

INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS ATIRANTADAS

Abraham HIDALGO OLEA
VSL España



A member of
Bouygues Construction

23/10/2025



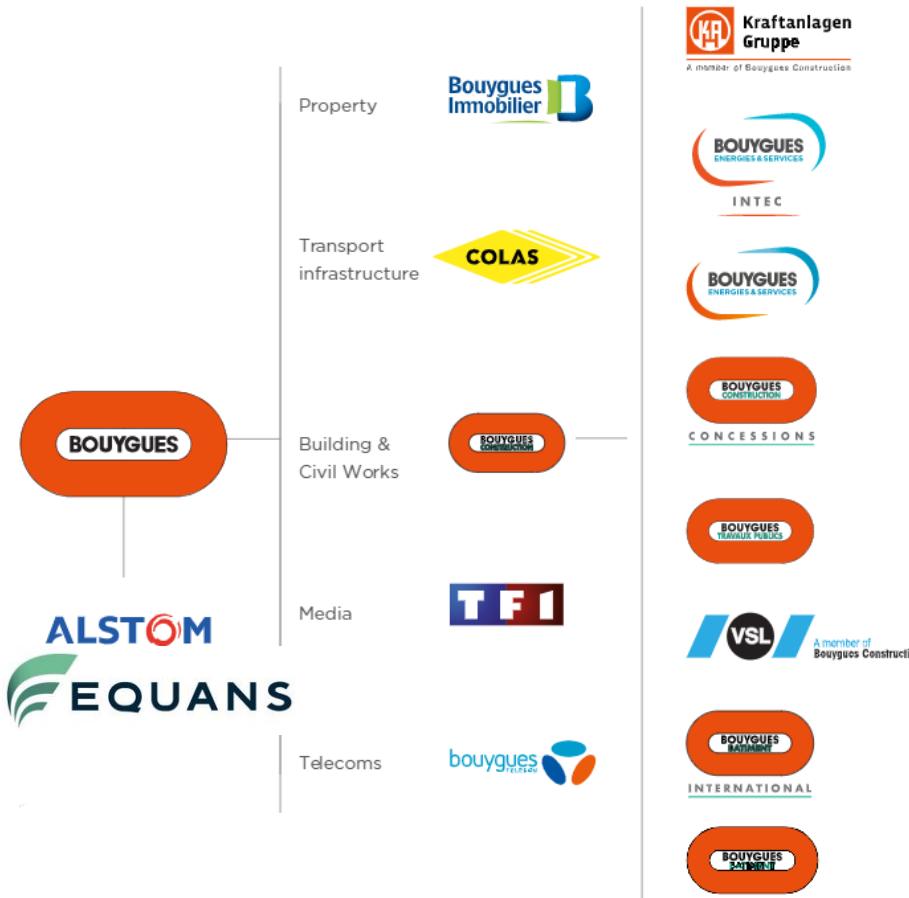
Asociación de Ingenieros
Estructurales de Antioquia



SIMPOSIO INTERNACIONAL
DE INGENIERÍA DE PUENTES
SIIP 2025



VSL en el Grupo BOUYGUES



- ＼ Más de **60 años de experiencia** como empresa de postensado y contratista especializado
- ＼ Red mundial
- ＼ **+4.100 Empleados**, de los cuales unos **900 ingenieros**
- ＼ +30 países
- ＼ **4 Centros Técnicos** (Suiza, España y Singapur)
- ＼ **3 Plantas de fabricación Productos VSL**
- ＼ 370 patentes
- ＼ **400M€** de facturación en 2024



AMERICAS / Canada, Chile, Mexico, USA AFRICA / South Africa, Tunisia EUROPE / Czech Republic, France, Poland, Portugal, Russia, Spain, Switzerland, UK MIDDLE EAST / Qatar, Sultanate of Oman, United Arab Emirates ASIA / Brunei, China, Hong Kong, India, Indonesia, Japan, Malaysia, Philippines, Singapore, South Korea, Thailand, Vietnam OCEANIA / Australia

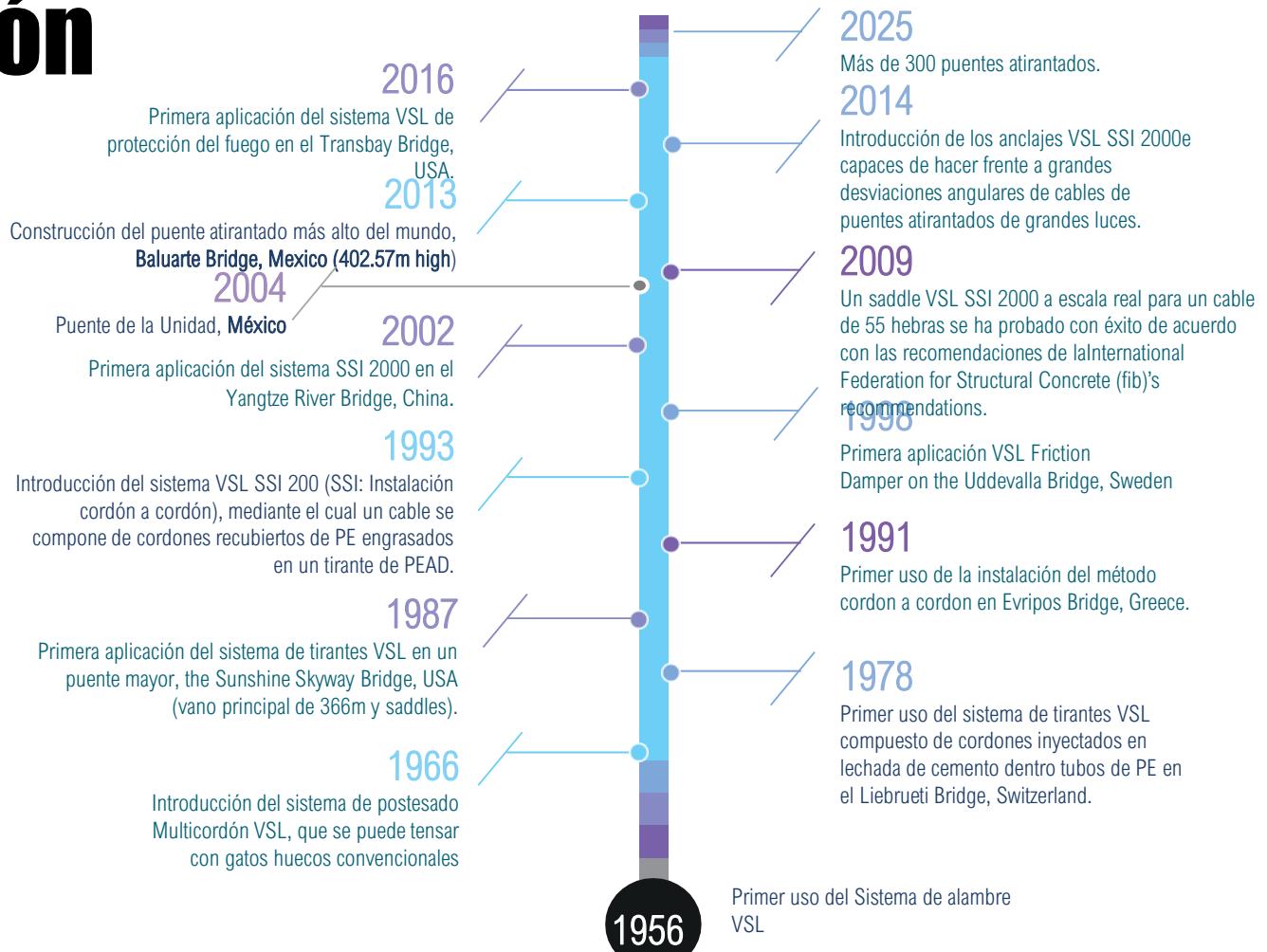
2



Licenciatario VSL
Desde 2004



60 años de experiencia innovación



Contenido

- Sistemas atractados: ¿Cuáles son los diferentes tipos y por qué inspeccionarlos?
- Identificación de puntos críticos y deterioros: desafíos principales
- Herramientas y métodos de inspección
- Digitalización y gestión de información
- Caso práctico: Inspección del Puente Centenario, Panamá

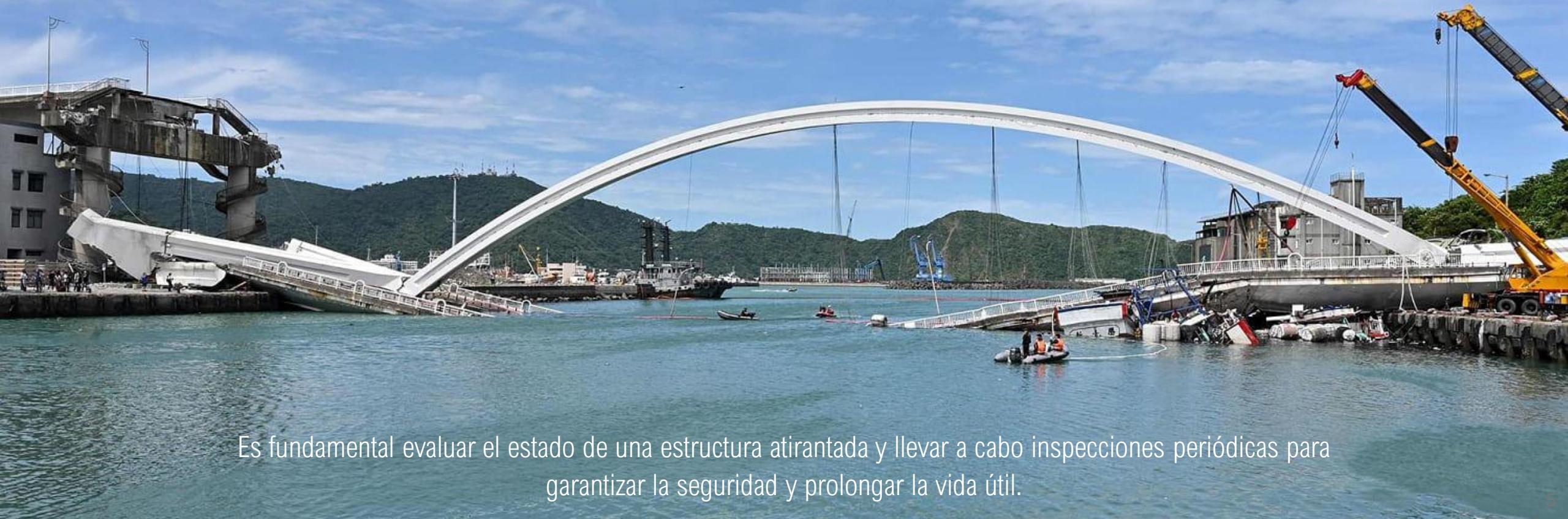


A member of
Bouygues Construction



De Medellín para el mundo: Conectando
saberes, construyendo futuro





Es fundamental evaluar el estado de una estructura atirantada y llevar a cabo inspecciones periódicas para garantizar la seguridad y prolongar la vida útil.

5



Inspección de estructuras atirantadas

**¿Por qué es vital para la seguridad pública
y la durabilidad de las estructuras?**



Tipologías de tirantes más comunes

Hilos paralelos en vaina inyectada y anclaje con resina



- Button head wires o cables HiAm
- Prefabricación del tirante
- Reemplazo total del tirante
- Protección colectiva contra la corrosión del alambre



Cable cerrado



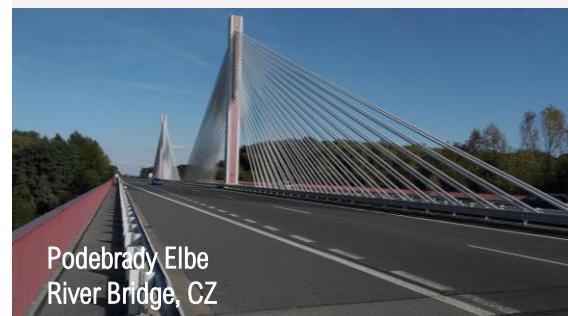
- Prefabricación del tirante
- Reemplazo total del tirante
- Protección colectiva contra la corrosión
- Requiere repintado periódico



Cordones de 7 alambres en vaina inyectada



- Instalación cordón a cordón
- Reemplazo total del tirante
- Protección colectiva del acero
- Problemas de calidad de inyección



Cordones paralelos de 7 alambres, autoprotegidos con vaina global

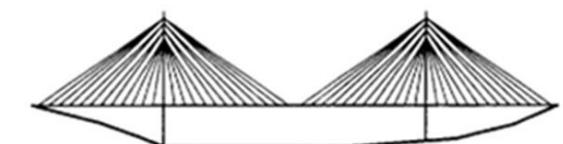
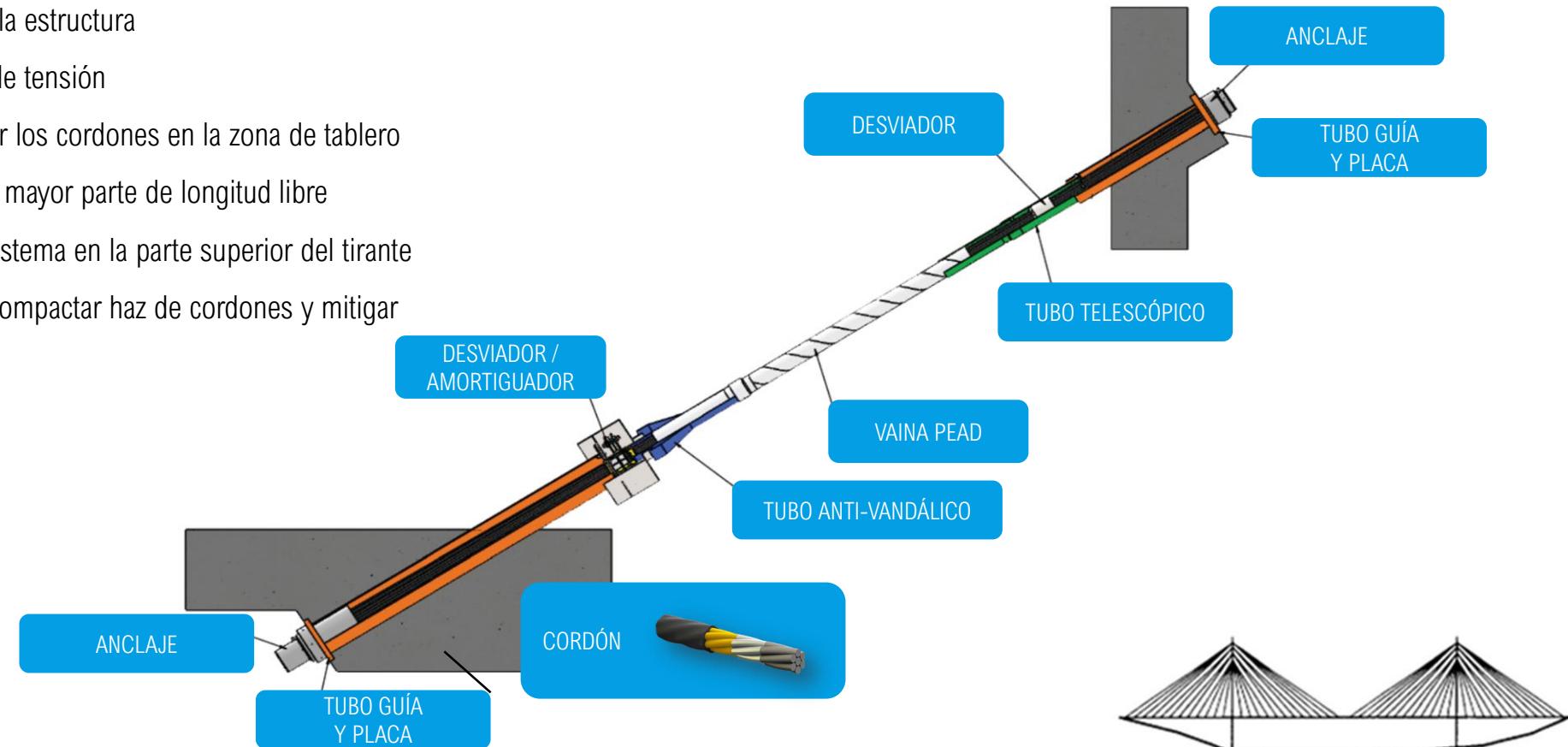


- Instalación cordón a cordón
- Reemplazable cordón a cordón
- Protección de corrosión individual de los cordones
- Transición del sistema de protección a la corrosión



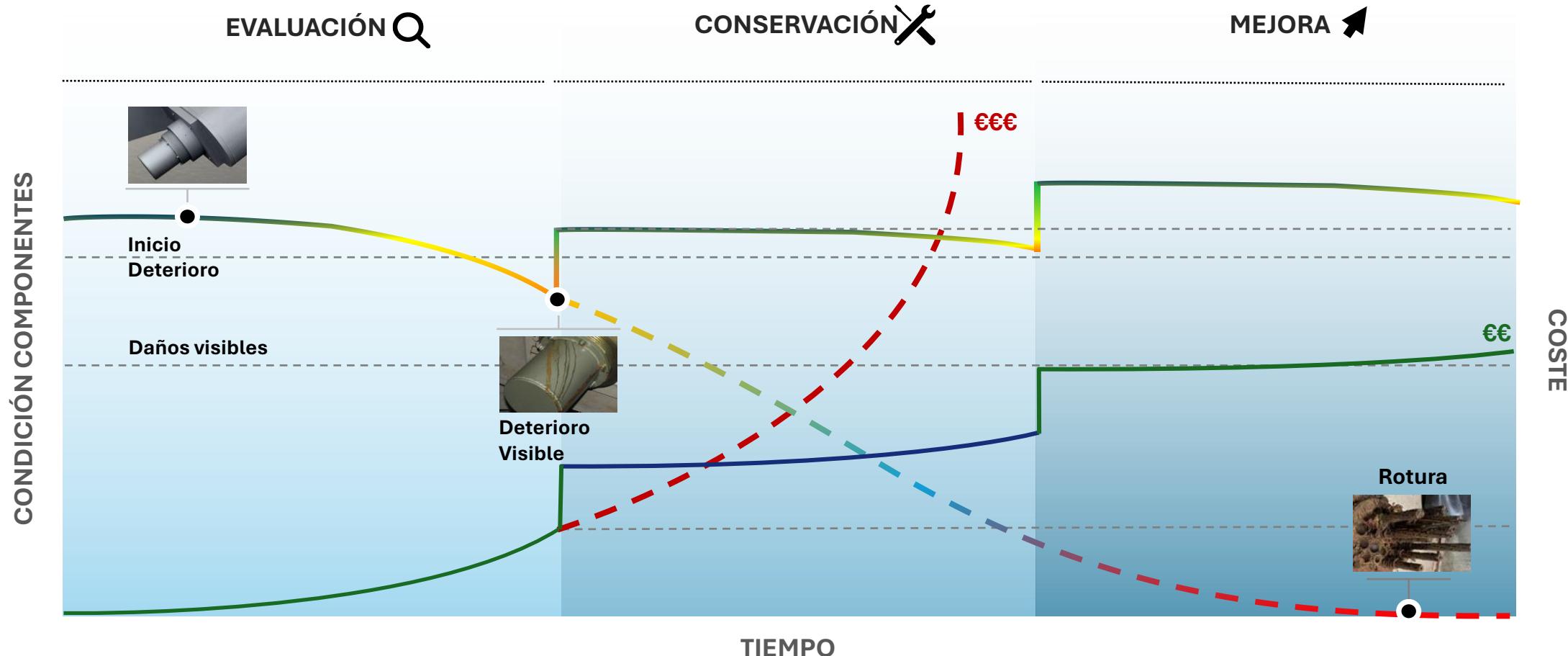
¿Qué conforma un tirante (PSS)?

- **Anclaje:** Transferir la carga a la estructura
- **Cordón:** Elemento principal de tensión
- **Tubo Anti-vandálico:** Proteger los cordones en la zona de tablero
- **Vaina de PEAD:** Encapsula la mayor parte de longitud libre
- **Tubo telescópico:** Cierra el sistema en la parte superior del tirante
- **Desviador / Amortiguador:** Compactar haz de cordones y mitigar vibraciones



¿Por qué inspeccionar?

Conservación de puentes atirantados: Conocerlos & Mantenerlos



Importancia en la identificación de daños

Severidad de los daños



▲ Puente Santa Rosa, Bolivia



▲ Puente Rapulo, Bolivia



Tipo de inspección y régimen

Recomendaciones internacionales

INSPECCIÓN RUTINARIA

Cada 1-2 años

—
Inspección a pie
(visual)



INSPECCIÓN DETALLADA (POR ESPECIALISTAS EN TIRANTES)

Cada 3-6 años

—
10 a 25% de los componentes
—
Acceso especial y equipo



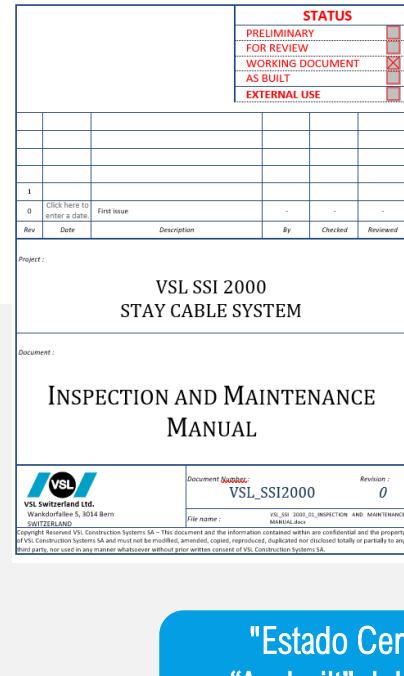
INSPECCIÓN EXCEPCIONAL (POR ESPECIALISTAS EN TIRANTES)

Llevada a cabo tras
eventos excepcionales



Manual de inspección de tirantes proporcionado por el proveedor de tirantes

Geometría del puente y fuerzas de los tirantes calculadas a partir de la construcción o de cálculos retrospectivos



"Estado Cero" o
"As-built" debe ser
conocido y definido



De Medellín para el mundo: Conectando
saberes, construyendo futuro

Identificación de puntos críticos y deterioros

Desafíos principales

12

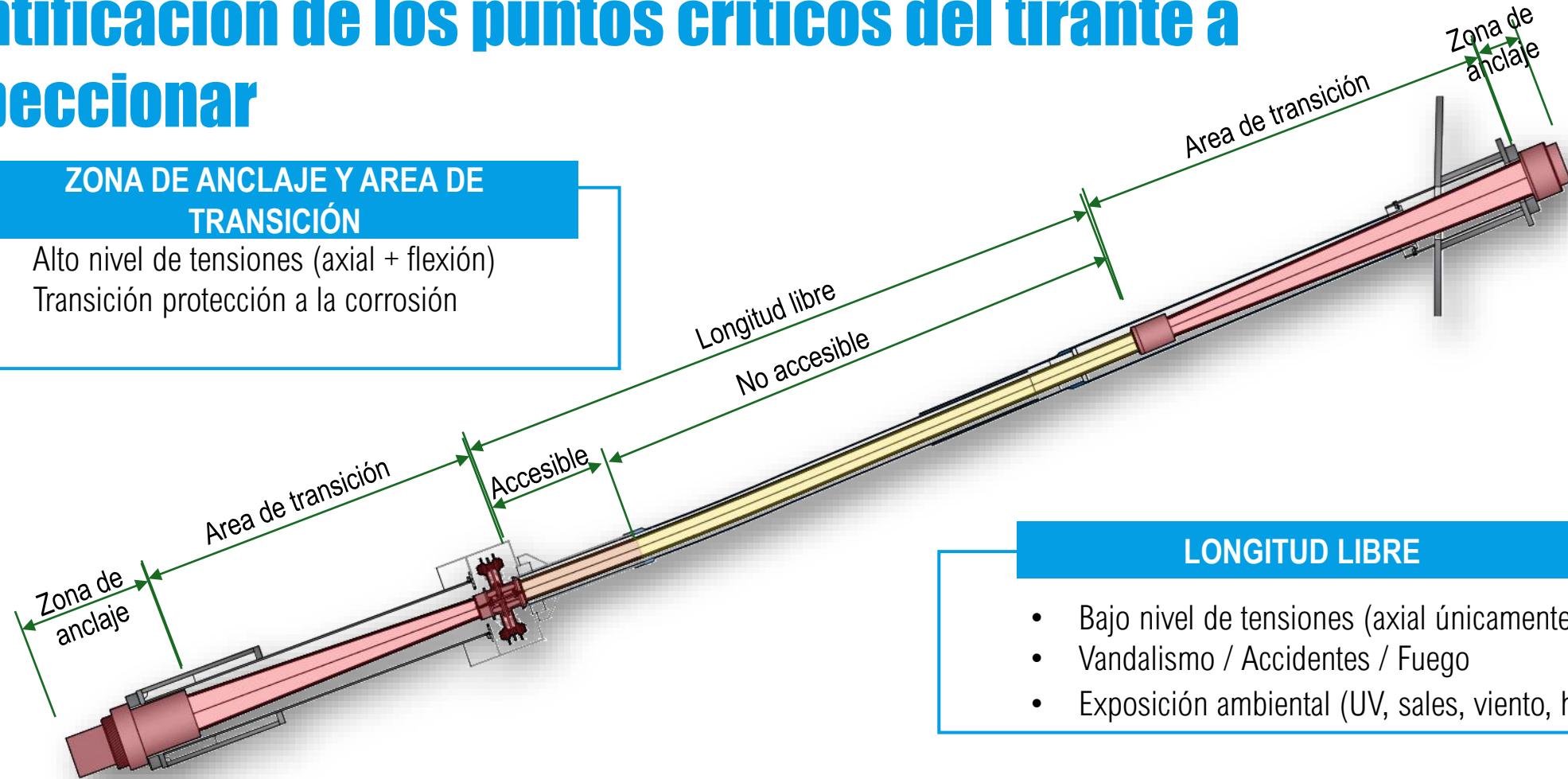


Puntos críticos

Identificación de los puntos críticos del tirante a inspeccionar

ZONA DE ANCLAJE Y AREA DE TRANSICIÓN

- Alto nivel de tensiones (axial + flexión)
- Transición protección a la corrosión



LONGITUD LIBRE

- Bajo nivel de tensiones (axial únicamente)
- Vandalismo / Accidentes / Fuego
- Exposición ambiental (UV, sales, viento, hielo)



Origen de los daños

EXCESIVA CARGA Y FATIGA



CONSTRUCCIÓN



DISEÑO



EXPOSICIÓN AMBIENTAL
(CORROSIÓN, UV)



ACCIDENTE / FUEGO



VIBRACIÓN



Deterioros típicos

Anclaje (Tablero, Pilono)



PÉRDIDA DE CORDÓN
ANCLAJE CORROIDO



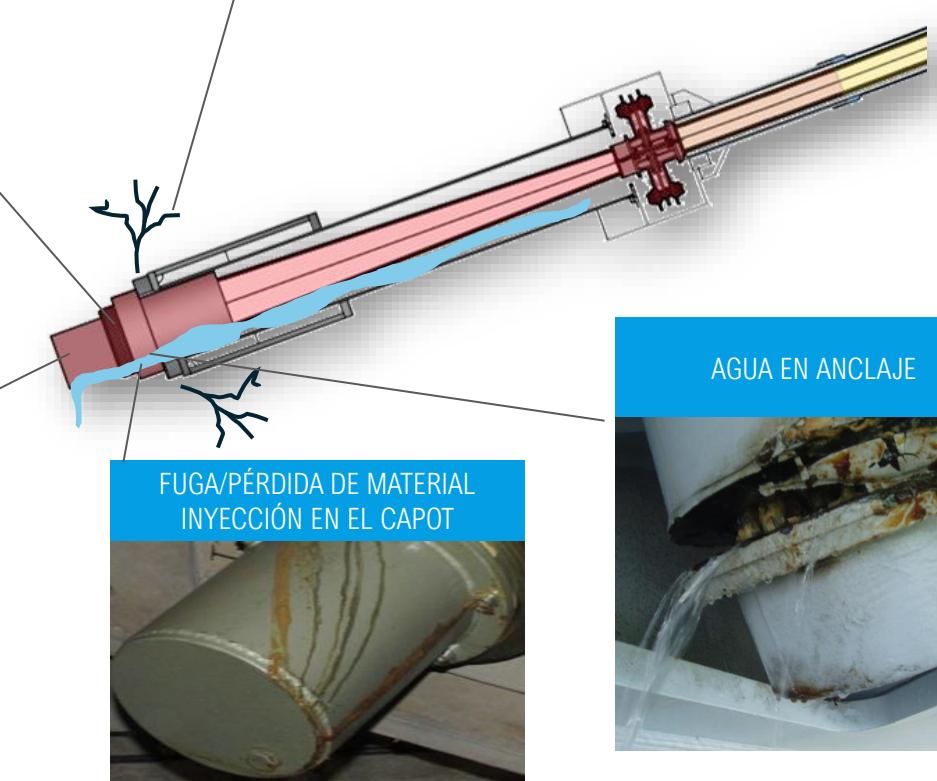
ANCLAJE/CAPOT PARCIALMENTE
INYECTADO



CORROSIÓN EN ANCLAJE



FISURACIÓN HORMIGÓN



AGUA EN ANCLAJE



FUGA/PÉRDIDA DE MATERIAL
INYECCIÓN EN EL CAPOT



Deterioros típicos

Área de transición



TUBO GUÍA DESALINEADO



INSPECCIÓN
AMORTIGUACIÓN



FUNDÁ CORDÓN DAÑADA



INSPECCIÓN CORDONES
SALIDA ANCLAJE



DESVIADOR DAÑADO
TORNILLO ROTO



De Medellín para el mundo: Conectando
saberes, construyendo futuro



Deterioros Típicos

Longitud libre



Deterioros y daños en la vaina de PEAD



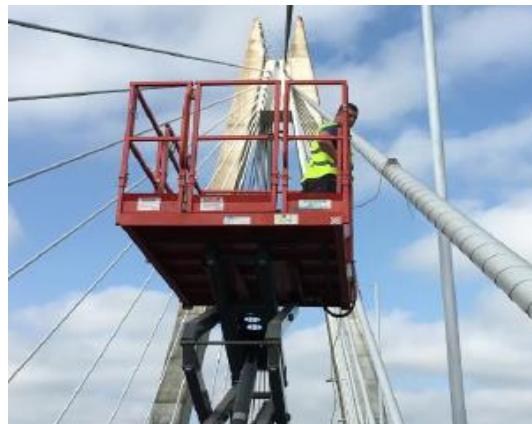
17



ACCESO



Dificultad en los **ACCESOS**



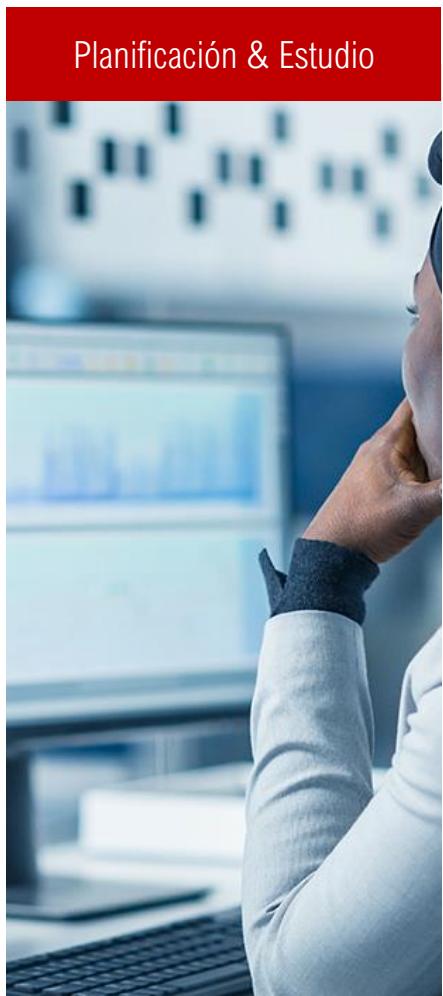
Una planificación minuciosa es crucial para acceder a estructuras existentes, a menudo se requiere un enfoque muy diferente al de la fase de construcción.



Herramientas y Métodos



Herramientas de Inspección y Métodos



Inspección Visual Externa Básica



Cámara



Prismáticos

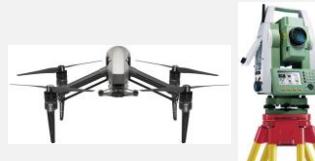


Ojos Expertos

Inspección Visual Externa e Interna Avanzada



Robot



Dron / Topografía



Endoscopio

Métodos Inspección Avanzada



Ultra-Sonidos



Rayos X



Flujo Magnético

Inspección Forense



Cordón

Fractografía, ensayos de tracción y fatiga

Vaina

Ensayo de rayos UV en PEAD y ensayo de tracción

Inyección anclajes

Contenido de agua, densidad, consistencia y contenido aceite

Lechada

Resistencia, densidad, PH, contenido de cloruros y sulfatos



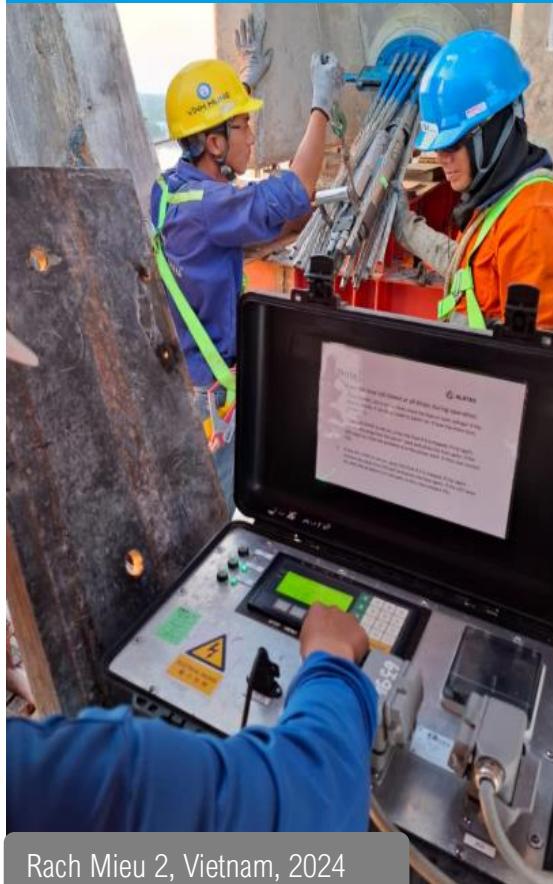
Métodos de Medición de Fuerza en Tirantes

Célula de carga unifilar



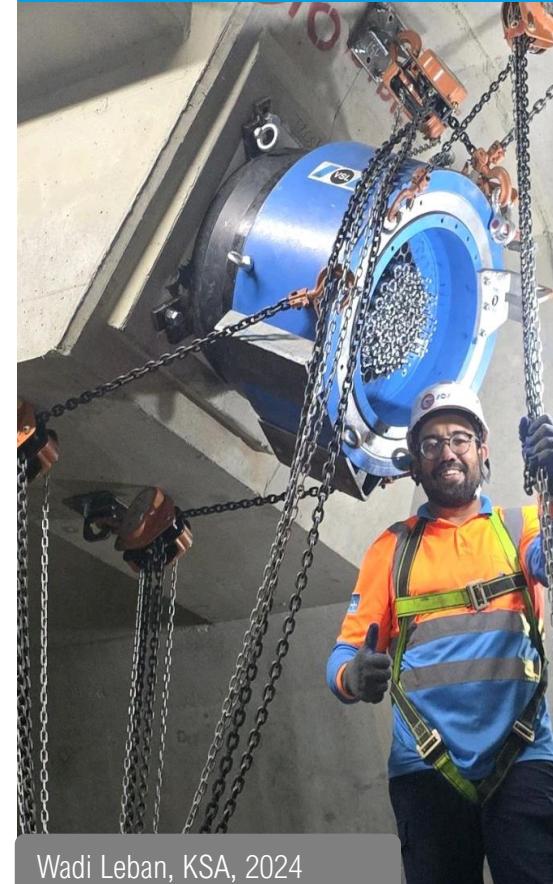
Rades La Goulette, Túnez, 2024

Pesaje gato monocordón



Rach Mieu 2, Vietnam, 2024

Pesaje gato múltiple



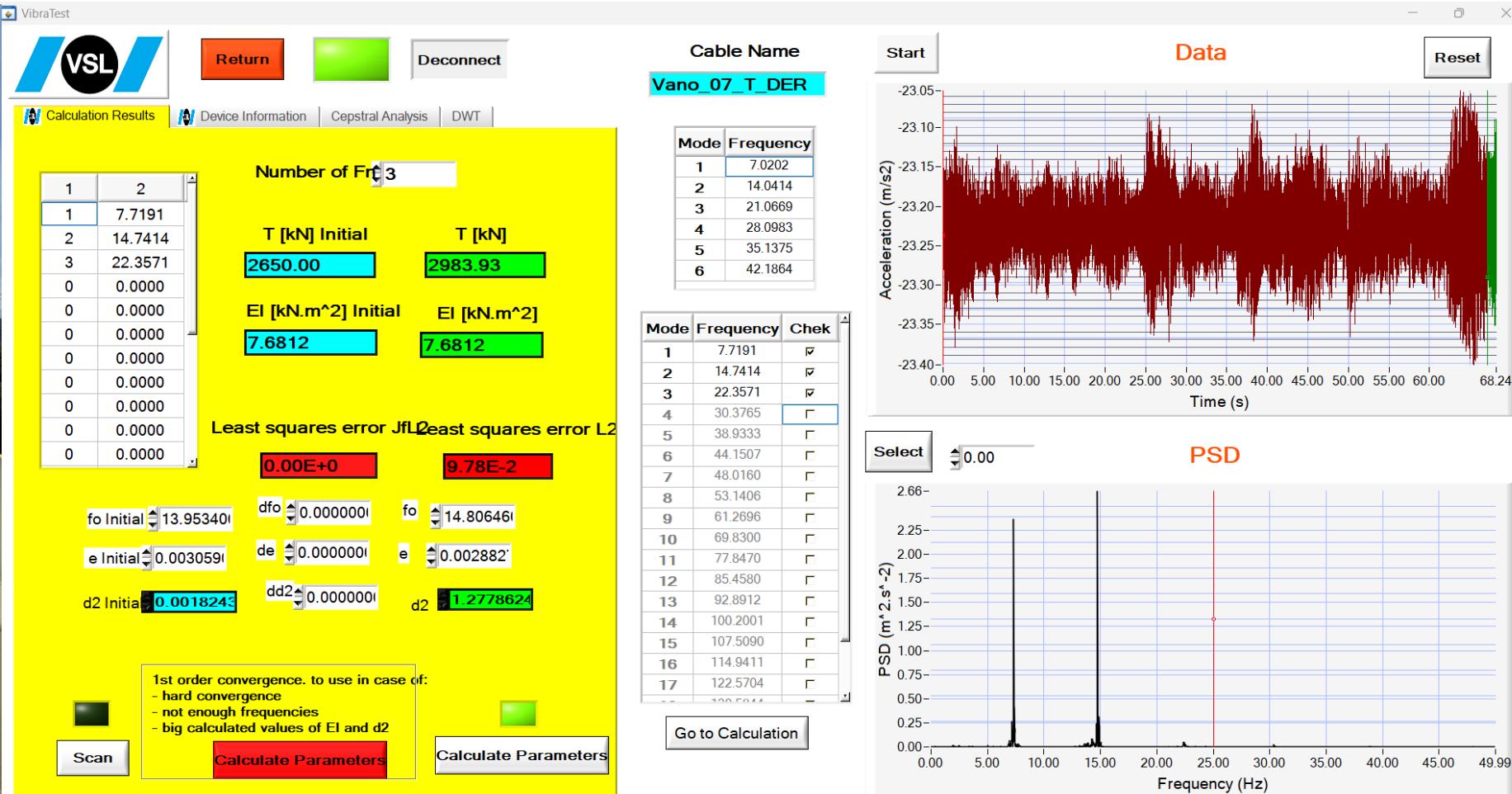
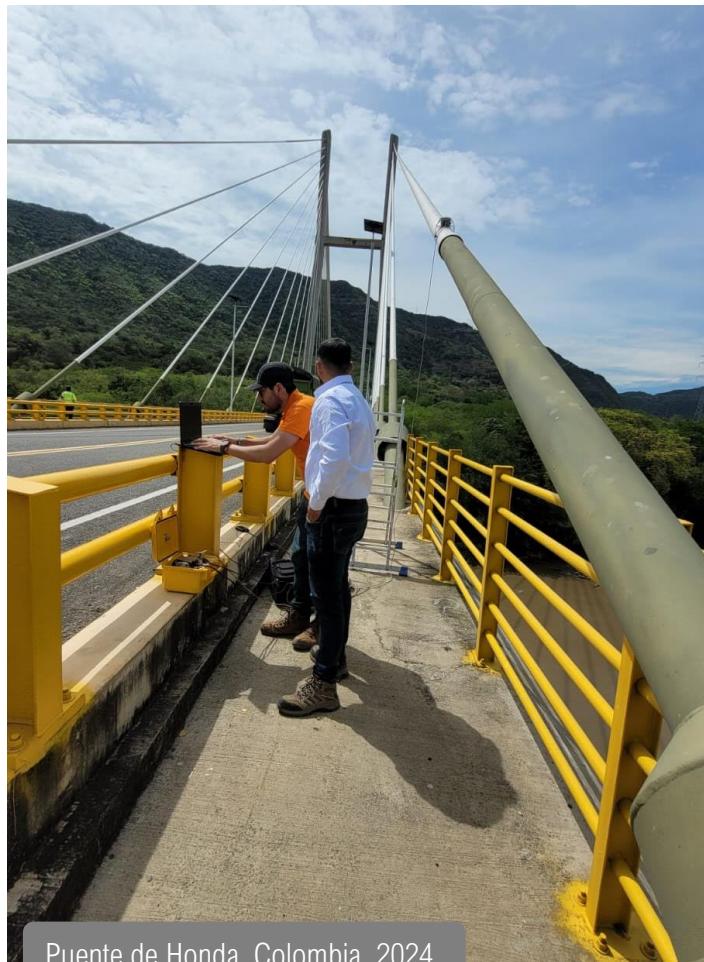
Wadi Leban, KSA, 2024

VSL Vibratest



Nipigon Bridge, Canadá, 2018





Imágenes de inspecciones

Retirada del Capot



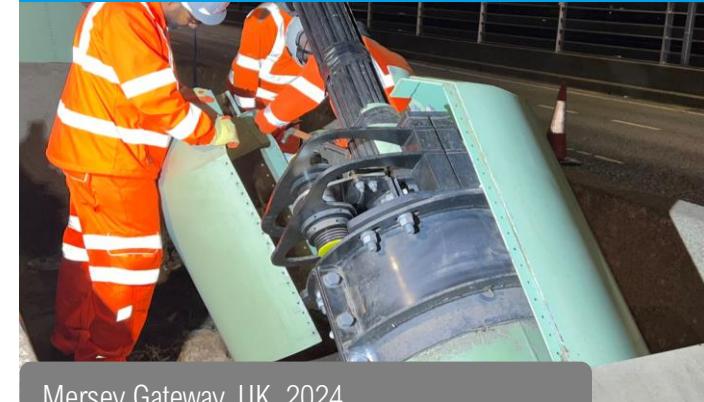
Mersey Gateway, Reino Unido, 2024

Inspección de cordones y cuñas



Paterna, España, 2022

Inspección amortiguadores –
Levantamiento de la vaina de PEAD



Mersey Gateway, UK, 2024



Puente atirantado A25, Canadá, 2020

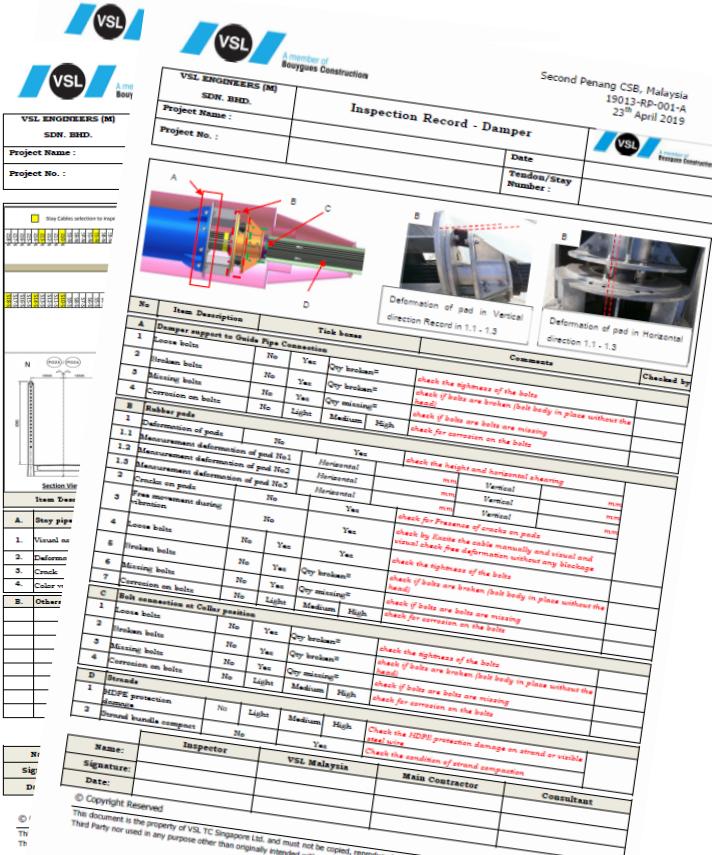
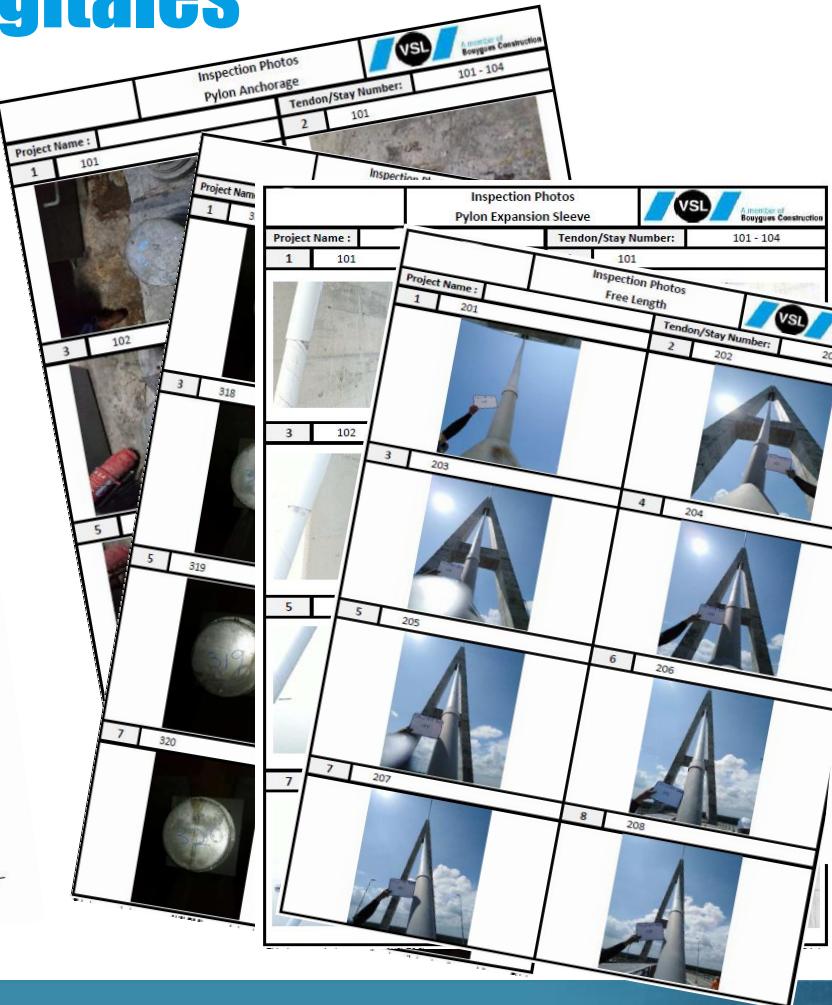
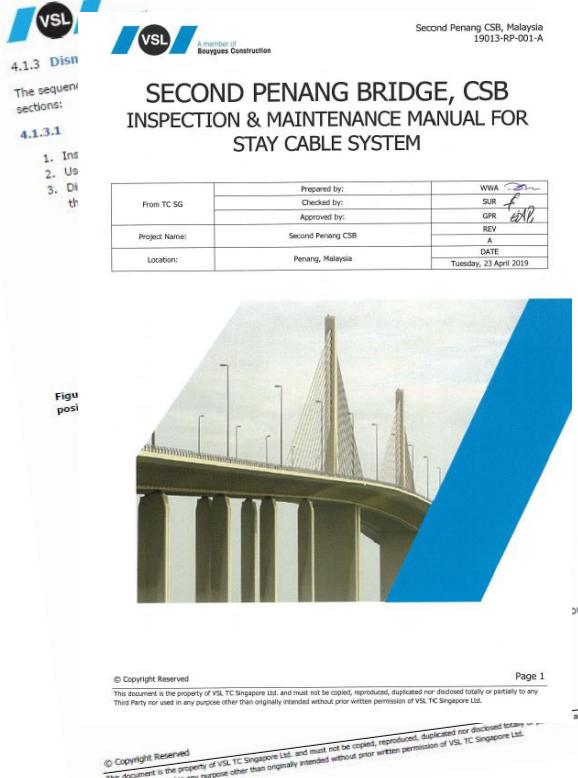


Digitalización & Gestión de información



Soluciones Digitales

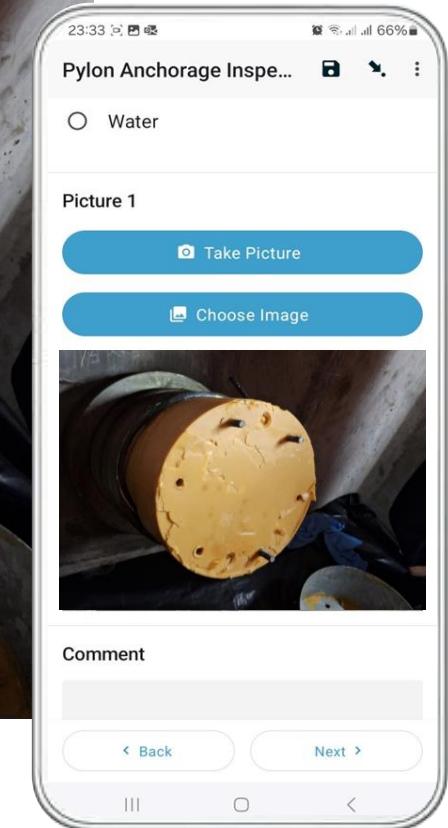
Inspecciones digitales



Soluciones Digitales

Inspecciones digitales

- Formularios digitales personalizados
- Datos estructurados
- Captura de imágenes en alta calidad
- Trazabilidad
- Informes integrados
- Creación de bases de datos históricas y reconocimiento de patrones
- Información en tiempo real para la toma de decisiones
- Mantenimiento predictivo (BdD preparada para el futuro)



Inspección digitalizada – Tiempo real

TAC07_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	No	Other	Sello de	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Bloqu	47	0	No	0	Corry	Yes	12	No	0	Yes	No	No	Yes	No	
TAL01_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	Other	Sello de	Void	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Bloqu	50	0	No	1	Yes	13	No	0	Yes	No	No	Yes	No			
TAL31_SUP	40	20	75	6	No	No	No	correct	sello en	Full	No	No	No	Light	missing	No	No	Full	100	No	Other	Sin co	80	0	No	0	Yes	24	High	80	Yes	No	No	Yes	No			
TAC31_SUP	41	20	75	6	No	No	No	deformed	liger	i Full	No	No	No	Medium	missing	No	No	Full	100	No	Other	Bloqu	77	0	No	0	Todc	Yes	16	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAL27_SUP	41	20	75	6	No	No	No	correct	sello vi	Full	No	No	No	Light	missing	No	No	Full	100	No	Other	Ancla	76	0	No	0	Todc	Yes	22	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC27_SUP	37	20	67	6	No	No	No	deformed	deform	Full	No	No	No	missing	No	Light	Full	100	No	Other	Estad	73	0	No	0	Long	Yes	25	Light	5	Yes	No	No	Yes	No			
TAL29_SUP	41	20	75	6	No	No	No	Light	Other	Deform	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	Light	No	Partial	95	No	Other	Abras	76	0	No	0	Yes	27	Medium	40	Yes	No	No	Yes	No	
TAC29_SUP	41	20	75	6	No	No	No	Light	Other	Instala	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	5	No	Other	Estad	75	0	No	0	No	Yes	13	No	0	Yes	No	No	Yes	No	
TAL25_SUP	37	20	67	6	No	No	No	Light	Other	uso de	Void	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	73	2	No	0	Yes	16	No	0	No	No	Yes	No	Yes	No	
TAC25_SUP	37	20	67	6	No	No	No	Light	Other	Usa de	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Bloqu	70	5	No	0	Yes	17	No	0	No	No	Yes	No	Yes	No	
TAL23_SUP	37	20	67	6	No	No	No	No	deformed	Ligeras	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Bloqu	68	7	No	0	Yes	13	No	0	No	No	Yes	No	Yes	No	
TAC23_SUP	37	20	67	6	No	No	No	correct	sellado	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	85	No	Other	El esta	68	7	No	0	Yes	30	No	0	No	No	Yes	No	Yes	No		
TAL21_SUP	37	20	67	6	No	No	No	Other	Sello de	Partially empty	No	No	No	Light	No	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Ancla	64	0	No	0	Todc	Yes	26	No	0	Yes	No	No	Yes	No	
TAC21_SUP	37	20	67	6	No	No	No	correct	Sello en	Partially empty	No	No	No	Light	Light	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Sin pr	66	0	No	1	Cord	Yes	24	No	0	Yes	Yes	No	Yes	No	
TAL19_SUP	37	20	67	6	No	No	No	correct	Sellado	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Buen	62	0	No	4	Cord	Yes	6	No	0	Yes	Yes	No	Yes	No		
TAC19_SUP	37	20	67	6	No	No	No	Light	Light	correct	Usa de	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	63	0	No	2	Cord	Yes	19	Hay	0	Yes	No	No	Yes	No
TAL17_SUP	37	20	67	6	No	No	No	Other	Sello co	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	94	No	Other	Bloqu	60	0	No	1	Yes	22	No	0	Yes	No	No	Yes	No	No		
TAC17_SUP	37	20	67	6	No	No	No	correct	Sello de	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	94	No	Other	Bloqu	61	0	No	10	Cord	Yes	25	No	0	Yes	Yes	No	Yes	No		
TAL15_SUP	34	20	61	6	No	No	No	No	Cracked	Sello ru	Void	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	57	0	No	1	Yes	7	Light	10	Yes	Yes	No	Yes	No		
TAC15_SUP	34	20	61	6	No	No	No	No	0	Sello de	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	56	0	No	8	Toro	Yes	27	No	0	Yes	No	No	Yes	No	
TAL13_SUP	34	20	61	6	No	No	No	Other	Sello de	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	94	No	Other	Estad	54	0	No	2	Cord	Yes	21	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC13_SUP	305	20	57	6	No	No	No	Other	Sello co	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	53	0	No	2	En g	Yes	21	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAL32_SUP	41	20	0	6	No	No	No	Other	Sello, v	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Full	0	No	Other	Bloqu	80	0	No	0	Sin c	Yes	20	Medium	27	Yes	No	No	Yes	No		
TAC11_SUP	305	20	57	6	No	No	No	Other	Sello de	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	50	0	No	4	Exist	Yes	14	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAL11_SUP	305	20	57	6	No	No	No	Other	Sello de	Partially empty	No	No	No	Light	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Estad	51	0	No	1	Yes	15	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC32_SUP	41	20	75	6	No	No	No	deformed	Sello de	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Full	100	No	Other	Bloqu	77	0	No	0	Sin c	Yes	9	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC09_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	Other	Sello de	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	96	No	Other	Bloqu	47	0	No	5	Cord	Yes	12	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAL09_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	Other	Sello de	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Light	Partial	96	No	Other	Bloqu	49	0	No	1	Yes	14	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAL07_SUP	305	20	57	6	No	No	No	Other	Sello de	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Light	Partial	95	No	Other	Bloqu	49	0	No	0	No	Yes	10	No	0	Yes	No	No	Yes	No	
TAL05_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	Other	Sello de	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	45	0	No	0	Long	Yes	6	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC05_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	Other	Sello de	Partially empty	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	45	0	No	0	Yes	9	No	0	Yes	No	No	Yes	No			
TAL03_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	Other	Sello de	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Bloqu	45	0	No	0	Todc	Yes	5	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC03_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	Other	Usa de	Partially empty	No	No	No	No	missing	No	No	Partial	90	No	Other	Bloqu	44	0	No	0	Todc	Yes	6	Alm	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC01_SUP	305	50	57	6	No	No	No	Cracked	Rotura	Full	Yes	No	No	No	missing	No	No	Partial	95	No	Other	Bloqu	49	0	No	1	Cord	Yes	7	No	0	Yes	Yes	No	Yes	No		
TAC02_SUP	305	20	57	6	No	No	No	deformed	Peguer	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Full	100	No	Other	Bloqu	43	0	No	0	Yes	13	No	0	Yes	No	No	Yes	No			
TAL02_SUP	305	20	57	6	Yes	No	No	deformed	Deform	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Full	100	No			43	0	No	0	No	0	No	0	Yes	Yes	No	Yes	No			
TAL04_SUP	30	20	57	6	No	No	No	deformed	sello de	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Full	100	No	Other	Bloqu	45	0	No	0	Corry	Yes	7	No	0	Yes	No	No	Yes	No		
TAC04_SUP	30	20	57	6	No	No	No	correct	sello en	Full	No	No	No	No	missing	No	No	Full	100	No	Other	Vista	44	0	No	1	Cord	Yes	8	No	0	Yes	No	No	Yes	No		



De Medellín para el mundo: Conectando
saberes, construyendo futuro

Resultados de Inspección y Siguientes Pasos

Informes exhaustivos

INFORMES Y ANÁLISIS EXPERTOS

Diagnóstico preciso por expertos de VSL
 Clasificación y severidad de los deterioros
 Detección de patrones y tendencias
 Base de datos digital para el seguimiento durante la vida útil de la estructura

MANTENIMIENTO Y MEDIDAS CORRECTORAS

Deterioros leves y moderados
 Planes para deterioros severos

ACTUALIZACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO

Actualización de directrices y planes de inspección en zonas de alto riesgo

ESTRATEGIAS PREVENTIVAS

Soluciones para mitigar la raíz de las causas de los defectos recurrentes

REPORTE INSPECCIÓN ANCLAJES SUPERIORES		
General Information		
Título	Inspección Sistema de Tirantes	
Intervención	Nivel III - 2024	
Structure_ID	Puente Centenario	
Country	Panamá	
Inspector	Julian Chequín	
Tirante	TAC27_SUP	
Nº.	DESCRIPCIÓN	RESULTADO
A	Tipo de anclaje	COMENTARIO
A.1	Diámetro exterior del capot (cm)	305
A.2	Longitud del capot (cm)	20
A.3	Tamaño de la placa de relleno (longitud de uno de los lados en cm)	57
B	Agrupa tornillos de Capot	
B.1	Introduce el número de tornillos	6
B.2	Hay tornillos sueltos?	No
B.3	Número de la llave utilizada	24
B.4	¿Cuántos tornillos faltan?	0
B.5	¿Cuántos tornillos están sueltos?	0
B.6	Corrosión de tornillos de capot	No
B.7	¿Cuántos tornillos están corroídos?	0
B.8	Corrosión en el capot	No
B.9	Extensión del área afectada (%)	0
B.10	Grado de deterioro	No
B.11	Extensión del área afectada (%)	0
B.12	Estado del sellado del capot	Ok
B.13	Purgas de inyección del Capot	Partially empty
B.14	¿Hay fugas en el capot?	No
B.15	Extensión del área afectada (%)	0
C	Corrosión en tuerca y rosca de regulación	
C.1	Daflos en tuerca y rosca de regulación	No
C.2	Extensión del área afectada (%)	0
C.3	Corrosión en tuerca y rosca de regulación	No
C.4	Extensión del área afectada (%)	0
D	Bearing Plate condition	
D.1	Placa de relleno - Corrosión	No
D.2	Extensión del área afectada (%)	0
D.3	Tipo de recubrimiento	Galvanized
D.4	Placa de relleno - estado recubrimiento	No
D.5	Extensión del área afectada (%)	0
D.6	Drenaje de placa de relleno	missing
D.7	Presencia de agua	No
D.8	Deformación de la placa de relleno	No
D.9	Extensión del área afectada (%)	0

Inspección Sistema de Tirantes

Nivel III - 2024

Puente Centenario

TAC27_SUP



TAC27_SUP - Cap_Filling_Level_02.jpg
2024-07-18 16:21

TAC27_SUP - Cap_Filling_Level_02.jpg

0



TAC27_SUP - Cap_Filling_Condition_01.jpg
2024-07-18 16:22

TAC27_SUP - Cap_Filling_Condition_01.jpg

Cera con residuos de tierra y grasa



TAC27_SUP - Cap_Filling_Condition_02.jpg
2024-07-18 16:22

TAC27_SUP - Cap_Filling_Condition_02.jpg

0



TAC27_SUP - Anchor_head_Corrosion_01.jpg
2024-07-18 16:23

TAC27_SUP - Anchor_head_Corrosion_01.jpg

3 de anclaje, con residuos en el perímetro de este debido a la rr

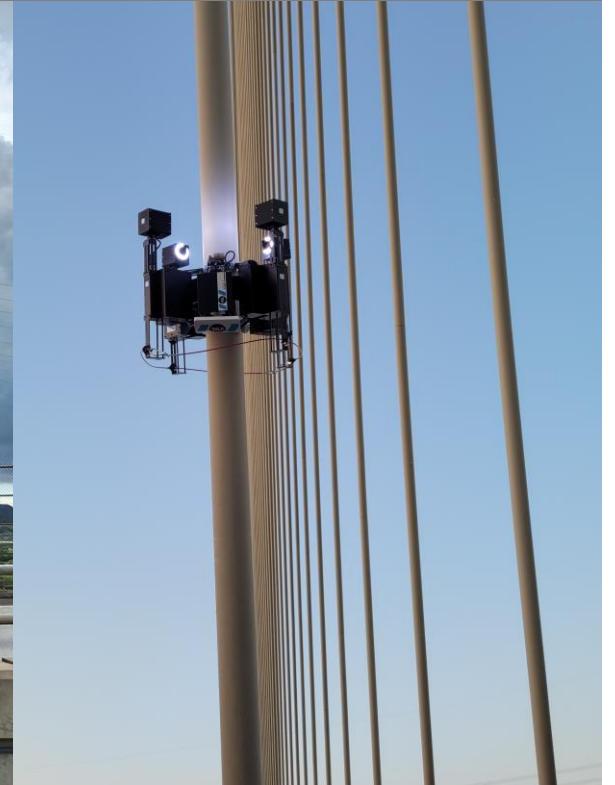
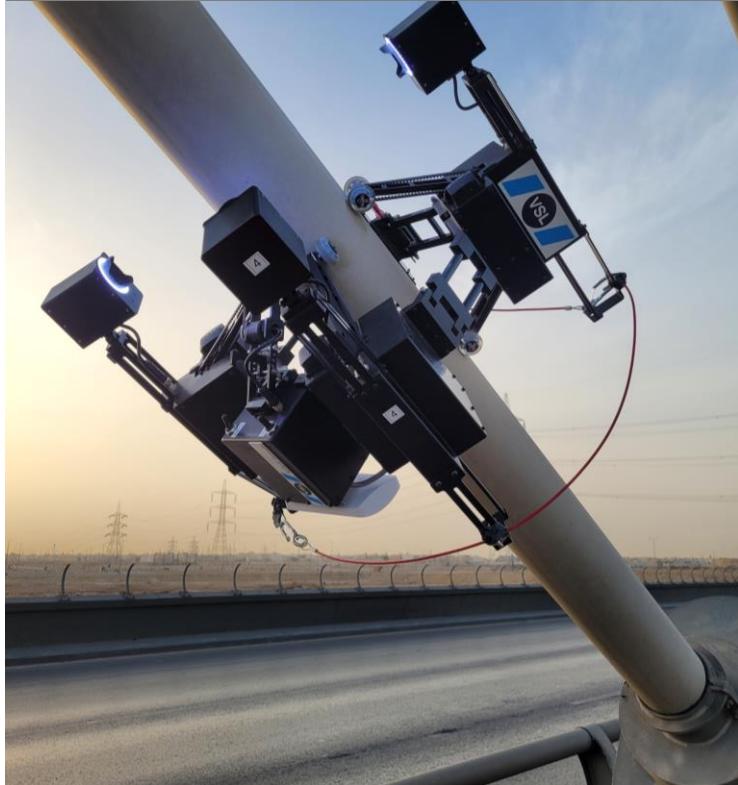
Página 8



Soluciones Digitales

Inspección de la vaina con robot especializado

Robot autónomo dotado con tecnología basada en la IA



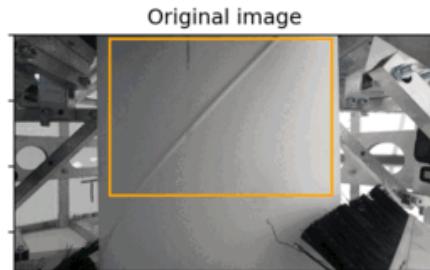
30



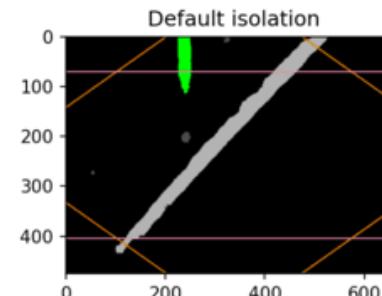
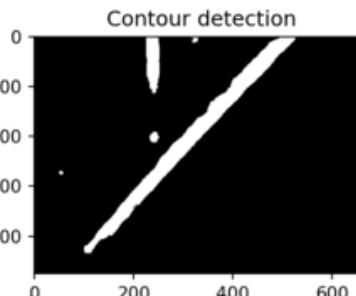
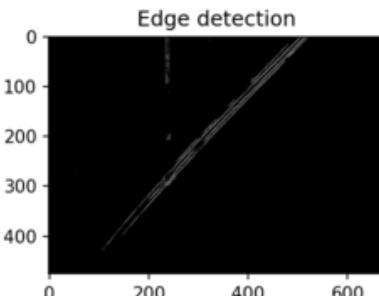
Soluciones Digitales

Inspección de la vaina con robot especializado

GH010006_0-3-33-755 (1 DEFAULT(S))

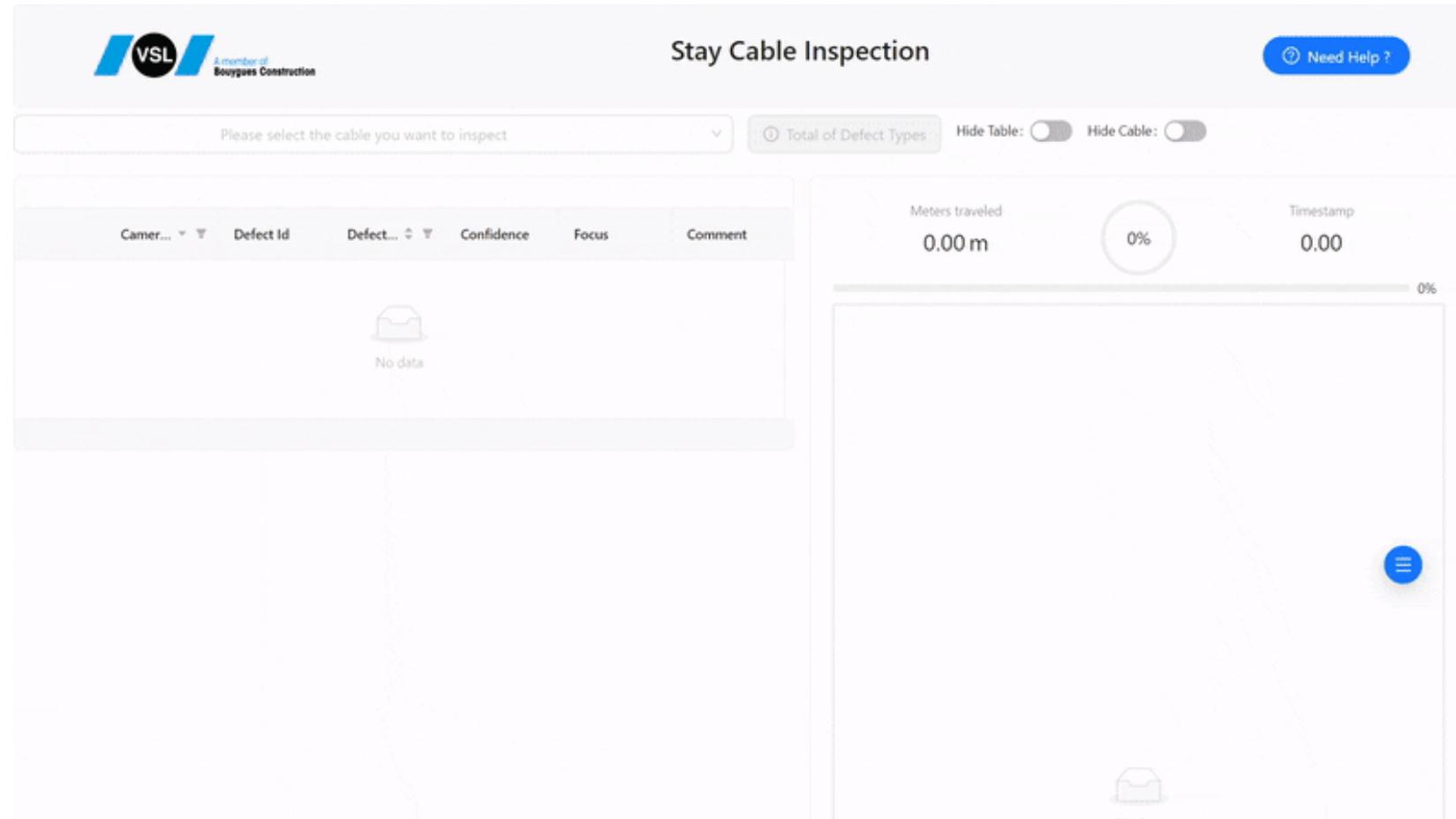


area	perimeter	bounding_rect_w	bounding_rect_h	min_enclosing_circle_center	min_enclosing_circle_radius	estimated_rect_area	aspect_ratio	extent	extent_rotated	ext_angle
37.5	29	6	6	(53, 273)	3	40	1	0.768	0.769	
270.0	68	19	14	(246, 203)	10	270	0	0.645	0.714	
125.0	50	10	13	(322, 31)	9	204	1	0.534	0.613	
36312.5	1342	426	425	(313, 237)	303	23404	0	0.087	0.093	
2867.0	794	17	17	(377, 396)	16	2915	0	0.798	1.817	



Soluciones Digitales

Inspección de la vaina con robot especializado



Stay Cable Inspection

Please select the cable you want to inspect

Camera... Defect Id Defect Type Confidence Focus Comment

No data

Meters traveled: 0.00 m (0%)

Timestamp: 0.00

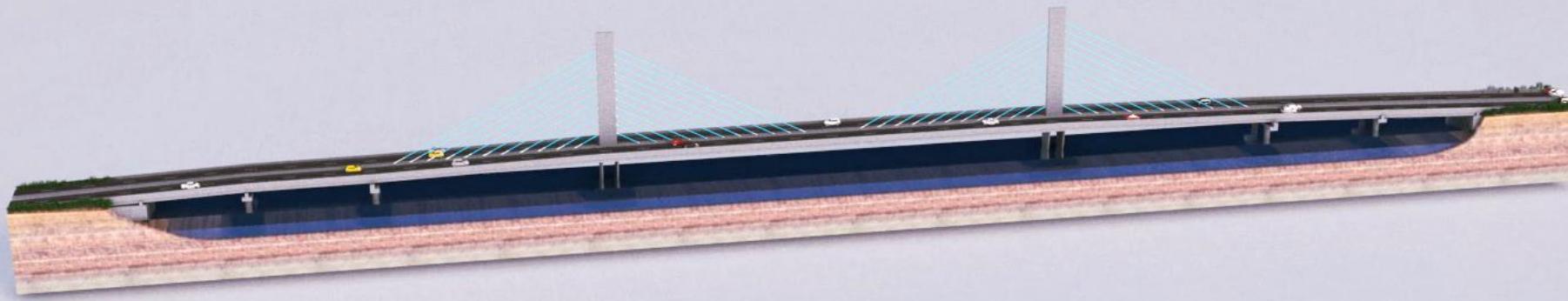
0%





Video

**Inspección de Estructuras Atirantadas
Un minucioso proceso paso a paso**



Recapitulando

PLANIFICACIÓN



INSPECCIÓN



MANTENIMIENTO



Inspección del Puente Centenario, Panamá

Información sobre la estructura

- Segundo puente sobre el Canal de Panamá, una **conexión vital** entre la ciudad de Panamá y Arraiján, sirviendo a +30,000 vehículos diarios
- El puente está siendo **inspeccionado por tercera vez** desde su inauguración en 2004.
- **Inspección exhaustiva de los tirantes**, tendones de pretensado exterior y apoyos
- Construido por medio de **voladizos sucesivos**
- **Tirantes con tecnología de cordones paralelos (PSS)** con cordones galvanizados, encerados y enfundados dentro de una vaina global de PEAD

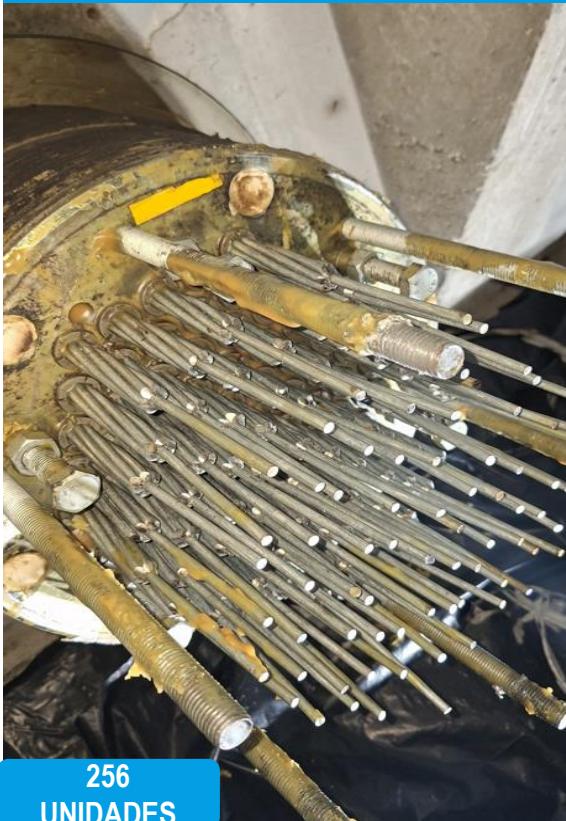


- Altura: 184m
- Longitud total: 1052m
- Vano central: 420m
- Gálibo: 80m
- 128 tirantes cordones paralelos
- Rango de 43 a 80 cordones



Alcance de trabajos (VSL)

INSPECCIÓN
ANCLAJES



256
UNIDADES

LIMPIEZA • INSPECCIÓN •
REPARACIÓN DE VAINA GLOBAL PEAD



128
UNIDADES

INSPECCIÓN TENDONES
PT EXTERIOR



24
UNIDADES

RE-ACONDICIONAMIENTO
TUBOS ANTI-VANDÁLICOS

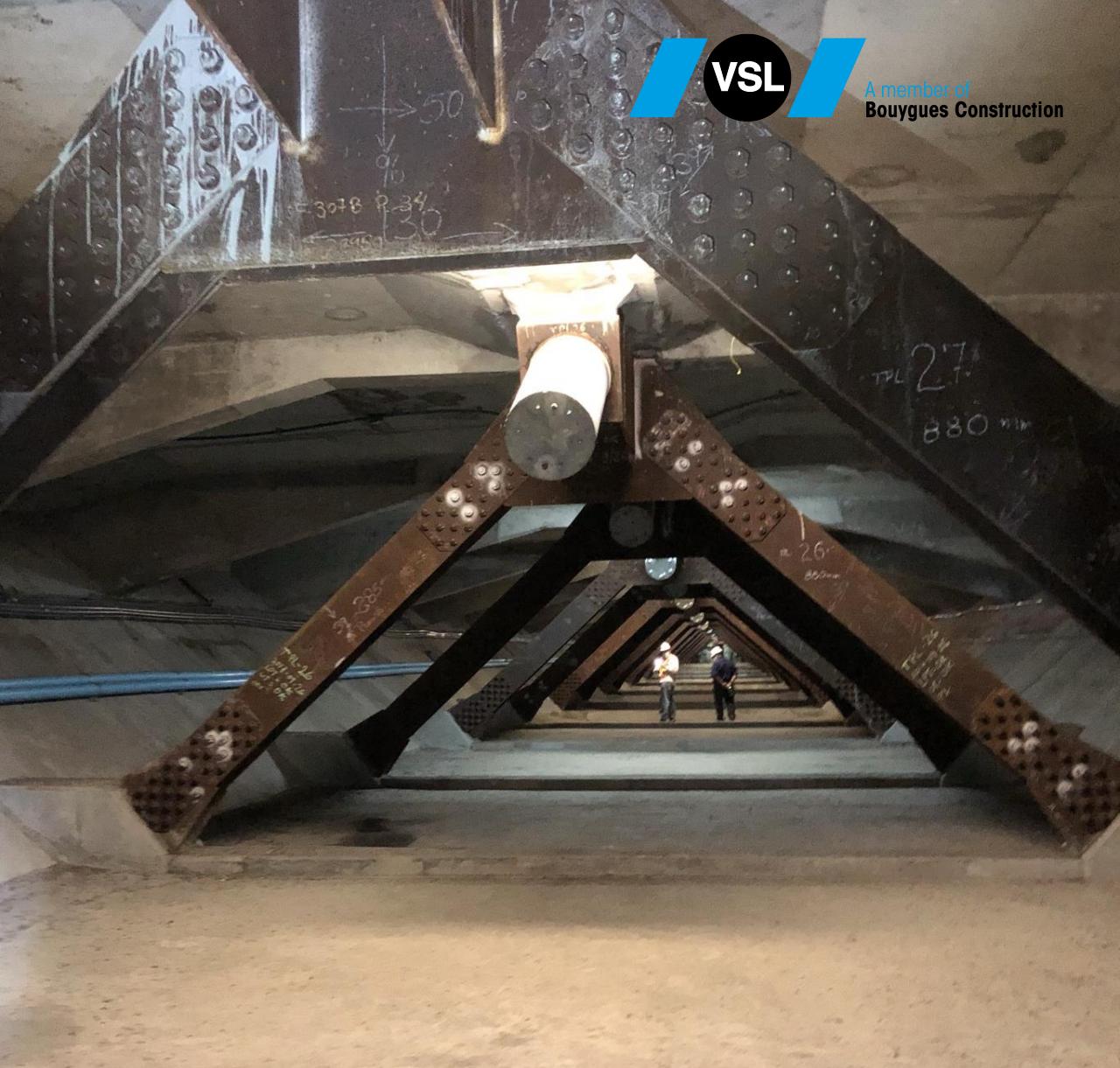


128
UNIDADES



Inspección Anclajes

- Inspección de anclajes: 128 activos y 128 pasivos con potencias entre 43 y 80 cordones
- Trabajos en espacios confinados en tablero y pilono
- Procedimientos y equipos adaptados para afrontar las dificultades de accesibilidad y transporte de material y equipos
- Retirada y re-inyección de 17.000kg de cera
- Inspeccionadas +18.000 cuñas y cordones



Inspección de Anclajes



CAPOT PROTECCIÓN

- Corrosión
- Tornillería sin apriete
- Deterioración de la protección anticorrosión
- Pérdidas/Fugas material inyección
- Condiciones del sellado

Antes retirada
del capot protección

BLOQUE DE ANCLAJE

- Presencia de agua
- Condición del material de inyección
- Corrosión en sobrelongitud de cordón
- Cuñas: fisuras, desalineaciones, corrosión
- Pérdida de alambres o cordones

Después retirada del
capot protección

PLACA DE REPARTO

- Corrosión
- Deterioración de la protección anticorrosión
- Deformación

AGUJERO DE DRENAJE

- Existencia
- Bloqueo
- Agua

POST-INSPECCIÓN

- Devolver el estado original de los componentes, re-sellado y re-inyección



Inspección de Anclajes

USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA INSPECCIÓN VISUAL

- Formularios digitales personalizables
- Base de datos estructurada: +18.000 imágenes
- Actualización periódica del progreso para el cliente
- Informes de alta calidad con trazabilidad de datos
- Más tiempo para el análisis en profundidad de los datos recogidos



42



Limpieza de la vaina PEAD

¿Por qué limpiar la vaina PEAD?

- La acumulación de residuos orgánicos, polvo transportado por el viento y otros contaminantes puede afectar la funcionalidad de los tirantes.
- La acumulación de suciedad puede reducir la capacidad de la hélice para mitigar las vibraciones causadas por el viento y el agua.

Beneficios de la limpieza

- Restaura la eficiencia de la hélice
- Garantiza la integridad de la estanqueidad del tirante
- Previene daños en la capa protectora contra los rayos UV
- Conserva la apariencia estética de la estructura
- Revela defectos ocultos bajo la suciedad, facilitando una inspección exhaustiva



Limpieza de la vaina PEAD

DESAFÍOS ENFRENTADOS

- Condiciones ambientales
- Tirantes de más de 200m y un pilono de 90m aumentan la complejidad
- 16.000m de limpieza total
- Puente operativo: interrupción mínima del tráfico en vivo

SOLUCIONES IMPLEMENTADAS

- Rediseño del equipo de limpieza de la vaina PEAD de VSL adaptado a los requisitos específicos del proyecto
- Supervisión experta en sitio para asegurar los más altos estándares de calidad y seguridad durante la ejecución





Inspección de la vaina

DETERIOROS TÍPICOS

Daños superficiales:

- Rozaduras
- Arañazos
- Punzonamientos
- Marcas de reparación
- Soldaduras defectuosas
- Impactos

Daños estructurales:

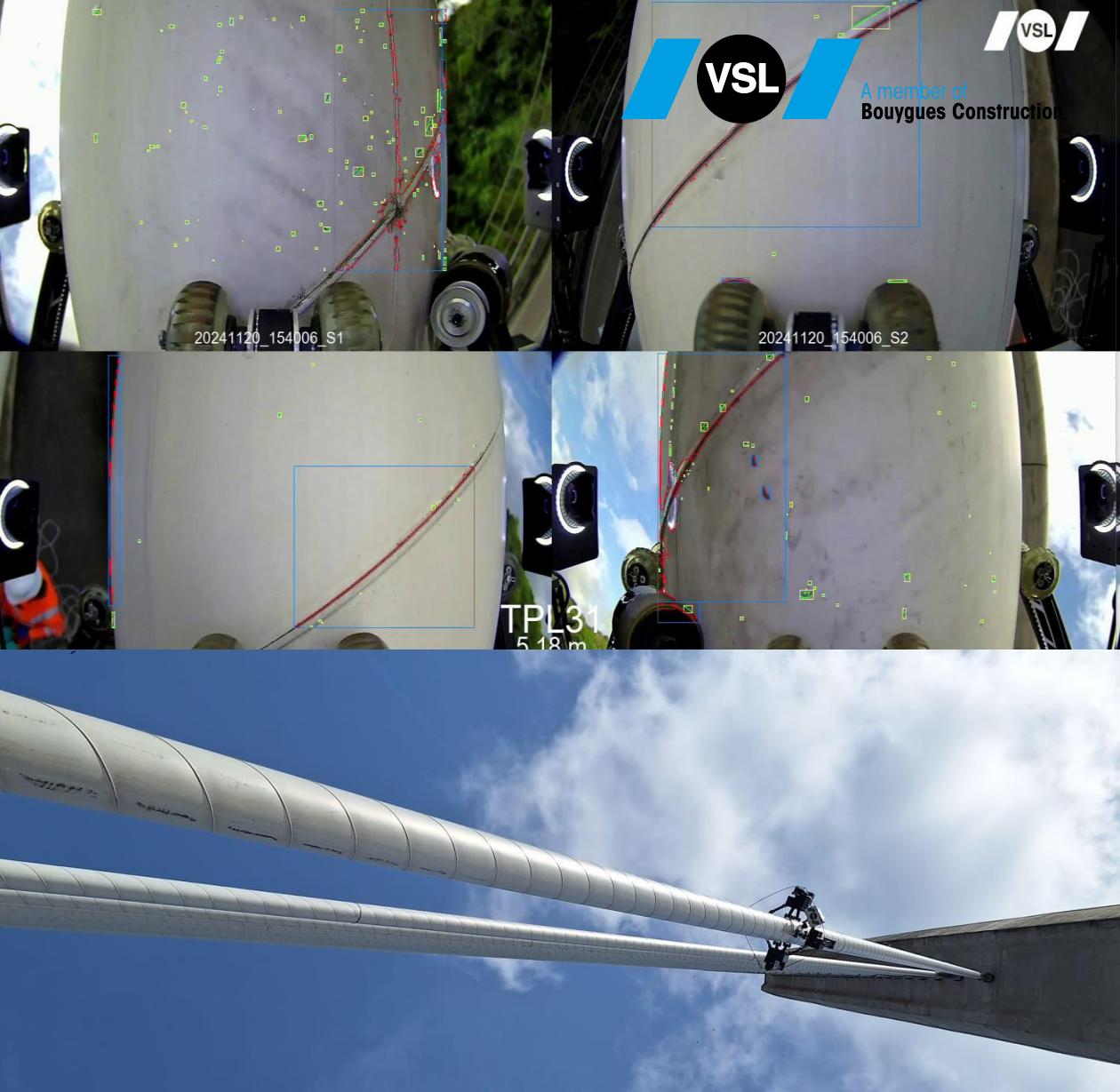
- Grietas
- Microfisuras
- Deformaciones
- Desgarros
- Agujeros
- Daño en la hélice

DESAFÍOS

- Escaladores de inspección manual
- Inspección de drones – Puntos ciegos

IMPLEMENTACIÓN DEL ROBOT DE INSPECCIÓN VSL

- 16.000m inspeccionados en 25 días
- Detección y clasificación de deterioros asistida por IA
- La mayoría de los defectos dentro de los primeros 50m
- Algunos daños se remontan a la época de construcción







Contactos:

Abraham.hidalgo@vsl.com