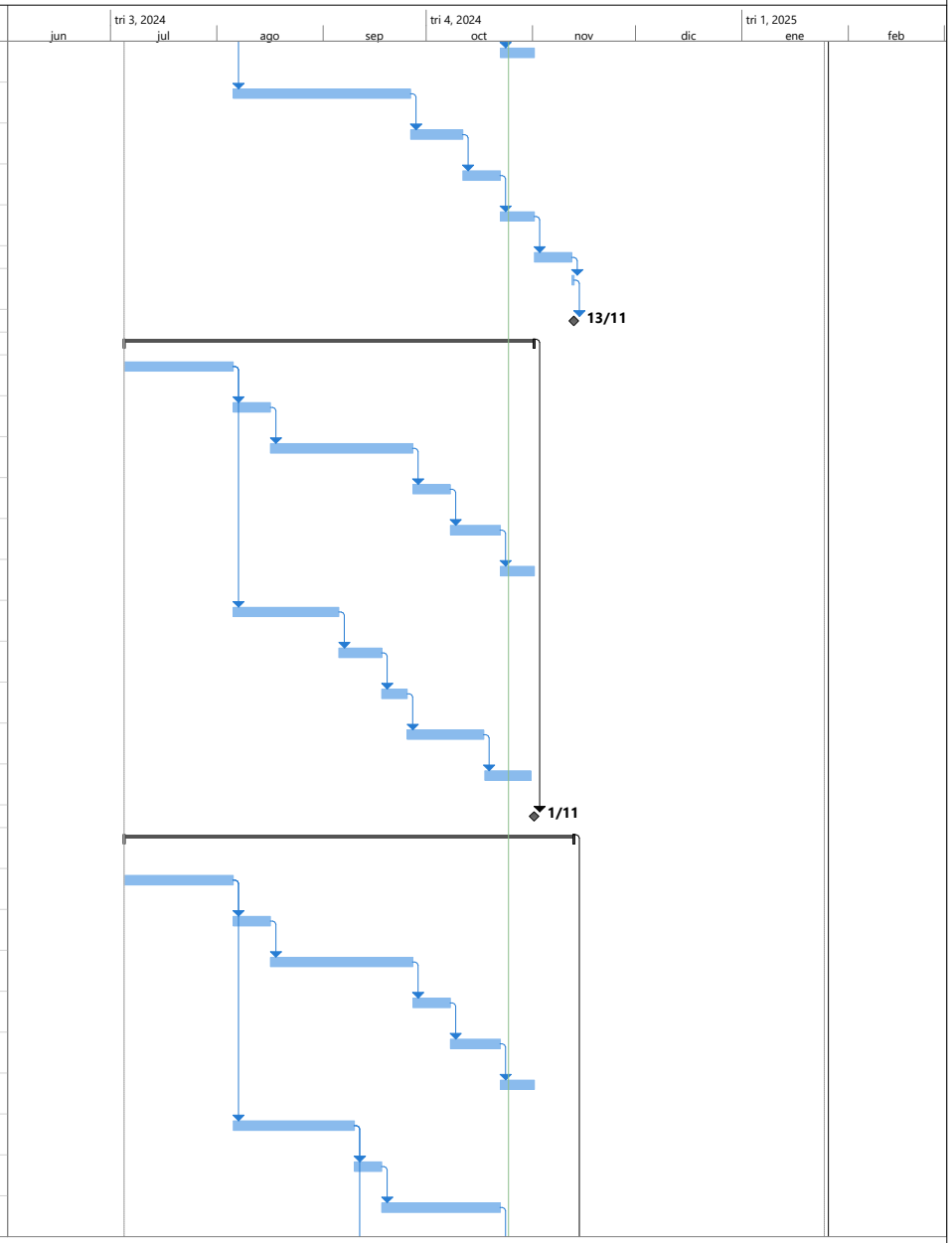


Proyecto: CTO No. LP-SIM-023-202
Versión: 7
Fecha: 23 de octubre de 2024

Tarea
División
Hito
Resumen
Resumen del proyecto
Tarea inactiva
Hito inactivo
Resumen inactivo
Tarea manual
solo duración
Informe de resumen manual
Resumen manual
solo el comienzo
solo fin
Tareas externas
Hito externo
Fecha límite
Tareas críticas
División crítica
Progreso
Progreso manual

MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS - TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
35		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	34
36		Elaboración del volumen completo y entrega a interventoría para revisión	50 días	lun 5/08/24	jue 26/09/24	30
37		Revisión del Volumen por parte de interventoría y entrega de observaciones	15 días	jue 26/09/24	vie 11/10/24	36
38		Ajuste de observaciones y entrega Versión Final del Volumen a la Interventoría	10 días	vie 11/10/24	mar 22/10/24	37
39		Revisión Final del Volumen por parte de la Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	38
40		Ajuste Final del Volumen	10 días	vie 1/11/24	mar 12/11/24	39
41		Aprobación del Volumen por parte de la Interventoría	1 día	mar 12/11/24	mié 13/11/24	40
42		Fin ESTUDIO DE TRAZADO	0 días	mié 13/11/24	mié 13/11/24	41
43		**VOLUMEN III - ESTUDIO DE GEOLOGIA**	**115 días**	**vie 5/07/24**	**vie 1/11/24**	
44		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
45		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	44
46		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	45
47		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	46
48		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	47
49		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	48
50		Elaboración del volumen completo y entrega a interventoría para revisión	30 días	lun 5/08/24	jue 5/09/24	44
51		Revisión del Volumen por parte de interventoría y entrega de observaciones	12 días	jue 5/09/24	mié 18/09/24	50
52		Ajuste de observaciones y entrega Versión Final del Volumen a la Interventoría	7 días	mié 18/09/24	mié 25/09/24	51
53		Revisión Final del Volumen por parte de la Interventoría	22 días	mié 25/09/24	jue 17/10/24	52
54		Aprobación del Volumen por parte de la Interventoría	13 días	vie 18/10/24	jue 31/10/24	53
55		Fin ESTUDIO DE GEOLOGÍA	0 días	vie 1/11/24	vie 1/11/24	43
56		**VOLUMEN IV - ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES**	**126 días**	**vie 5/07/24**	**mié 13/11/24**	
57		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
58		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	57
59		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	58
60		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	59
61		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	60
62		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	61
63		Elaboración del volumen completo y entrega a interventoría para revisión	34 días	lun 5/08/24	mar 10/09/24	57
64		Revisión del Volumen por parte de interventoría y entrega de observaciones	8 días	mar 10/09/24	mié 18/09/24	63
65		Ajuste de observaciones y entrega Versión Final del Volumen a la Interventoría	33 días	mié 18/09/24	mar 22/10/24	64

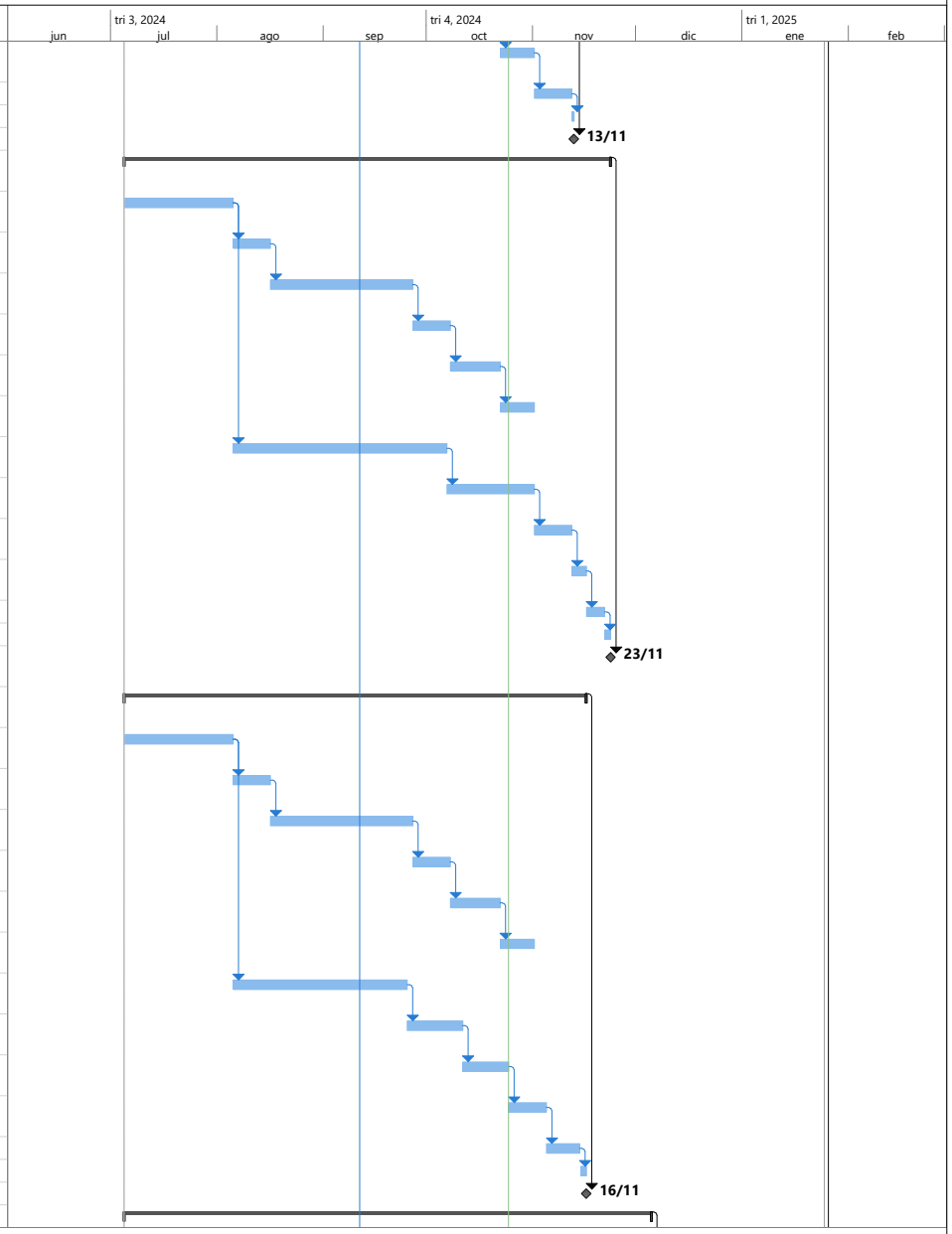


Proyecto: CTO No. LP-SIM-023-202
Versión: 7
Fecha: 23 de octubre de 2024

Tarea | Resumen del proyecto | Tarea manual | solo el comienzo | Fecha límite | Progreso manual
División | Tarea inactiva | solo duración | solo fin | Tareas críticas
Hito | Hito inactivo | Informe de resumen manual | Tareas externas | División crítica
Resumen | Resumen inactivo | Resumen manual | Hito externo | Progreso

MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS - TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
66		Revisión Final del Volumen por parte de la Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	65
67		Ajuste Final del Volumen	10 días	vie 1/11/24	mar 12/11/24	66
68		Aprobación de la Interventoría	1 día	mar 12/11/24	mié 13/11/24	67
69		Fin ESTUDIO DE SUELOS	0 días	mié 13/11/24	mié 13/11/24	56
70		**VOLUMEN V - ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS**	**137 días**	**vie 5/07/24**	**sáb 23/11/24**	
71		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
72		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	71
73		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	72
74		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	73
75		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	74
76		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	75
77		Elaboración del volumen completo y entrega a interventoría para revisión	60 días	lun 5/08/24	lun 7/10/24	71
78		Revisión del Volumen por parte de interventoría y entrega de observaciones	25 días	lun 7/10/24	vie 1/11/24	77
79		Ajuste de observaciones y entrega Versión Final del Volumen a la Interventoría	10 días	vie 1/11/24	mar 12/11/24	78
80		Revisión Final del Volumen por parte de la Interventoría	5 días	mar 12/11/24	sáb 16/11/24	79
81		Ajuste Final del Volumen	5 días	sáb 16/11/24	vie 22/11/24	80
82		Aprobación de la Interventoría	2 días	vie 22/11/24	sáb 23/11/24	81
83		Fin ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS	0 días	sáb 23/11/24	sáb 23/11/24	70
84		**VOLUMEN VI - ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**	**130 días**	**vie 5/07/24**	**sáb 16/11/24**	
85		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
86		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	85
87		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	86
88		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	87
89		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	88
90		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	89
91		Elaboración del volumen completo y entrega a interventoría para revisión	49 días	lun 5/08/24	mié 25/09/24	85
92		Revisión del Volumen por parte de interventoría y entrega de observaciones	16 días	mié 25/09/24	vie 11/10/24	91
93		Ajuste de observaciones y entrega Versión Final del Volumen a la Interventoría	13 días	vie 11/10/24	vie 25/10/24	92
94		Revisión Final del Volumen por parte de la Interventoría	10 días	vie 25/10/24	mar 5/11/24	93
95		Ajuste Final del Volumen	10 días	mar 5/11/24	jue 14/11/24	94
96		Aprobación de la Interventoría	2 días	vie 15/11/24	sáb 16/11/24	95
97		Fin ESTUDIO DE HIDROLOGÍA	0 días	sáb 16/11/24	sáb 16/11/24	84
98		**VOLUMEN VII - ESTUDIO DE ESTRUCTURAS**	**148 días**	**vie 5/07/24**	**jue 5/12/24**	

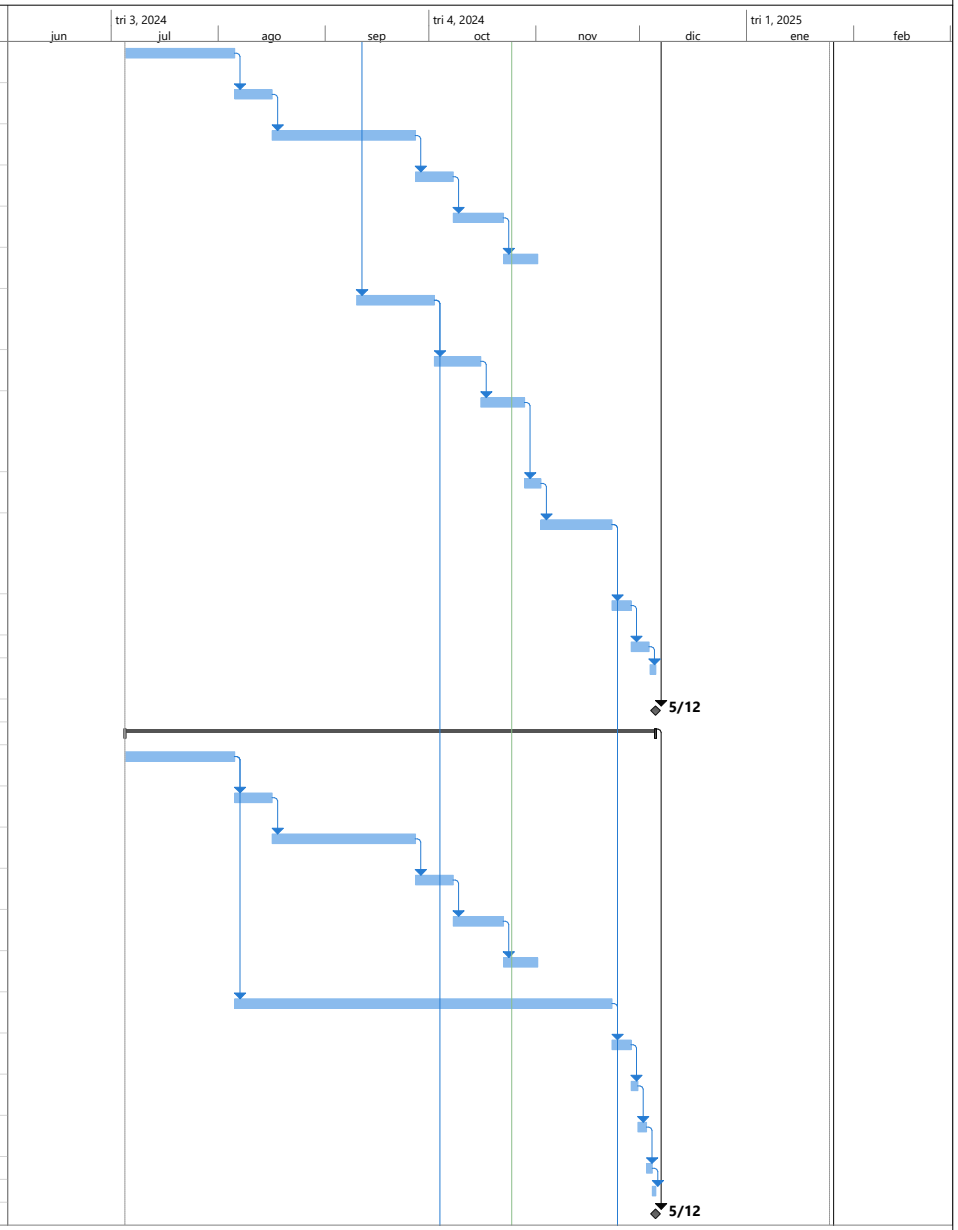


Proyecto: CTO No. LP-SIM-023-202
Versión: 7
Fecha: 23 de octubre de 2024

Tarea
División
Hito
Resumen
Resumen del proyecto
Tarea inactiva
Hito inactivo
Resumen inactivo
Tarea manual
solo duración
Informe de resumen manual
Resumen manual
solo el comienzo
solo fin
Tareas externas
Hito externo
Fecha límite
Tareas críticas
División crítica
Progreso
Progreso manual

MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS - TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
99		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
100		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	99
101		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	100
102		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	101
103		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	102
104		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	103
105		Elaboración y entrega de Planos de Pilotes y Memoria de Cálculo v0 de la Estructura Completa a interventoría para Revisión	22 días	mar 10/09/24	mié 2/10/24	63
106		Revisión por parte de interventoría del Volumen v0 y Planos de Pilotes	13 días	mié 2/10/24	mié 16/10/24	105
107		Ajuste de observaciones a Volumen v0 y Planos de Pilotes, y entrega de Volumen v1 y Planos de Infraestructura a la Interventoría para revisión	12 días	mié 16/10/24	lun 28/10/24	106
108		Revisión por parte de interventoría del Volumen v1 y Planos de Infraestructura	5 días	lun 28/10/24	sáb 2/11/24	107
109		Ajuste de observaciones a Volumen v1 y Planos de Infraestructura y entrega de Volumen v2 y Planos de Superestructura a la Interventoría para revisión	20 días	sáb 2/11/24	sáb 23/11/24	108
110		Revisión Final por parte del interventoría de Volumen v2 y Planos de Superestructura	5 días	sáb 23/11/24	jue 28/11/24	109
111		Ajuste Final del Volumen	5 días	jue 28/11/24	mar 3/12/24	110
112		Aprobación Diseño Estructural por la Interventoría	2 días	mié 4/12/24	jue 5/12/24	111
113		Fin ESTUDIO DE ESTRUCTURAS	0 días	jue 5/12/24	jue 5/12/24	98
114		**VOLUMEN VIII - ESTUDIO DE REDES**	**148 días**	**vie 5/07/24**	**jue 5/12/24**	
115		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
116		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	115
117		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	116
118		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	117
119		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	118
120		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	119
121		Elaboración del volumen completo y entrega a interventoría para revisión	106 días	lun 5/08/24	sáb 23/11/24	115
122		Revisión del Volumen por parte de interventoría y entrega de observaciones	5 días	sáb 23/11/24	jue 28/11/24	121
123		Ajuste de observaciones y entrega Versión Final del Volumen a la Interventoría	2 días	jue 28/11/24	sáb 30/11/24	122
124		Revisión Final del Volumen por parte de la Interventoría	2 días	sáb 30/11/24	mar 3/12/24	123
125		Ajuste Final del Volumen	2 días	mar 3/12/24	mié 4/12/24	124
126		Aprobación de la Interventoría	1 día	mié 4/12/24	jue 5/12/24	125
127		Aprobación de la Interventoría	0 días	jue 5/12/24	jue 5/12/24	114

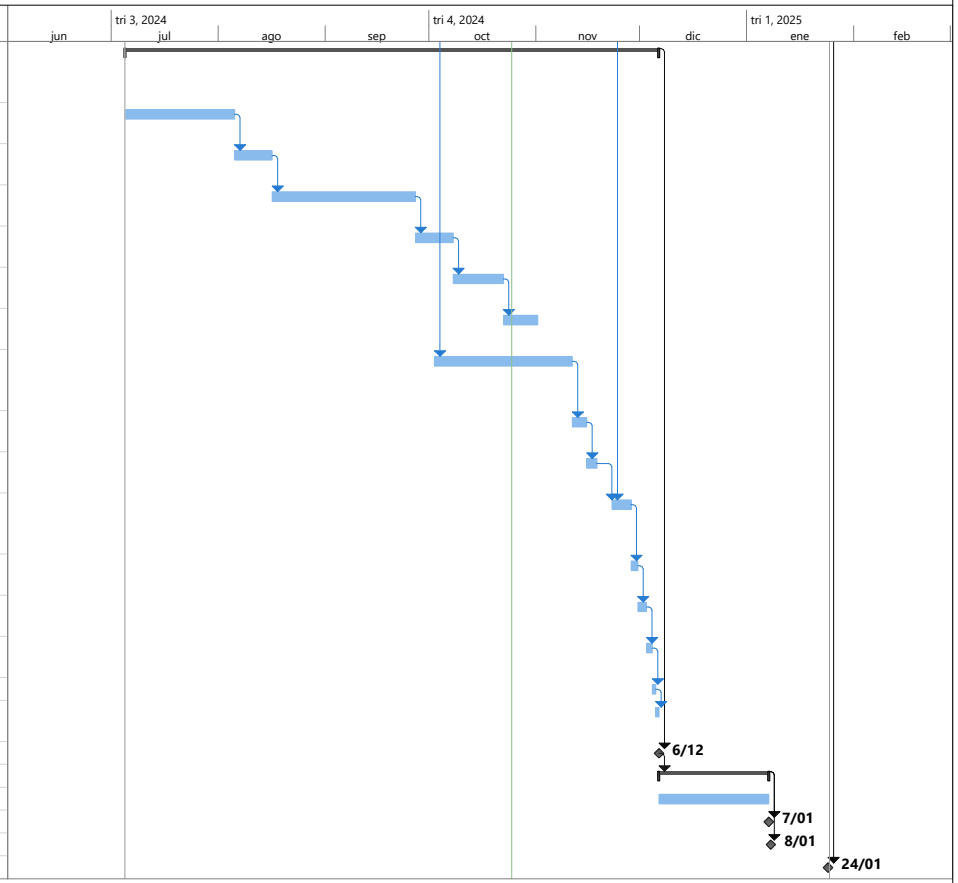


Proyecto: CTO No. LP-SIM-023-202
Versión: 7
Fecha: 23 de octubre de 2024

Tarea | Resumen del proyecto | Tarea manual | solo el comienzo | Fecha límite | Progreso manual
División | Tarea inactiva | solo duración | solo fin | Tareas críticas
Hito | Hito inactivo | Informe de resumen manual | Tareas externas | División crítica
Resumen | Resumen inactivo | Resumen manual | Hito externo | Progreso

MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS - TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
128		**VOLUMEN IX - ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS**	**149 días**	**vie 5/07/24**	**vie 6/12/24**	
129		Elaboración y entrega de Metodología de Diseño v0	30 días	vie 5/07/24	lun 5/08/24	
130		Revisión Metodología v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	11 días	lun 5/08/24	vie 16/08/24	129
131		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v1	40 días	vie 16/08/24	vie 27/09/24	130
132		Revisión Metodología v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	10 días	vie 27/09/24	mar 8/10/24	131
133		Ajuste de observaciones y Entrega Metodología de diseño v2	14 días	mar 8/10/24	mar 22/10/24	132
134		Aprobación de la Metodología por parte de Interventoría	10 días	mar 22/10/24	vie 1/11/24	133
135		Elaboración de Cantidades de Obra y Presupuesto, y entrega a interventoría para revisión Volumen v0	38 días	mié 2/10/24	lun 11/11/24	105
136		Revisión de la Volumen v0 por parte de interventoría y entrega de observaciones	5 días	lun 11/11/24	vie 15/11/24	135
137		Ajuste de observaciones y entrega a la Interventoría Volumen v1	2 días	vie 15/11/24	lun 18/11/24	136
138		Elaboración de Cantidades de Obra y Presupuesto, y entrega a interventoría para revisión Volumen v1	5 días	sáb 23/11/24	jue 28/11/24	109;137
139		Revisión de la Volumen v1 por parte de interventoría y entrega de observaciones	2 días	jue 28/11/24	sáb 30/11/24	138
140		Ajuste de observaciones Volumen v1 y entrega a la Interventoría	2 días	sáb 30/11/24	mar 3/12/24	139
141		Revisión Final por parte del interventoría del Volumen IX	2 días	mar 3/12/24	mié 4/12/24	140
142		Ajuste Final del Volumen IX	1 día	mié 4/12/24	jue 5/12/24	141
143		Aprobación de Volumen IX por la Interventoría	1 día	jue 5/12/24	vie 6/12/24	142
144		Fin ESTUDIO DE ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO	0 días	vie 6/12/24	vie 6/12/24	128
145		**MOVILIZACIÓN Y CAMPAMENTOS DE OBRA**	**30 días**	**vie 6/12/24**	**mar 7/01/25**	**144**
146		Movilización y Campamento de Obra	30 días	vie 6/12/24	mar 7/01/25	
147		Fin de MOVILIZACIÓN Y CAMPAMENTO	0 días	mar 7/01/25	mar 7/01/25	145
148		Inicio ACTIVIDADES DE OBRA	0 días	mié 8/01/25	mié 8/01/25	145FC+1 día
149		Fin MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS	0 días	vie 24/01/25	vie 24/01/25	1



Proyecto: CTO No. LP-SIM-023-202
Versión: 7
Fecha: 23 de octubre de 2024

Tarea	Resumen del proyecto	Tarea manual	solo el comienzo	Fecha límite	Progreso manual		
División	Tarea inactiva	solo duración	solo fin	Tareas críticas			
Hito	Hito inactivo	Informe de resumen manual	Tareas externas	División crítica			
Resumen	Resumen inactivo	Resumen manual	Hito externo	Progreso			

Respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-10-2024 Observaciones al Volumen VI v0.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 25 de octubre de 2024

CPRS-070-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-10-2024 Observaciones al Volumen VI v0.

Cordial saludo,

De manera atenta por medio del presente damos respuesta al oficio COCS-460-CPRS-C-10-2024 observaciones al VOLUMEN VI Versión 1:

La información ajustada reposa en el siguiente enlace: https://we.tl/t-JHROWd9k19

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Los relacionados.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
Correspondencia – Findeter - correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: CAT
Revisó: FAG
Aprobó: FAG