



CONGRESO NACIONAL
DE **INGENIERÍA**

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Las decisiones de ingeniería las deben tomar los ingenieros

Un caso memorable

Rafael Fonseca Zárate

SCI Junta Directiva – CTP Economía,
Planeación y Asuntos Gubernamentales

COMPETITOR SAS, Director





CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

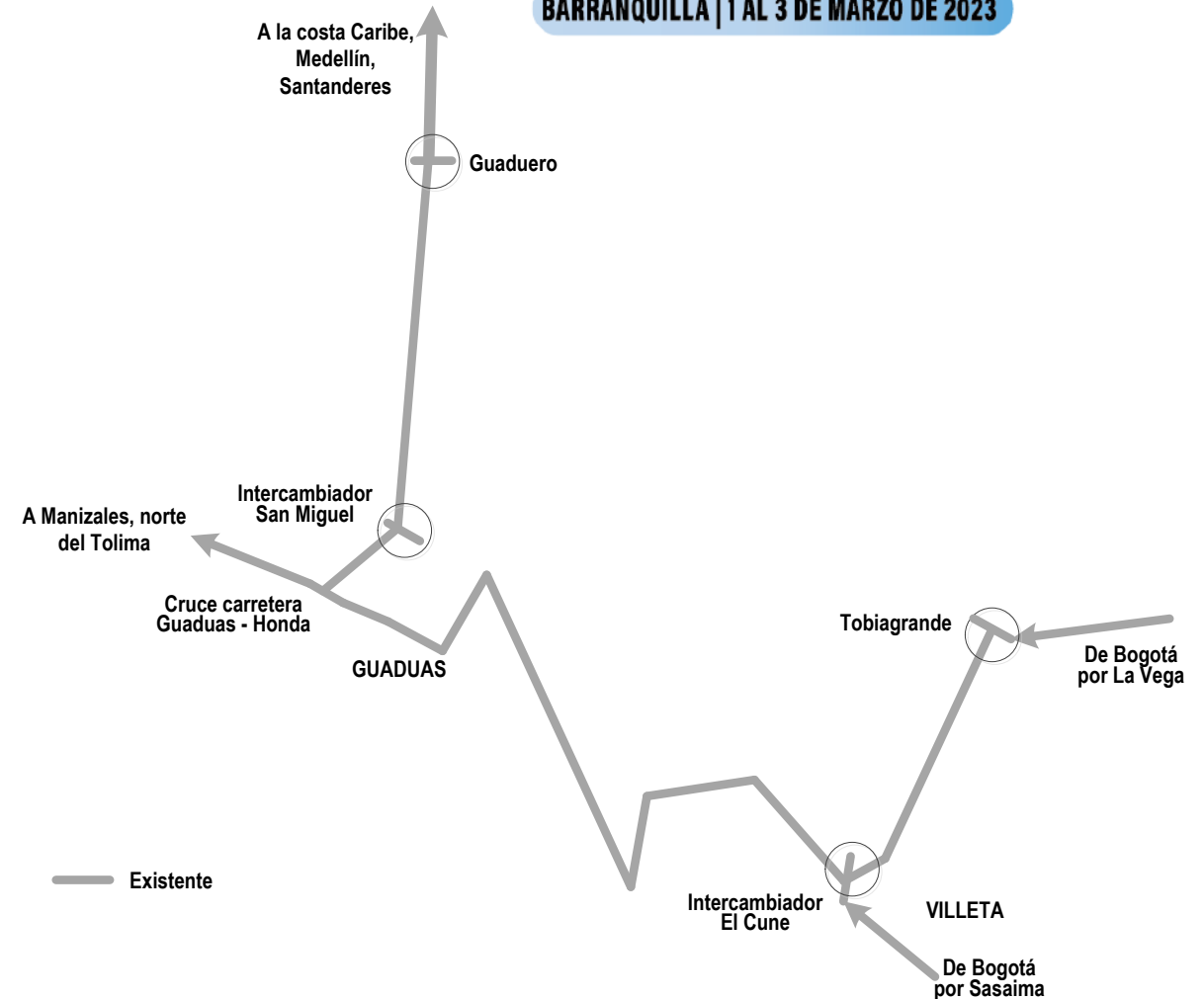
RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Ruta del Sol - ANI Villeta-Guaduas

- Geología y Topografía extremas
- Licitación: ganador con ~50% del precio del segundo.
- Temporada invernal 2010-2011 cambió condiciones.
- Consultor internacional le dio la razón al Concesionario.
- Segundo demandaría.





CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

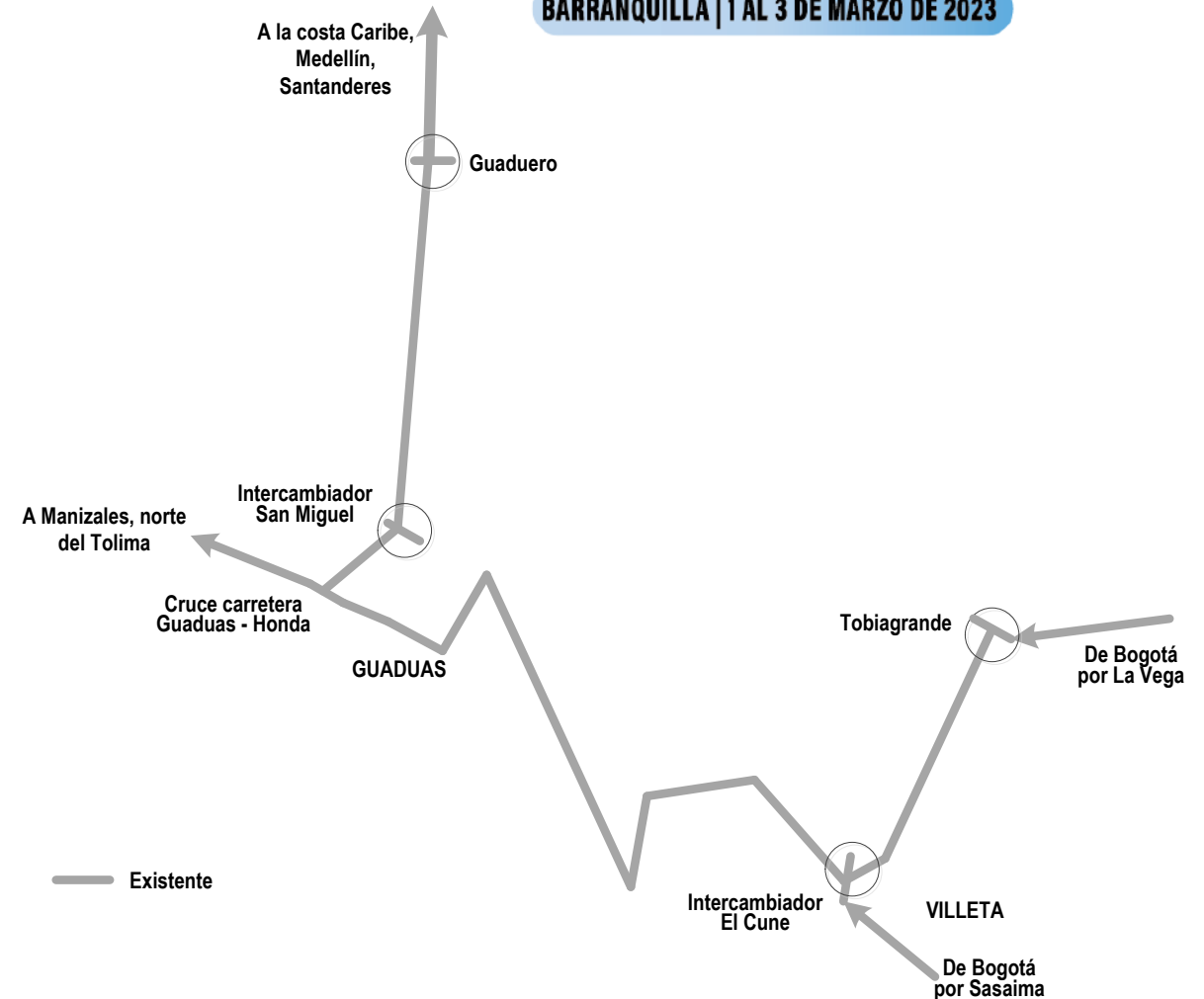
RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Ruta del Sol - ANI Villeta-Guaduas

- Dos (2) alternativas del Concesionario.
- SCI → escoger una con aval técnico
- Asumir la demanda del segundo.



Villeta-Guaduas

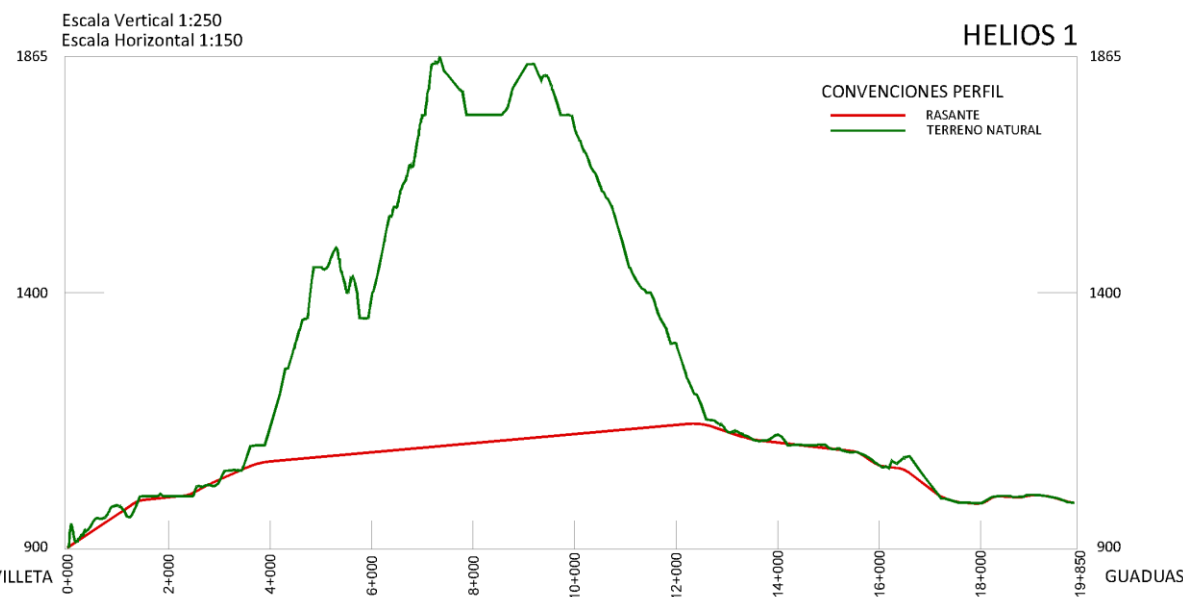
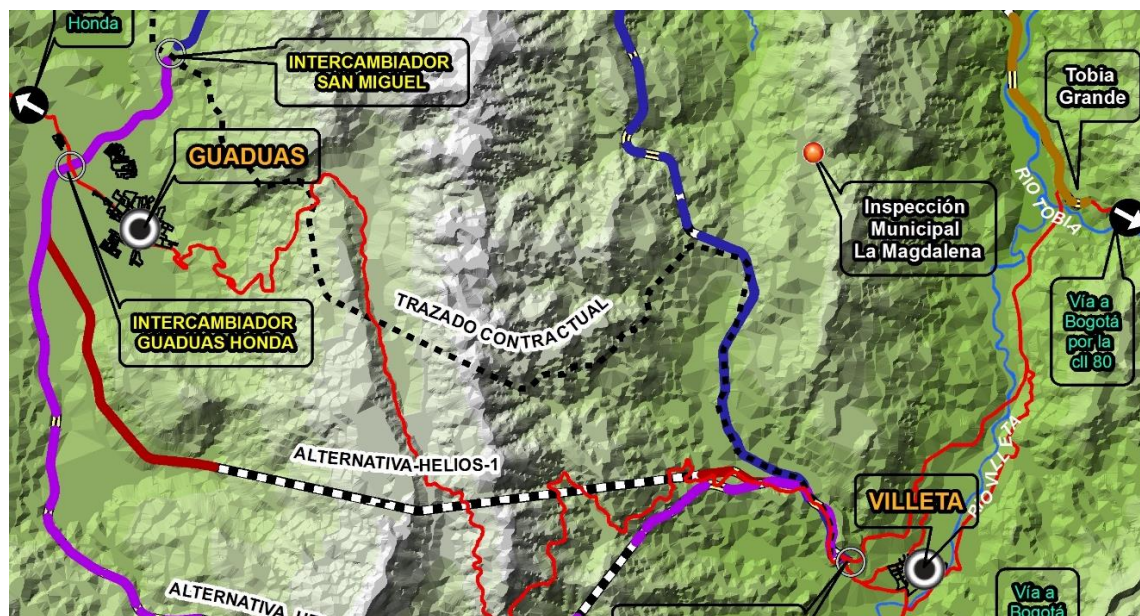
Alternativa 1 Concesionario



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Trazado	Longitud total ⁴ (m)	Longitud superficie (m)	Longitud puentes (m)	Longitud túneles ⁵ (m)	Cota máxima (msnm) ⁶	Pendiente promedio (%)	No. de Puentes	No. de Túneles	Longitud mayor puente (m)	Longitud mayor túnel (m)	Tiempo de construcción (años)	Inversión ⁷ (MM COP vp 2014 ⁸)
Helios 1 (alternativa)	22,800	13,236	433	9,131	1,140	3.18%	3	2	272	9,015	9	1,525,900



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

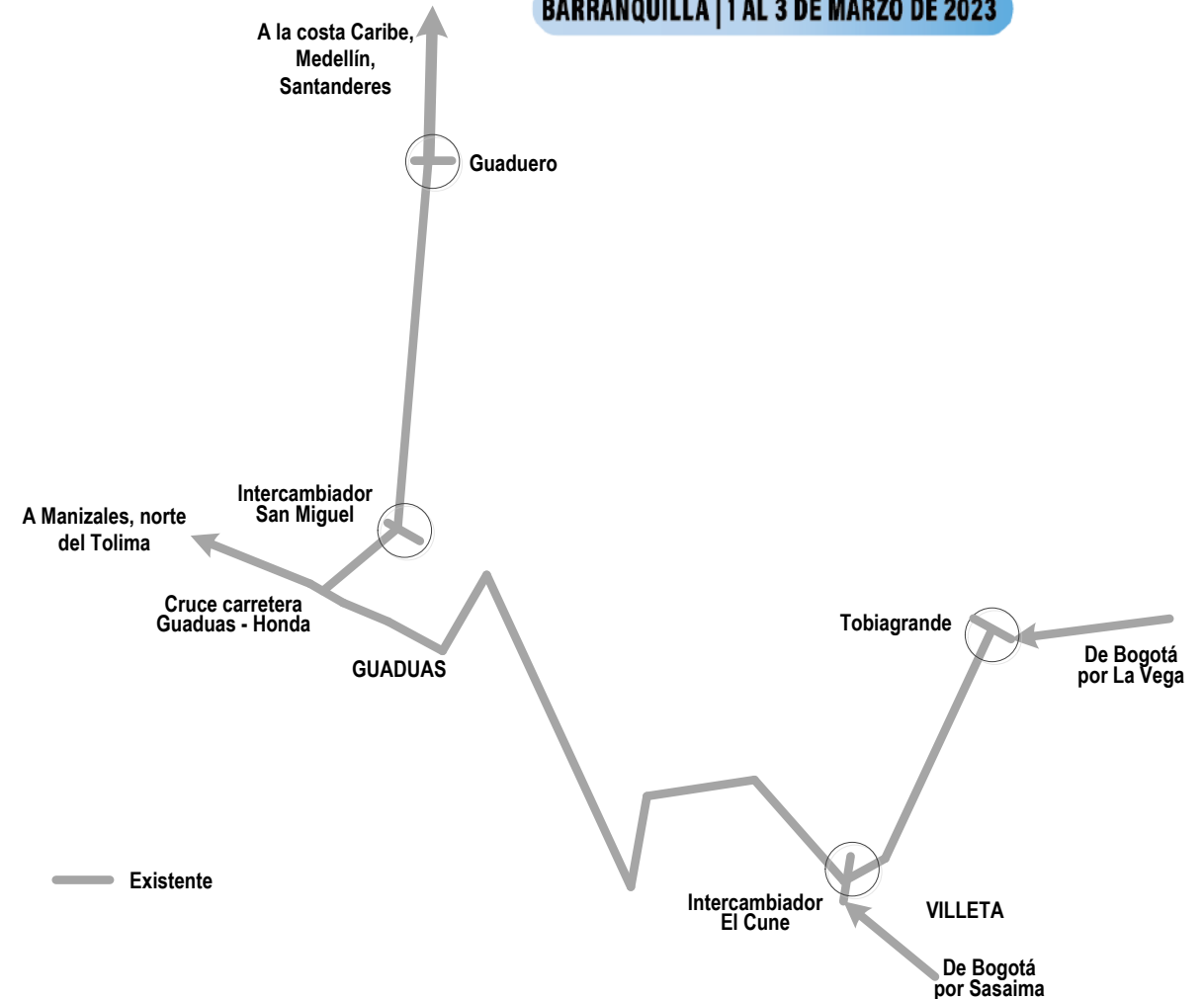


Objetivo superior

Competitividad país

- Multi-criterio: ingeniería y otras.
- Expertos en cada criterio.
- Estructura de calificación, primero.
- No hay expertos generalistas.
- No paneles, todo cuantificado.

- Las alternativas posibles.
- El nivel de madurez





CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

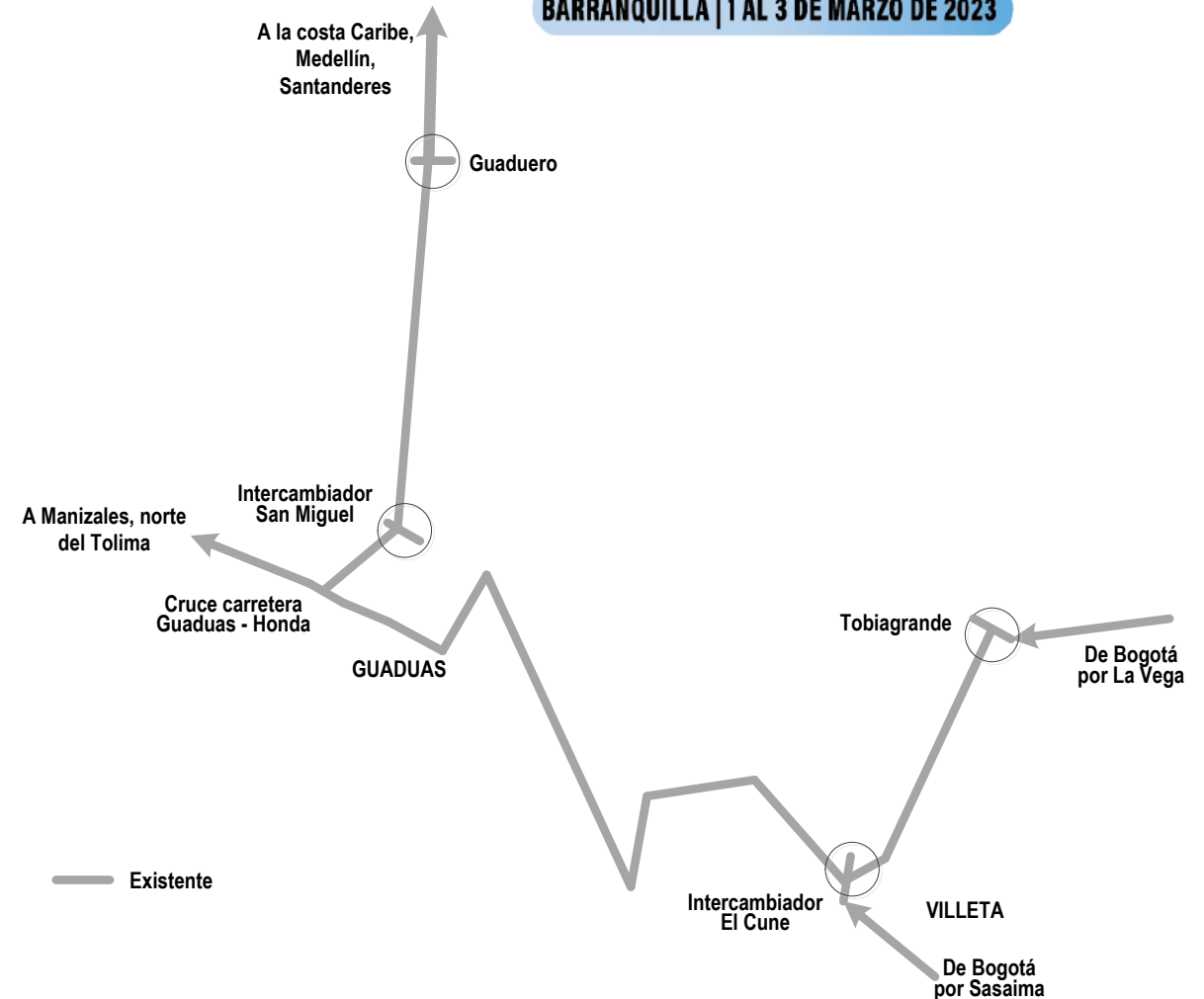
RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Multi-criterio Convencional

- Menor costo proyecto
- Menor costo mantenimiento
- Menor impacto ambiental
- Menor riesgo geotécnico





CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

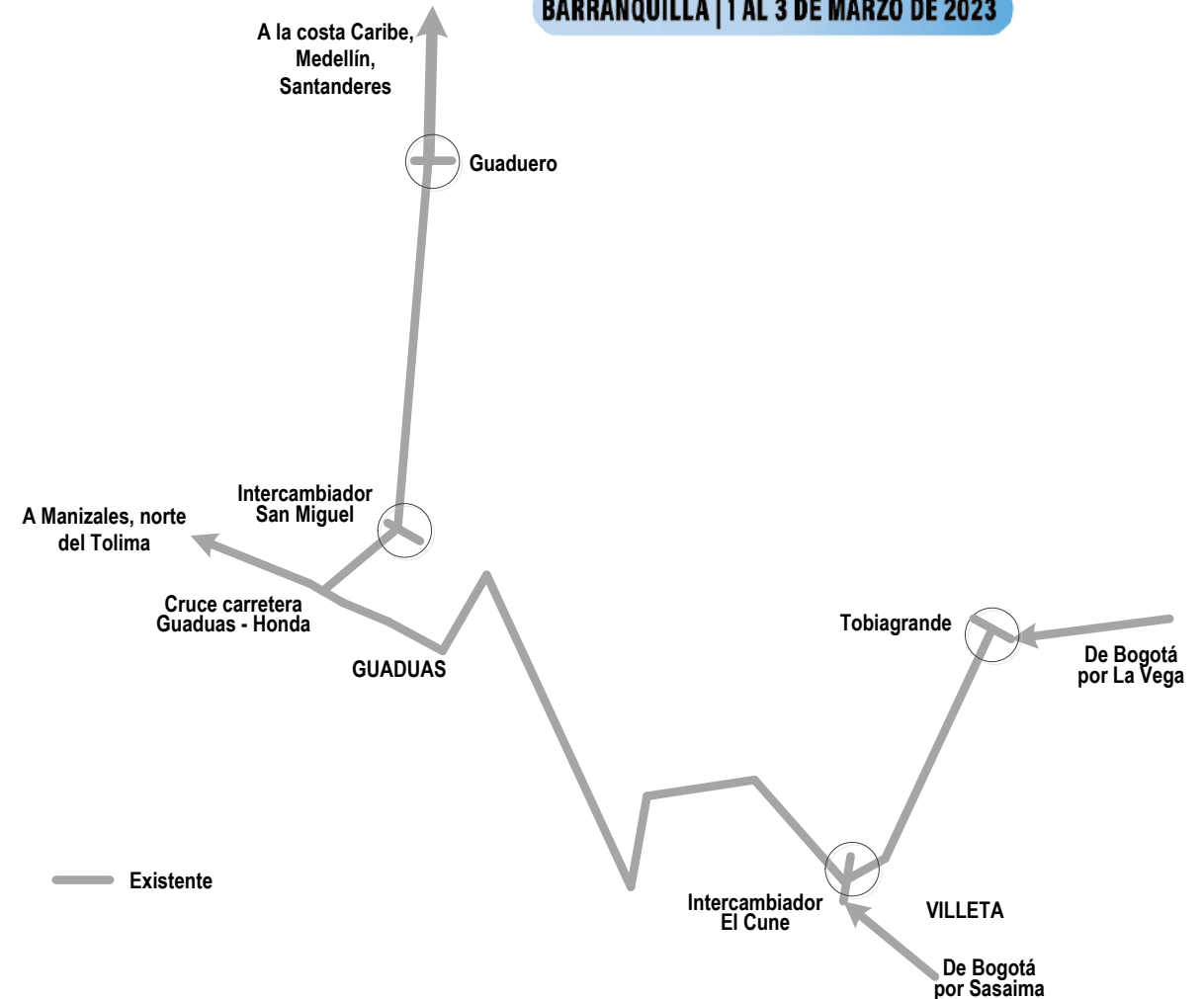


BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Multi-criterio

Competitividad país

- Menor costo inversión
- Menor costo mantenimiento
- Menor impacto ambiental
- Menor riesgo geotécnico
- **Menor costo de operación**





CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Decisión de ingeniería

Alternativas

- 1 y 2 del Concesionario.
- La 4 planteada por profesores de la UNAL.
- La 3 surgió como una APP IP durante el proceso.

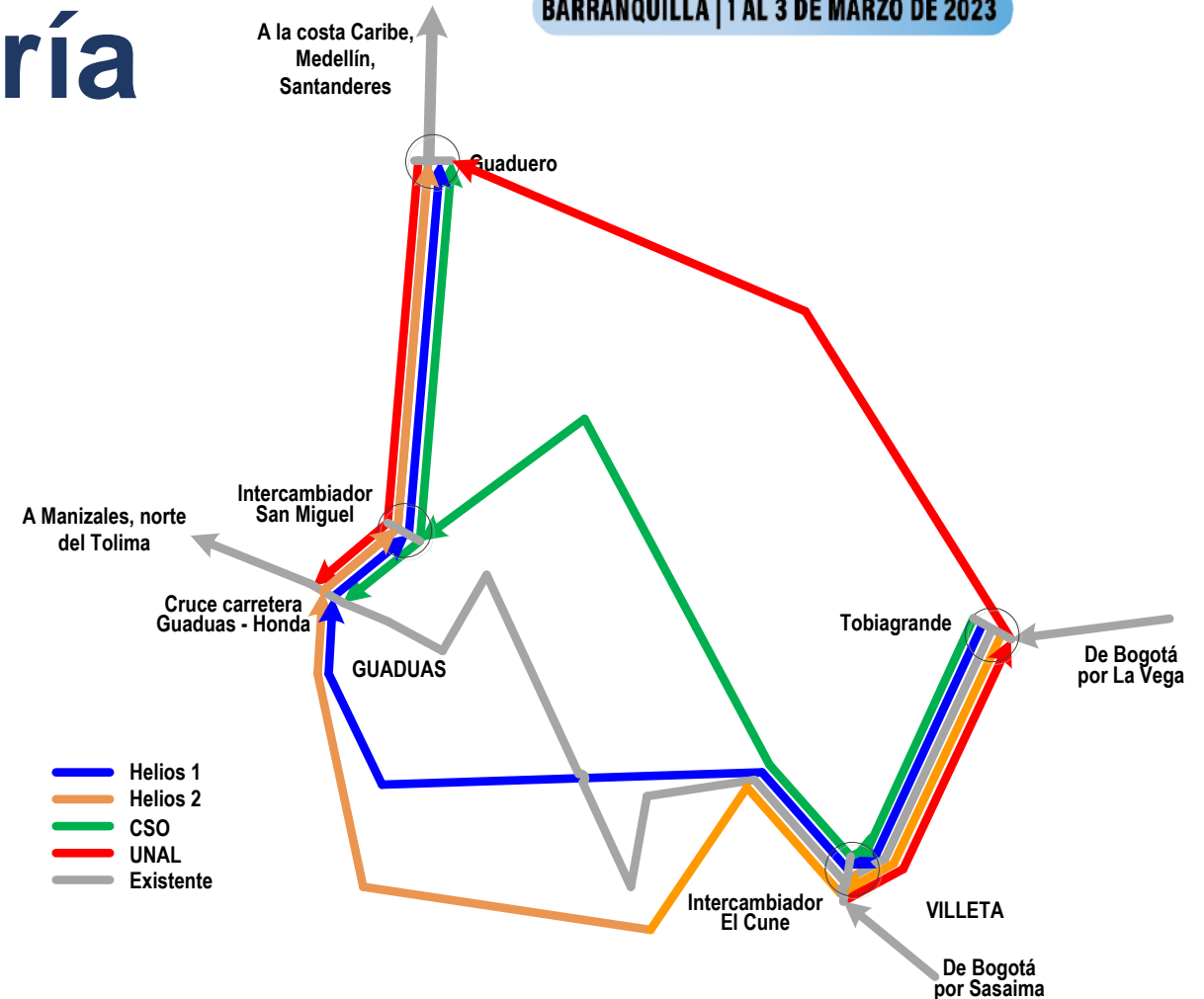


Tabla 1
Estructura de calificación, procedimiento convencional

Objetivos (criterios)	ponderador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Objetivos obligatorios					
Debe solucionar la conexión de la capital con la Costa Atlántica y la segunda ciudad.		pasa	pasa	pasa	pasa
Debe tener especificaciones de autopista, condiciones mínimas de seguridad, velocidades mínimas.		pasa	pasa	pasa	pasa
Objetivos deseables					
Menor costo de inversión.	65%	suma de los valores al mejor se le dará 10 puntos, al peor 4 puntos a los intermedios se dará puntos relativos			
Carretera		valor	valor	valor	valor
Puentes		valor	valor	valor	valor
Túneles		valor	valor	valor	valor
Impermeabilización		valor	valor	valor	valor
Predios		valor	valor	valor	valor
Menor costo de mantenimiento.	5%	valor al mejor se le dará 10 puntos, al peor 4 puntos a los intermedios se dará puntos relativos			
Menor impacto ambiental mitigable.	20%	bajo se le dará 10 puntos, alto 2 puntos a los intermedios se dará puntos relativos			
Menor impacto ambiental no mitigable.	10%	bajo se le dará 10 puntos, alto 2 puntos a los intermedios se dará puntos relativos			
Condiciones adversas					
Riesgo remociones en masa		alto, medio, bajo			

Tabla 2
Evaluación de
la decisión,
convencional

Objetivos (criterios)	ponderador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	
Objetivos obligatorios						
Debe solucionar la conexión de la capital con la Costa Atlántica y la segunda ciudad.		pasa	pasa	pasa	pasa	
Debe tener especificaciones de autopista, condiciones mínimas de seguridad, velocidades mínimas.		pasa	pasa	pasa	pasa	
Objetivos deseables						
Menor costo de inversión.	65%	3.90	4.55	6.50	2.60	
calificación		6	7	10	4	
suma valores		1,471,541	1,351,759	1,230,199	1,898,979	
Carretera		67,324	108,571	244,152	78,682	
Puentes		16,940	129,672	229,220	98,791	
Túneles		1,304,354	1,074,819	562,002	1,614,243	
Impermeabilización		80,325	35,896	192,502	105,741	
Predios		2,600	2,800	2,323	1,523	
Menor costo de mantenimiento.		5%	0.30	0.25	0.20	0.50
calificación			6	5	4	10
valor	39,746		41,794	44,631	29,750	
Menor impacto ambiental mitigable.	20%	1.20	0.40	1.20	1.60	
calificación		6	2	6	8	
escala relativa		medio alto	alto	medio alto	medio	
Menor impacto ambiental no mitigable.	10%	0.70	0.50	0.20	0.80	
calificación		7	5	2	8	
escala relativa		medio	medio alto	alto	medio bajo	
suma puntaje		6.10	5.70	8.10	5.50	
		segunda	tercera	mejor	última	
Condiciones adversas						
Riesgo remociones en masa		bajo	medio	alto	medio	

Tabla 3
Evaluación de
la decisión,
con
cuantificación
de objetivos y
riesgos

Objetivos (criterios)	%	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Objetivos obligatorios					
Debe solucionar la conexión de la capital con la Costa Atlántica y la segunda ciudad.		pasa	pasa	pasa	pasa
Debe tener especificaciones de autopista, condiciones mínimas de seguridad, velocidades mínimas.		pasa	pasa	pasa	pasa
Objetivos deseables					
Menor costo de inversión.	90%	1,471,541	1,351,759	1,330,199	1,898,979
Carretera		67,324	108,571	244,152	78,682
Puentes		16,940	129,672	229,220	98,791
Túneles		1,304,354	1,074,819	662,002	1,614,243
Impermeabilización		80,325	35,896	192,502	105,741
Predios		2,600	2,800	2,323	1,523
Menor costo de mantenimiento.	2%	39,746	41,794	44,631	29,750
Menor impacto ambiental mitigable.	1%	19,937	21,032	19,798	17,666
Menor impacto ambiental no mitigable.	0%	4,228	7,391	8,605	3,833
Menor riesgo remociones en masa	6%	31,014	72,510	258,610	70,568
suma puntaje		1,566,466	1,494,486	1,661,843	2,020,797
		segunda	mejor	tercera	última

Tabla 4
Evaluación de
la decisión
con
cuantificación
de objetivos y
riesgos, y
objetivo
superior

Objetivos (criterios)	%	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Objetivos obligatorios					
Debe solucionar la conexión de la capital con la Costa Atlántica y la segunda ciudad.		pasa	pasa	pasa	pasa
Debe tener especificaciones de autopista, condiciones mínimas de seguridad, velocidades mínimas.		pasa	pasa	pasa	pasa
Objetivos deseables					
Menor costo de inversión.	18%	1,471,541	1,351,759	1,330,199	1,898,979
Carretera		67,324	108,571	244,152	78,682
Puentes		16,940	129,672	229,220	98,791
Túneles		1,304,354	1,074,819	662,002	1,614,243
Impermeabilización		80,325	35,896	192,502	105,741
Predios		2,600	2,800	2,323	1,523
Menor costo de mantenimiento.	0%	39,746	41,794	44,631	29,750
Menor impacto ambiental mitigable.	0%	19,937	21,032	19,798	17,666
Menor impacto ambiental no mitigable.	0%	4,228	7,391	8,605	3,833
Menor riesgo remociones en masa	1%	31,014	72,510	258,610	70,568
Menor costo Operación vehículos	78%	7,352,820	7,465,436	6,447,686	5,463,632
Menor costo por Tiempo de viaje	2%	206,505	214,547	182,664	152,596
Menor costo de Seguridad	0%	19,668	17,429	12,331	14,615
suma puntaje		9,145,460	9,191,898	8,304,523	7,651,640
		tercera	última	segunda	mejor

Tabla 5
Resultados económicos*



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Alternativa/Componente	Moneda	Plazo	Tercer carril	TPD	Crecimiento	Análisis	Tasa descuento	Tasa inflación
Escenario -->	MM COP	25	Con	6663	5%	Villeta - Guaduro	8%	3%
						Camiones x Sasaima	60%	
						Autos/buses x Sasaima	30%	
						TPD xa Manizalez	12%	
MÍNIMO COSTO TOTAL					<u>Orden</u>	<u>Total</u>	<u>Estructura de costos</u>	
HELIOS 1					3	9,065,135		
HELIOS 2					4	9,156,002		
CSO					2	7,712,021		
UNAL					1	7,545,900		
ANÁLISIS BENEFICIO COSTO					<u>Relación</u>	<u>Neto</u>	<u>TIR</u>	
HELIOS 1					2.10	1,642,173	15.2%	
HELIOS 2					2.06	1,551,306	15.6%	
CSO					3.80	2,995,286	25.5%	
UNAL					2.65	3,161,408	18.3%	



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Método ingenieril de decisión

Buenas decisiones...

- Apuntar la decisión a un objetivo superior.
- El costo de los usuarios es esencial.
- Nada sin cuantificar. No paneles de expertos, todo cuantificado en dinero.
- Nivelación de la información a una sola fase de planeación.
- Cuantificar riesgos: impactos tangibles e intangibles.
- Necesaria una B/D de infraestructura.





CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Las decisiones de ingeniería

las deben tomar los ingenieros mediante métodos de decisión de ingeniería.

De otra forma, es **casi** imposible que salgan bien.

Y en un país pobre, como nosotros...

¡¡ no nos podemos dar el lujo de hacer las cosas mal !!