

**Estudio patológico para intervención de la estructura de compuertas La Bocana
ubicada en Cartagena, Colombia**

Presentado por:

Luisa Maria Acevedo Fuentes

Luis Eduardo García Medina

Jairo Arley Urbina Gómez

Asesor:

Osmar Albert Gamba Gómez

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Civil
Especialización en Patología de la Construcción
2025

TABLA DE CONTENIDO

1. HISTORIA CLÍNICA	4
2. METODOLOGÍA	6
3. ANÁLISIS DE DATOS	7
4. DIAGNÓSTICO	8
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	10
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	10
7. CRONOGRAMA.....	13
8. PRESUPUESTO	13
9. RESULTADOS	14
10. BIBLIOGRAFÍA	17
11. ANEXOS	19

RESUMEN

El presente informe desarrolla el estudio patológico de la Estructura de Compuertas La Bocana, ubicada en La Boquilla, Cartagena, que regula el intercambio hídrico entre el mar Caribe y la Ciénaga de la Virgen. La obra, compuesta por compuertas de acero sobre estructuras de concreto reforzado y un canal revestido resistente a la erosión, cumple una función estratégica en la gestión hidráulica y protección ambiental de la región.

El análisis se realizó con un enfoque integral, combinando inspección visual, levantamiento de información, caracterización estructural y evaluación de la vulnerabilidad sísmica. Los ensayos ejecutados permitieron obtener información cuantitativa sobre la estructura: los núcleos de concreto proporcionaron resistencia a compresión promedio de 1456.48 psi y homogeneidad del material; el ensayo de ferro scan junto con la escarigrafía identificó la disposición del refuerzo de la estructura; mediante los ensayos de carbonatación se determinó la profundidad de penetración del frente carbonatado en el concreto, lo que permitió estimar el grado de deterioro del material y el nivel de riesgo de corrosión de las armaduras; y el estudio de suelos caracterizó la capacidad portante y las condiciones geotécnicas que afectan la estabilidad de la estructura.

Estos resultados permitieron determinar el nivel de deterioro y vulnerabilidad de los elementos estructurales, constituyendo la base para proponer estrategias de reparación, reforzamiento y mantenimiento, que aseguren la integridad, funcionalidad y prolonguen la vida útil de la infraestructura bajo condiciones de operación seguras.

Palabras clave: compuertas, concreto, patología estructural, vulnerabilidad, deterioro.

ABSTRACT

The present report develops the pathological study of the La Bocana Gate Structure, located in La Boquilla, Cartagena, which regulates the hydraulic exchange between the Caribbean Sea and the Ciénaga de la Virgen. The structure, composed of steel gates supported on reinforced concrete structures and an erosion-resistant lined channel, fulfills a strategic role in the hydraulic management and environmental protection of the region.

The analysis was conducted through an integrated approach, combining visual inspection, data collection, structural characterization, and seismic vulnerability assessment. The tests performed provided quantitative information about the structure: the concrete core samples presented an average compressive strength of 1,456.48 psi, confirming the material's homogeneity; the ferro-scan test together with scarigraphy identified the reinforcement layout within the structure; carbonation tests determined the penetration depth of the carbonated front in

the concrete, allowing the estimation of the degree of material deterioration and the corrosion risk of the reinforcement; and the soil study characterized the bearing capacity and geotechnical conditions affecting the structure's stability.

These results made it possible to determine the level of deterioration and vulnerability of the structural elements, forming the basis for proposing repair, strengthening, and maintenance strategies that ensure the integrity, functionality, and extension of the service life of the infrastructure under safe operating conditions.

Keywords: floodgates, concrete, structural pathology, vulnerability, deterioration

1. HISTORIA CLÍNICA

La Estructura de Compuertas La Bocana constituye un sistema hidráulico fundamental para el control del intercambio de aguas entre la Ciénaga de la Virgen y el mar Caribe; sin embargo, a lo largo de su vida útil ha desarrollado diversas patologías que comprometen tanto los materiales como los elementos constructivos que la conforman. Entre ellas se destacan procesos de corrosión en las compuertas metálicas, fisuración y deterioro del concreto de apoyo, así como manifestaciones de desgaste asociadas a la exposición a un ambiente marino altamente agresivo. Estas condiciones, sumadas al crecimiento urbano acelerado en su entorno y a la limitada ejecución de mantenimientos preventivos, han generado un escenario clínico complejo que exige un análisis detallado. Precisamente, dichas particularidades convierten a esta infraestructura en un caso idóneo para la aplicación de un estudio patológico integral, orientado a comprender el origen y evolución de los deterioros y a plantear las intervenciones necesarias para garantizar su funcionalidad y prolongar su vida útil.

En la siguiente tabla se presentan los datos relevantes del paciente:

Tabla 1

Datos del paciente

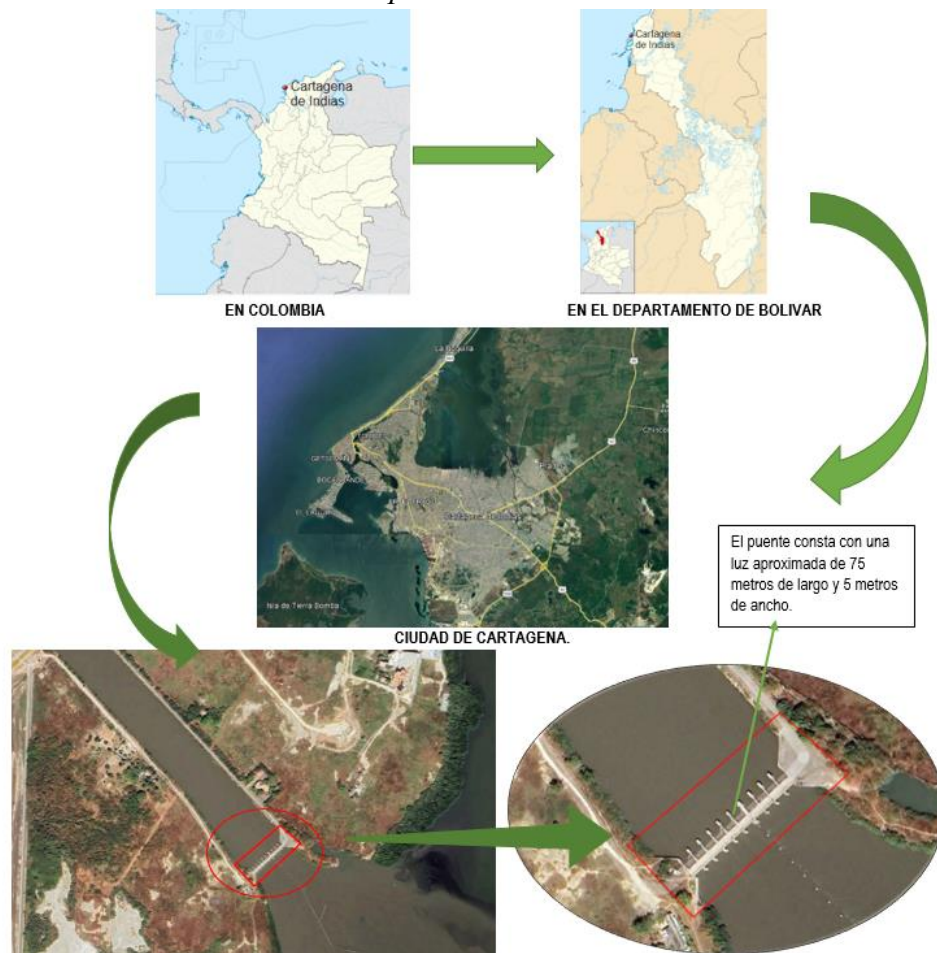
Nombre	Sistema estabilizador de mareas La Bocana
Localización	Cartagena de Indias, Colombia
Uso	Privado - Vehicular y peatonal
Fecha de inicio construcción	25 de marzo de 1999
Fecha de inauguración	25 de noviembre del 2000
Uso Actual	Control de mareas

Importancia	Funcional
Normativa actual	CCP-14 y NSR-10
Aplicación patológica	Geriátrica
Obstáculo natural que salva	Ciénaga de la Virgen

Nota: Fuente propia

Figura 1

Localización de la Estructura de Compuertas de la Bocana



Nota: Fuente elaboración propia

2. METODOLOGÍA

El procesamiento de la información obtenida en la inspección visual se complementará con la elaboración de los siguientes ensayos.

Tabla 2

Ensayos propuestos

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Inspección visual preliminar	Evaluación del estado de la estructura, identificación de lesiones y síntomas de deterioro	Cámara fotográfica Celulares Dron Fotografías satelitales	Obtención de información visual preliminar, detección de daños y registro gráfico inicial
Levantamiento de información y recopilación documental	Análisis de antecedentes constructivos, normativa original y mantenimientos previos.	Computadores Archivos digitales	Integración de antecedentes y establecimiento de la línea base para el diagnóstico.
Caracterización del entorno y condiciones de exposición	Análisis de factores ambientales y geotécnicos que afectan el comportamiento y durabilidad de la estructura.	Termómetro SPT (INV E-111) Palas Barrenos	Evaluación de la agresividad ambiental y las condiciones geotécnicas que afectan el deterioro estructural.
Trabajo de campo	Ensayos destructivos y no destructivos extracción de núcleos de concreto, pruebas de compresión, esclerometría. Ensayos no destructivos: Ferroskan, ensayo de carbonatación	Extracción y compresión de núcleos de concreto (NTC-3658) Esclerómetro (NTC-3692) Scanner Ferroskan (ASTM A615) Atomizador Químico fenolftaleína al 1% Calculadora	Obtención resistencia de concreto, determinación de la profundidad de carbonatación y estado de oxidación del acero de refuerzo.
Diagnóstico patológico	Diagnóstico de patologías, causas y su	Computadores Paquete office	Definición de patologías presentes,

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
	impacto en la capacidad estructural y funcional de la estructura.	Generador de PDF Calculadora Software de diseño (SAP2000)	sus causas y efectos en la seguridad y funcionalidad de la estructura.
Evaluación de vulnerabilidad estructural y normativa	Evaluación del cumplimiento normativo y de la vulnerabilidad sísmica, ambiental y operacional	Normativa NSR-10, ACI y CCP-14	Evaluación del cumplimiento normativo y de la vulnerabilidad estructural ante eventos sísmicos y ambientales.
Propuesta de intervención	Formulación de alternativas y técnicas con materiales adecuados para recuperar la integridad, funcionalidad y prolongar la vida útil de la estructura	Documentación técnica, software SAP2000 y normativa vigente para el diseño y análisis estructural	Plan de intervención integral con medidas de reparación y mantenimiento alineadas con normas vigentes.

Nota: Fuente elaboración propia

3. ANÁLISIS DE DATOS

En esta sección se organiza y analiza la información recopilada sobre la Estructura de Compuertas La Bocana, considerando su estado actual, condiciones del entorno, patologías estructurales y cumplimiento normativo. Los datos se procesaron mediante observaciones en campo, ensayos técnicos y revisión de normativa vigente, con el fin de fundamentar la propuesta de intervención.

Tabla 3

Análisis de datos

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Estado del paciente	Afectaciones Deterioros Funcionalidad	Registro fotográfico	Identificación visual de patologías
Condiciones ambientales y del sitio	Tipo de suelo Tipo de exposición	Exploración geotécnica y consulta	Identificación de causas principales de las patologías

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
		de condiciones de la zona	
Patologías estructurales	Resistencia del concreto Disposición acero de refuerzo profundidad de carbonatación	Ensayos destructivos y Ensayos no destructivos	Identificación de patologías estructurales
Cumplimiento normativo	Normativa aplicada al diseño original	Normativa vigente NSR-10, CCP-14 y ACI	Reforzamiento o mantenimiento de la estructura

Nota: Fuente elaboración propia

4. DIAGNÓSTICO

Se realizó un diagnóstico integral de la Estructura de Compuertas La Bocana, evaluando su integridad, patologías, condiciones ambientales y cumplimiento normativo. La tabla resume los hallazgos y recomendaciones para orientar las intervenciones que aseguren su seguridad, funcionalidad y durabilidad.

Tabla 4

Diagnóstico de la estructura

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Estado del paciente	Evaluación general de integridad y operatividad: funcionamiento de compuertas, antigüedad (noviembre 2000) y nivel de riesgo funcional	Deterioro progresivo con pérdida parcial de funcionalidad en secciones críticas: fisuras en losas y vigas 30%, desprendimiento de recubrimiento 30%, exposición de armaduras 20%, corrosión de compuertas metálicas 100% y acumulación de sedimentos 1.50m.	Verificar operatividad mecánica de compuertas; priorizar zonas con armaduras expuestas; ejecutar reparación integral: limpieza y pasivación de acero, reposición de recubrimiento, reparación de fisuras y morteros estructurales; establecer monitoreo periódico.
Condiciones ambientales y del sitio	Ubicación costera en La Boquilla, Cartagena. Entorno	Ambiente altamente agresivo: presencia de cloruros, salpicaduras	Análisis químico del agua (cloruros, sulfatos, pH – NTC3903, 1180 y



Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
	marino con alta salinidad, oleaje, mareas frecuentes, aerosoles salinos, variaciones térmicas, sedimentación (~3 m) y urbanización creciente	continuas, riesgo de socavación y depósitos de sedimentos que dificultan inspección subacuática	449) y batimetría; implementar protecciones costeras(ISO 12944) y drenajes; usar recubrimientos resistentes a ambientes marinos (sistema Epóxico + Poliuretano – ISO 12944); plan de mantenimiento preventivo
Patologías estructurales	Lesiones en elementos estructurales tales como fisuras, desprendimientos, corrosión, erosión, eflorescencias, colonización biológica y carbonatación.	Fisuras, pérdida de recubrimiento con corrosión de varillas, desprendimientos, eflorescencias, colonización marina y erosión en bordes expuestos.	Ensayos destructivos y no destructivos para evaluar daños, seguidos de reparación localizada mediante limpieza, pasivación, inyección de grietas (NTC 4559), refuerzos y recubrimientos protectores.
Cumplimiento normativo	Grado de cumplimiento con NSR-10, CCP-14 y normas NTC	Construcción antes del 2000 bajo criterios de la época; posibles no conformidades en durabilidad, recubrimiento y requerimientos sísmicos actuales; falta de estudios geotécnicos completos y registros de mantenimiento	Actualizar normativa: estudios de suelos y análisis sísmico según NSR-10 y CCP-14; integrar resultados de auscultación para ajustar diseño de refuerzos y especificaciones de materiales de reparación (ACI561 y NSR-10)

Nota: Fuente elaboración propia

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

En la siguiente tabla se presenta la propuesta de intervención para la Estructura de Compuertas La Bocana, indicando acciones por componente y sus objetivos, orientadas a restaurar funcionalidad, garantizar seguridad y prolongar la vida útil de la infraestructura.

Tabla 5
Propuesta de intervención

Área/ componente	Propuesta de intervención	Objetivo
Compuertas metálicas	Limpieza, arenado y aplicación de recubrimientos epóxicos anticorrosivos	Detener el avance de la corrosión y prolongar la vida útil
Muros de concreto	Reparación de fisuras, reposición de recubrimiento y aplicación de morteros estructurales	Recuperar la capacidad resistente y proteger armaduras
Losa superior	Inyección de grietas y refuerzo localizado con FRP (fibras de carbono)	Restaurar la integridad estructural y mejorar desempeño frente a cargas
Cimentación	Estudio geotécnico complementario, refuerzo mediante pilotes adicionales si se evidencia socavación	Garantizar estabilidad y seguridad ante esfuerzos hidráulicos y sísmicos
Entorno inmediato	Mejoramiento de drenajes y protección contra socavación	Controlar erosión y asegurar durabilidad de la estructura

Nota: Fuente elaboración propia

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Cartagena presenta una amenaza sísmica baja a intermedia, influenciada por la falla de Sinú y la interacción de las placas del Caribe y Nazca, por lo que la normativa actual exige diseños estructurales con criterios de resistencia y ductilidad moderada.

Tabla 6
Resumen parámetros para análisis de vulnerabilidad

Ubicación	10°27'06"N 75°30'27"W.
Descripción geológica	Suelos de tipo aluvial y depósitos marinos, con alta presencia de arenas limosas y arcillas blandas, susceptibles a socavación y asentamientos diferenciales
Histórico de sismos	Registros de eventos moderados en la región Caribe, con efectos percibidos en la zona costera (Ver Anexo X).
Vecinos colindantes	Área urbana en crecimiento con viviendas, vías y equipamientos.

Sistema constructivo	Dragado de canal, construcción de espigones de protección, construcción del canal y construcción de sistema de compuertas en concreto reforzado.
Materiales	Concreto reforzado y compuertas de acero.
Cimentación	Losa de concreto
Sistema estructural	Muros y losas de concreto.

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 7

Matriz de vulnerabilidad sísmica cualitativa

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SISMICA CUALITATIVA			
1. FACTORES ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación	Normativa	Observaciones
Configuración en planta	Moderada, planta rectangular con cierta irregularidad en sectores de acceso y canal.	NSR-10, ACI y CCP-14	Simetría parcial; irregularidades pueden generar concentraciones locales de esfuerzos
Configuración en altura	Baja: altura uniforme con leve variación en pórticos de compuertas.	NSR-10, ACI y CCP-14	Discontinuidades mínimas; masas concentradas en compuertas generan efectos dinámicos locales
Sistema resistente	Pórticos y muros de concreto reforzado.	NSR-10, ACI y CCP-14	Sistema adecuado para cargas actuales; requiere verificación frente a solicitaciones sísmicas
Detalles sismorresistentes	Parcialmente adecuados: armaduras expuestas en zonas deterioradas y conexiones rígidas.	NSR-10, ACI y CCP-14	Corrosión y desprendimiento de recubrimiento reducen ductilidad; se recomienda refuerzo y pasivación
Daños preexistentes	Moderados: fisuras en losas y vigas, desprendimientos de recubrimiento, corrosión en armaduras y compuertas	NSR-10, ACI y CCP-14	Lesiones pueden concentrar esfuerzos sísmicos; priorizar inspección y reparaciones estructurales



2. FACTORES NO ESTRUCTURALES

Criterio	Evaluación	Normativa	Observaciones
Elementos no estructurales	Limitados: principalmente muros ligeros de cerramiento y barandas	NSR-10, ACI y	Elementos no estructurales escasos; riesgo de desprendimiento bajo sismos o vibraciones de compuertas; requieren inspección periódica y fijaciones adecuadas
Equipos críticos	Compuertas metálicas, mecanismos hidráulicos y eléctricos	CCP-14	Anclajes y sistemas expuestos a corrosión y ambiente marino; su falla puede afectar la operación hidráulica; se recomienda mantenimiento preventivo, protección anticorrosiva y revisión funcional periódica

3. CIMENTACION Y SUELO

Criterio	Evaluación	Normativa	Observaciones
Tipo de cimentación	Losa de cimentación	NSR-10, ACI y CCP-14	Cimentación adecuada para cargas estructurales e hidráulicas; requiere monitoreo por posible corrosión de la losa y erosión marina
Condiciones del suelo	Arenas arcillosas bien gradadas (SC-SW), arenas limosas (SM), limos de baja plasticidad (ML) y arenas limosas pobremente gradadas (SM-SP)	NSR-10, ACI y CCP-14	Suelos colapsables, baja expansividad, compacidad suelta a muy densa, ángulos de fricción entre 30° y 45°

4. CALIFICACION GLOBAL DE VULNERABILIDAD

Índice de vulnerabilidad	Rango	Acciones Recomendadas
Alta	Estructuralmente deficiente	Refuerzo urgente
Media	Requiere mejoras	Evaluación detallada (FEMA 356)
Baja	Cumple normativas	Monitoreo periódico

Nota: Fuente elaboración propia

7. CRONOGRAMA

El presente cronograma detalla la planificación temporal de las actividades del proyecto, distribuidas a lo largo de cinco meses y organizadas por semanas. Cada actividad se ha programado de manera secuencial y simultánea según su interdependencia, con el fin de optimizar los recursos, garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos y asegurar la correcta ejecución de todas las etapas del proyecto.

Figura 2

Cronograma de desarrollo estudio patológico

MES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5	
ACTIVIDADES	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
Selección de paciente																		
Inspección preliminar																		
Recolección de información																		
Determinación de métodos de exploración																		
Definición del equipo de trabajo																		
Elaboración estudio de exploración (estudio de suelos)																		
Informe preliminar																		
Trabajo de campo y ensayos de laboratorio																		
Elaboración propuesta de intervenciones																		
Elaboración presupuesto y programación																		
Informe patológico final																		

Nota: Fuente elaboración propia

8. PRESUPUESTO

Se presenta el presupuesto detallado del estudio patológico, basado en el alcance de los trabajos, análisis técnicos y requerimientos de materiales y mano de obra. Este documento permite visualizar de manera clara los costos asociados, facilitando la planificación, la toma de decisiones y la correcta asignación de recursos, garantizando la ejecución del proyecto con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

Figura 3
Cronograma de desarrollo estudio patológico

Estudio patológico para intervención de la estructura de compuertas La Bocana ubicada en Cartagena, Colombia					
ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VLR. UNITARIO	VLR. TOTAL
1	Inspección preliminar y recolección de información				\$ 3,000,000
	Viáticos transporte y estadía	Glb	3	\$ 1,000,000	\$ 3,000,000
2	Elaboración estudio de exploración				\$ 28,260,000
	Estudio geotécnico (CCP-14)	Und	1	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000
	Ensayo esclerometría	Und	4	\$ 80,000	\$ 320,000
	Ensayo carbonatación	Und	6	\$ 40,000	\$ 240,000
	Extracción de núcleos de concreto	Und	6	\$ 150,000	\$ 900,000
	Ensayo a compresión	Und	6	\$ 50,000	\$ 300,000
	Escarigrafía	Und	5	\$ 200,000	\$ 1,000,000
	Levantamiento estructural	Glb	1	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000
	Ferro Scan	Día	1	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000
3	Elaboración informe final				\$ 51,000,000
6.1	Estudio de vulnerabilidad sísmica y patológica, elaboración de propuesta de intervención, presupuesto y programación	Glb	1	\$ 51,000,000	\$ 51,000,000
SUBTOTAL					\$ 82,260,000
Administración 20%					\$ 16,452,000
Imprevistos 1%					\$ 822,600
Utilidad 9%					\$ 7,403,400
TOTAL					\$ 106,938,000

Nota: Fuente elaboración propia

9. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de los ensayos no destructivos y destructivos aplicados a los elementos estructurales del Puente Bocana, ubicado en el distrito de Cartagena de Indias, Bolívar, como parte del proyecto de diagnóstico patológico, estructural y de vulnerabilidad de los componentes del sistema de compuertas La Bocana.

Los ensayos fueron desarrollados por el laboratorio de materiales de Ingeniería Geotécnica y Suelos S.A.S., bajo la supervisión del Ing. Luis Eduardo García Medina, empleando procedimientos y normas técnicas vigentes, con el objetivo de evaluar el comportamiento mecánico y las condiciones del concreto existente.

Figura 4

Resultados ensayo de resistencia a la compresión (ver anexo 3)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO												
Nº Muestra	Código de la Muestra	Fecha de Muestra	Edad (días)	Peso (g)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Esfuerzo (kN)	Densidad (kN/m³)	F'c (PSI)	Tipo de Falla	Fecha de Prueba	F'c Corregida (PSI)
1	N1 LOSA PUENTE	26/12/2024	1	1763	10	10	97.7	22	1777	3	27/12/2024	1546.05
2	N2 LOSA PUENTE	26/12/2024	1	1777	10	10	55.4	22.2	1008	2	27/12/2024	876.68
3	N3 LOSA PUENTE	26/12/2024	1	1802	10	10	83.9	22.5	1526	3	27/12/2024	1327.68
4	N4 LOSA PUENTE	26/12/2024	1	1789	10	10	121.7	22.3	2214	3	27/12/2024	1925.84
5	N5 LOSA PUENTE	26/12/2024	1	1776	10	10	101.5	22.2	1846	2	27/12/2024	1606.19

Nota: Tomado de resultados de estudio patológico realizado por INGESU S.A.S.

Figura 5

Resultados ensayo de carbonatación (ver anexo 1)

ENSAYO DE FRENTE DE CARBONATACION							
Nº Muestra	Tipo de elemento	Superficie	Profundidad (cm)	Reactivo	Resultado (pH)	Estado	Observaciones
1	Losa Puente	Lisa	15	Fenolftaleína	<9.2	Carbonatado	Presenta carbonatación
2	Losa Puente	Lisa	20	Fenolftaleína	<9.2	Carbonatado	Presenta carbonatación
3	Losa Puente	Lisa	15	Fenolftaleína	<9.2	Carbonatado	Presenta carbonatación
4	Losa Puente	Lisa	15	Fenolftaleína	<9.2	Carbonatado	Carbonatación y concreto fracturado internamente
5	Losa Puente	Lisa	15	Fenolftaleína	<9.2	Carbonatado	Carbonatación y presencia de aceros explotados
6	Pilar 8	Lisa	20	Fenolftaleína	<9.2	Carbonatado	Presenta carbonatación

Nota: Tomado de resultados de estudio patológico realizado por INGESU S.A.S.

Figura 6

Resultados ensayo de esclerometría (ver anexo 2)

RESULTADOS DE ESCLEROMETRIA												
Ensayo	Elemento	Superficie	Número de Puntos	Fecha de Ensayo	Promedio Rebote (Datos)	Valor Máximo (+6)	Valor Mínimo (-6)	Lecturas Fuera de Rango	Resistencia (N/mm²)	Resistencia (kg/cm²)	Resistencia (psi)	Observaciones
ES1	Aletas	Lisa	16	09/12/2024	36	42	30	9				Ensayo descartado, valores fuera del rango >2, recubrimiento >7cm, posible carbonatación.
ES2	Losa	Lisa	16	09/12/2024	31	37	25	14				Ensayo descartado, valores fuera del rango >2, recubrimiento >7cm, posible carbonatación.
ES3	Pilar 8	Lisa	16	09/12/2024	45	51	39	2	43.8	438.48	6235.18	Valores válidos; resistencia medida.
ES4	Losa	Lisa	16	09/12/2024	44	50	38	2				Ensayo descartado, valores fuera del rango >2, recubrimiento >7cm, posible carbonatación.

Nota: Tomado de resultados de estudio patológico realizado por INGESU S.A.S.

Figura 7

Resultados ensayo ferroskan (ver anexo 4)

ENSAYO DE FERROSCAN										
Código Escaneo	Fecha	Ubicación	Operador	Elemento	Refuerzo Vertical	Prof. Vertical (mm)	Esp. Vertical (mm)	Refuerzo Horizontal	Prof. Horizontal (mm)	Esp. Horizontal (mm)
FS000001	29/11/2024	Cartagena	Albeiro Mora Salazar	Placa Toma Superior	5/8	57	100	1/2	76	200
FS000002	29/11/2024	Cartagena	Albeiro Mora Salazar	Placa Toma Superior	5/8	69	150	1/2	80	100
FS000003	29/11/2024	Cartagena	Albeiro Mora Salazar	Placa Toma Superior	5/8	67	150	1/2	90	200
FS000004	29/11/2024	Cartagena	Albeiro Mora Salazar	Placa Toma Superior	5/8	70	100	1/2	101	No detectado
FS000005	29/11/2024	Cartagena	Albeiro Mora Salazar	Placa Toma Superior	5/8	68	100	1/2	83	400

Nota: Tomado de resultados de estudio patológico realizado por INGESU S.A.S.

Figura 8

Resultados estudio de suelos (ver anexo 5)

RESULTADO DE ESTUDIO DE SUELOS									
Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	N (SPT)	Pasa #200 (%)	LL	LP	IP	Clasificación (USCS)	Descripción del material
S-1	M-1	0.8-1	18-13-20	27	NL	NP	NP	SC-SW	Arena parda con buena resistencia; nivel freático a 0.8 m
S-1	M-2	5-6	25-28-31	27.9	NL	NP	NP	SC-SW	Arena parda con buena resistencia
S-1	M-3	6-7	25-26-34	33.4	NL	NP	NP	SM-SW	Arena parda con buena resistencia
S-1	M-4	7-8	35-18-27	29.6	NL	NP	NP	SC-SW	Arena parda con buena resistencia
S-1	M-5	8-9	26-31-39	32.5	NL	NP	NP	SC-SW	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-1	0.8-1	7-9-10	15.1	NL	NP	NP	SM	Arena parda; nivel freático a 0.8 m
S-2	M-2	5-6	13-15-12	14.3	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-3	6-7	7-9-11	19.1	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-4	7-8	8-10-12	19.9	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-5	8-9	11-13-15	15.8	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-6	9-10	16-22-25	20.6	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-7	10-11	16-15-9	15.3	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-8	12-13	13-16-22	18.1	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-9	13-14	16-18-26	14.3	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-10	14-15	19-19-25	18.6	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-11	15-16	21-25-26	18.5	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-12	16-17	22-22-24	94.2	46.6	29	17	ML	Limo pardo, consistencia media, nivel freático
S-2	M-13	17-18	25-26-29	92.8	45.9	29	17	ML	Limo pardo, consistencia media
S-2	M-14	18-19	30-31-34	15.2	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-15	19-20	30-30-35	15.9	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-16	20-21	32-33-37	10.4	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-17	21-22	35-38-41	20	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-18	22-23	38-41-40	22.2	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-19	23-24	40-43-46	9.9	NL	NP	NP	SM-SP	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-20	24-25	45-48-53	14	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-21	25-26	50-52-55	21.5	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia
S-2	M-22	26-30	56-60-65	15.2	NL	NP	NP	SM	Arena parda con buena resistencia

Nota: Tomado de resultados de estudio patológico realizado por INGESU S.A.S.

El análisis conjunto de los ensayos no destructivos y destructivos proporcionó información precisa sobre el grado de deterioro del concreto, la profundidad de carbonatación, el nivel de corrosión del acero de refuerzo y las condiciones del suelo de cimentación.

En los elementos de concreto, la presencia de carbonatación activa y la reducción del pH por debajo de 9.2 indican un riesgo de corrosión en las armaduras, lo que explica la aparición de fisuras, desprendimientos y oxidación superficial. Estos hallazgos permitirán orientar estrategias de reparación superficial, pasivación del acero y aplicación de recubrimientos protectores.

Los ensayos de compresión mostraron resistencias corregidas menores a las esperadas para concreto estructural (entre 876 y 1925 psi), lo que confirma pérdida de capacidad mecánica y envejecimiento del material. Estos datos permitirán definir zonas críticas que requieran refuerzo estructural localizado o sustitución de secciones dañadas.

El ensayo de esclerometría, con varios puntos descartados por carbonatación profunda y espesores de recubrimiento elevados, refuerza la necesidad de limpieza, remoción del material degradado y aplicación de tratamientos de restauración superficial.

El ferroskan evidenció una distribución heterogénea del acero de refuerzo, con variaciones en profundidad y espaciamiento, información que facilitará la planificación de intervenciones sin afectar el refuerzo existente durante labores de mantenimiento.

Finalmente, los perfiles de suelo (ensayos SPT) indicaron materiales de tipo arenoso de compacidad media a densa, con presencia de niveles freáticos a baja profundidad, lo que permitirá diseñar soluciones de drenaje y control de humedad para reducir la exposición del concreto a ambientes agresivos.

La integración de estos resultados permitió establecer un diagnóstico más preciso de las patologías estructurales y de durabilidad, así como también proponer soluciones de mantenimiento técnicamente viables, tales como:

- Limpieza y saneamiento de zonas carbonatadas.
- Pasivación y protección de armaduras expuestas.
- Aplicación de recubrimientos epóxicos o selladores superficiales.
- Refuerzo con morteros poliméricos o concreto proyectado en zonas debilitadas.
- Implementación de sistemas de drenaje y control de humedad.
- Mantenimiento preventivo periódico para evitar la progresión de las patologías.

10. BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (2020). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*. 9th Edition.

ACI. (2019). *ACI 318 - Requisitos de reglamento para el concreto estructural*. ACI.

ACI. (2022). *ACI 440.2R, Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures, 2002*. EEUU: ACI.

Alfonso, O. L. (2023). *Comportamiento estructural*. Bogotá D.C: USTA.

Asesores, I. (s.f.). *Auscultación y Patología Estructural*. Obtenido de <https://ingenierosasesores.com/ingenieria-estructural/auscultacion-y-patologia-estructural/#:~:text=La%20auscultaci%C3%B3n%20y%20patolog%C3%ADa%20de,y%20durabilidad%20de%20las%20mismas>.

Broto, C. (2002). *Enciclopedia de Patologías de la Construcción*. Barcelona : Links Internacional.

Cassiani Herrera, A. (18 de Noviembre de 2024). *La Boquilla y sus habitantes están siendo víctimas de gentrificación*. Obtenido de <https://diaspora.com.co/la-boquilla-y-sus-habitantes-estan-siendo-victimas-de-gentrificacion/>

- Castillo, G. F. (2012). *El Universal*. Obtenido de El Padre de La Bocana:
<https://www.eluniversal.com.co/cartagena/2012/09/09/el-padre-de-la-bocana/>
- CCP14. (2014). *Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14*. BOGOTÁ.
- Colombia, S. (09 de 2022). *SIKA COLOMBIA*. Obtenido de SIKA COLOMBIA:
<https://col.sika.com/dam/dms/co01/o/co-sika-saw-reforzamiento-estructural-puentes-vehiculares.pdf>
- Granados, C. A. (2005). *Plásticos para construcción en Colombia*. Bogotá D.C: Universidad de los Andes.
- Hearn, S. (2001). *The philosophy of structural design*. Engineering structures Volumen 23.
- Huang, Y. B. (2007). *A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements*.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.02.002>.
- ILE. (s.f.). *ILEP*. Obtenido de ¿Qué es el PHVA?: <https://www.ilep.mx/post/qu%C3%A9-es-el-phva>
- Ingeniería Geotecnia & Suelos SAS. (2024). *Realizar el diagnóstico patológico, estructural, vulnerabilidad y batimetrías de los componentes del sistema bocana estabilizadora de mareas (bem), pescante de chammbacu y su centro de información (casa)*. Sincelejo, Colombia.
- Ingenieros, E. M. (13 de Enero de 2021). *¿Qué es una Patología en la Construcción?* Obtenido de <https://www.echeverrimontes.com/blog/que-es-patologia-construccion>
- Monzón, L. (2014). *La retórica, otra ciencia de la educación*. La colmena 81.
- Mosquera, J. C. (2007). *Reforzamiento de puentes de concreto con fibras de carbono*. Bogotá.
- NSR-10. (2010). Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente. En NSR-10, *Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente* (pág. 1625). BOGOTÁ: AIS.
- Ponce, D. A. (2015). *Análisis comparativo de estructuras con y sin reforzamiento (frp) mediante modelados en el software basado en elementos finitos seismostruct*. Manta.
- Salazar, J. F. (2021). *Estado del arte sobre el diseño y construcción de puentes de armadura para situaciones de emergencia con materiales compuestos por polímeros reforzados con fibras de vidrio (GFRP)*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Saldaña, J. R. (2017). *reforzamiento estructural del puente quebrada negra aplicando polímeros reforzados con fibras de carbono (cfrp), en el acceso a la central hidroeléctrica potrero,*

centro poblado aguas alientes , distrito eduardo villanueva, provincia san marcos-cajamarca. CAJAMARCA.

Sarmiento, O. J. (2022). *Lesiones Físicas en Estructuras*. Bogotá D.C: Universidad Santo Tomás.

SIKA. (2010). *SIKA MEXICO*. Obtenido de <https://mex.sika.com/es/construccion/reparacion-y-reforzamiento/reforzamiento-estructural/fibrasdecarbono.html#:~:text=El%20pol%C3%ADmero%20reforzado%20con%20fibra,%E2%80%8B%E2%80%8Ben%20resinas%20epox%C3%ADdicas>.

SIKA. (2017). Reforzamiento de estructuras de concreto. *Técnicas y Materiales*, 27.

Soler & Palau. (s.f.). Obtenido de *Patologías en las Edificaciones: Tipos y Causas*: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/patologias-edificaciones/>

Standardization., I. O. (2006). *ISO 14040: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. Geneva, Switzerland.

Standardization., I. O. (2006). *ISO 14040: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. Geneva, Switzerland: ISO.

Standardization., I. O. (2006). *ISO 14044: Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*. Geneva, Switzerland.

Universidad Técnica de Ambato. (2022). *Patología de la Construcción: Un ejercicio de impacto al servicio de la comunidad*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería y Mecánica.

11. ANEXOS

ANEXO 1 - RESULTADOS ENSAYO DE CARBONATACION



ENSAYO DE CARBONATACION DEL CONCRETO (ASTM-D1293)

Objetivo: Determinar profundidad de carbonatacion en concreto endurecido con fenolftaleina al 1%.

Nombre del proyecto: REALIZAR EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO, ESTRUCTURAL, VULNERABILIDAD Y BATIMETRIAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA BOCANA ESTABILIZADORA DE MAREAS (BEM), PESCANTE DE CHAMNBACU Y SU CENTRO DE INFORMACION (CASA).

Peticionario: CONSORCIO BEM 2024

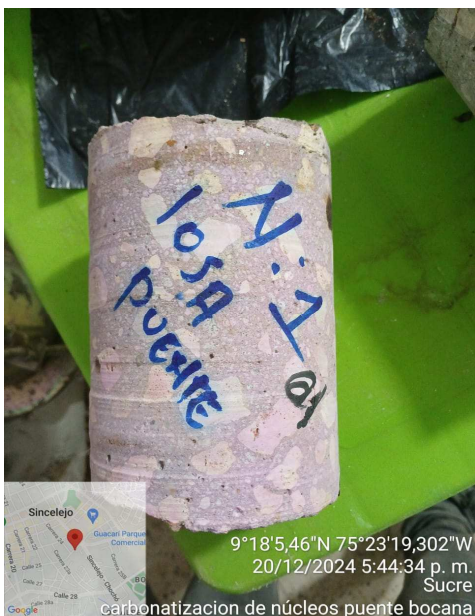
Fecha del Ensayo: 20/12/2024

1) Información General de la muestra:

REF 1
TIPO DE ELEMENTO LOSA PUENTE
SUPERFICIE LISA

2) reactivo

REF FENOLFTALEINA



3) INFORMACION DEL ENSAYO

Altura de la muestra (cm)	15
Diametro de la muestra (cm)	5,08
Recubrimiento (cm)	7
Presencia de carbonatacion	SI
Profundidad (cm)	15

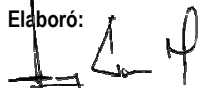
CONTROL DE MUESTRA

PH < 9,2	INCOLORA	CARBONATADO
PH > 9,2	COLOR PURPURA	NO CARBONATADO

4) OBSERVACIONES:

- la muestra analizada presenta PRESENTA CARBONATACION.

Elaboró:


LUIS EDUARDO GARCIA-MEDINA
ing. Civil Esp.

ENSAYO DE CARBONATACION DEL CONCRETO (ASTM-D1293)

Objetivo: Determinar profundidad de carbonatacion en concreto endurecido con fenolftaleina al 1%.

Nombre del proyecto: REALIZAR EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO, ESTRUCTURAL, VULNERABILIDAD Y BATIMETRIAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA BOCANA ESTABILIZADORA DE MAREAS (BEM), PESCANTE DE CHAMNBACU Y SU CENTRO DE INFORMACION (CASA).

Peticionario: CONSORCIO BEM 2024

Fecha del Ensayo: 20/12/2024

1) Información General de la muestra:

REF 2
TIPO DE ELEMENTO LOSA PUENTE
SUPERFICIE LISA

2) reactivo

REF FENOLFTALEINA



3) INFORMACION DEL ENSAYO

Altura de la muestra (cm)	20
Diametro de la muestra (cm)	5,08
Recubrimiento (cm)	7
Presencia de carbonatacion	SI
Profundidad (cm)	15

CONTROL DE MUESTRA

PH < 9,2	INCOLORA	CARBONATADO
PH > 9,2	COLOR PURPURA	NO CARBONATADO

4) OBSERVACIONES:

- la muestra analizada presenta PRESENTA CARBONATACION.

Elaboró:


LUIS EDUARDO GARCIA-MEDINA
ing. Civil Esp.



METODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (NTC 3692)

Objetivo: Determinar numero de rebotes del concreto endurecido atraves de martillo de acero impulsado por resorte.

Nombre del proyecto: REALIZAR EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO, ESTRUCTURAL, VULNERABILIDAD Y BATIMETRIAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA BOCANA ESTABILIZADORA DE MAREAS (BEM), PESCANTE DE CHAMNBACU Y SU CENTRO DE INFORMACION (CASA).

Peticionario: CONSORCIO BEM 2024

Fecha del Ensayo: 9/12/2024

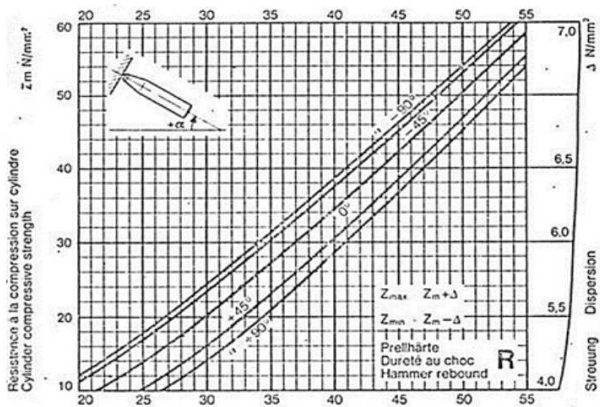
1) Información General de la muestra:

REF	1
TIPO DE ELEMENTO	ES 1 ALETAS
SUPERFICIE	LISA

2) Toma de ensayo

inclinacion del equipo	-90°
fecha de ensayo	9/12/2024
numero de puntos	16

P1	P2	P3	P4	N° ENSAYO	LECTURA	LECTORA ORDENADA
				P1	58	20
				P2	40	22
				P3	33	23
				P4	23	24
				P5	22	32
				P6	42	32
				P7	43	32
				P8	32	33
				P9	32	40
				P10	41	41
				P11	46	42
				P12	20	43
				P13	43	43
				P14	43	43
				P15	24	46
				P16	32	58
PROMEDIO REBOTE (16 DATOS)						36
VALOR MAXIMO A CONSIDERAR + 6						42
VALOR MINIMO A CONSIDERAR - 6						30
NUMERO DE LECTURAS FUERA DEL RANGO						9



PROMEDIO REBOTE (DATOS VALIDOS)	
RESISTENCIA OBTENIDA (N/mm2)	
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	
RESISTENCIA OBTENIDA (psi)	

Elaboró: 
Luis EDUARDO GARCIA-MEDINA
ing. Civil Esp.

3) OBSERVACIONES:

- este metodo de ensayo NO debe ser utilizado como base para la aceptacion o rechazo del concreto.
- ENSAYO DESCARTADO, valores por fuera del rango de lectura>2, los recubrimientos mayores a 7cm.
- valores N muy altos, posible presencia de carbonatacion.



METODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (NTC 3692)

Objetivo: Determinar numero de rebotes del concreto endurecido atraves de martillo de acero impulsado por resorte.

Nombre del proyecto: REALIZAR EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO, ESTRUCTURAL, VULNERABILIDAD Y BATIMETRIAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA BOCANA ESTABILIZADORA DE MAREAS (BEM), PESCANTE DE CHAMNBACU Y SU CENTRO DE INFORMACION (CASA).

Peticionario: CONSORCIO BEM 2024

Fecha del Ensayo: 9/12/2024

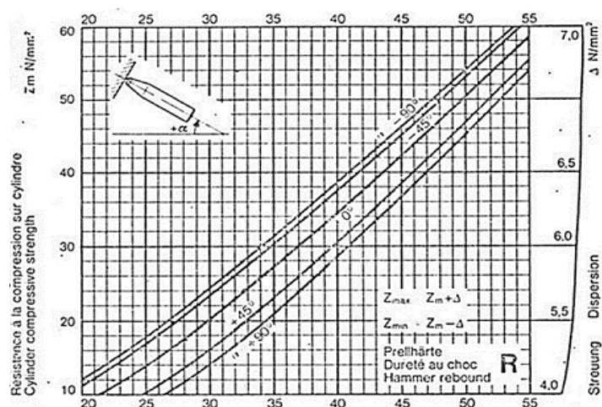
1) Información General de la muestra:

REF	2
TIPO DE ELEMENTO	ES 2 LOSA
SUPERFICIE	LISA

2) Toma de ensayo

inclinacion del equipo	-90°
fecha de ensayo	9/12/2024
numero de puntos	16

P1	P2	P3	P4	N° ENSAYO	LECTURA	LECTORA ORDENADA
				P1	19	19
				P2	23	20
				P3	32	22
				P4	43	22
				P5	33	23
				P6	23	23
				P7	20	23
				P8	22	24
				P9	44	32
				P10	24	33
				P11	37	37
				P12	23	38
				P13	44	42
				P14	22	43
				P15	38	44
				P16	42	44
PROMEDIO REBOTE (16 DATOS)						31
VALOR MAXIMO A CONSIDERAR + 6						37
VALOR MINIMO A CONSIDERAR - 6						25
NUMERO DE LECTURAS FUERA DEL RANGO						14



PROMEDIO REBOTE (DATOS VALIDOS)	
RESISTENCIA OBTENIDA (N/mm²)	
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	
RESISTENCIA OBTENIDA (psi)	

Elaboró:

LUIS EDUARDO GARCÍA-MEDINA
ing. Civil Esp.

3) OBSERVACIONES:

- este metodo de ensayo NO debe ser utilizado como base para la aceptacion o rechazo del concreto.
- ENSAYO DESCARTADO, valores por fuera del rango de lectura > 2, los recubrimientos mayores a 7cm.
- valores N muy altos, posible presencia de carbonatacion.

ANEXO 3 - RESULTADOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



INGESU
INGENIERIA, GEOTECNIA Y SUELOS

Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto
(INV E-410-13)

Objetivo: Determinar la resistencia a la Compresión de los cilindros de Concreto Hidráulico.

Proyecto: REALIZAR EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO, ESTRUCTURAL, VULNERABILIDAD Y BATIMETRIAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA BOCANA ESTABILIZADORA DE MAREAS (BEM), PESCANTE DE CHAMNBACU Y SU CENTRO DE INFORMACION (CASA).

petionario: CONSORCIO BEM 2024

localizacion: CARTAGENA-BOLIVAR

fecha: DICIEMBRE DE 2024

Resistencia a la Compresión de Diseño: -

-

PSI

Tipo de Concreto: Normal

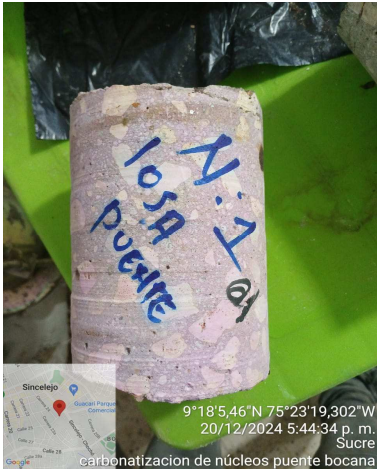
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Descripción	Especimen 1					
Código de la Muestra	N1 LOSA PUENTE					
Fecha de Muestra	26/12/2024					
Origen de la Muestra	OBRA					

2. RESULTADOS DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO SOMETIDOS A ESFUERZOS DE COMPRESIÓN

Edad (días)	1					
Peso (gr)	1763					
Altura (cm)	10,00					
Diametro (cm)	10,00					
Esfuerzo (KN)	97,7					
Densidad (KN/M3)	22,0					
F'c (PSI)	1777					
%						
Tipo de Falla	3,0					
Fecha de Prueba	27/12/2024					

3. REGISTRO FOTOGRAFICO.



4. ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO SOMETIDOS A ESFUERZOS DE COMPRESIÓN

N° días	Número de datos	Promedio	L/D	factor de correccion ASTM	F'c CORRIGIDA
-	1	1777	1,0	0,87	1546,05



Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4



Tipo 5



Tipo 6

Tipos de Falla

Elaboró:

LUIS EDUARDO GARCIA MEDINA
Ingeniero civil Esp, jefe de laboratorios.

Nota:

*Los resultados consignados en este certificado corresponden a los especimenes de concreto hidraulico ensayados en el Laboratorio.

** Se prohíbe la reproducción parcial o Total del Informe sin autorización escrita del Departamento de Calidad.

*** La validez del Certificado esta dada por las firmas originales del Departamento de Calidad.

Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto (INV E-410-13)

Objetivo: Determinar la resistencia a la Compresión de los cilindros de Concreto Hidráulico.

Proyecto: REALIZAR EL DIAGNOSTICO PATOLOGICO, ESTRUCTURAL, VULNERABILIDAD Y BATIMETRIAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA BOCANA ESTABILIZADORA DE MAREAS (BEM), PESCANTE DE CHAMNBACU Y SU CENTRO DE INFORMACION (CASA).

petionario: CONSORCIO BEM 2024

localizacion: CARTAGENA-BOLIVAR

fecha: DICIEMBRE DE 2024

Resistencia a la Compresión de Diseño: -

-

PSI

Tipo de Concreto: Normal

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Descripción	Especimen 1					
Código de la Muestra	N2 LOSA PUENTE					
Fecha de Muestra	26/12/2024					
Origen de la Muestra	OBRA					

2. RESULTADOS DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO SOMETIDOS A ESFUERZOS DE COMPRESIÓN

Edad (días)	1					
Peso (gr)	1777					
Altura (cm)	10,00					
Diametro (cm)	10,00					
Esfuerzo (KN)	55,4					
Densidad (KN/M3)	22,2					
F'c (PSI)	1008					
%						
Tipo de Falla	2,0					
Fecha de Prueba	27/12/2024					

3. REGISTRO FOTOGRAFICO.



4. ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO SOMETIDOS A ESFUERZOS DE COMPRESIÓN

N° días	Número de datos	Promedio	L/D	factor de correccion ASTM	F'c CORRIGIDA
-	1	1008	1,0	0,87	876,68

Tipos de Falla



Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4



Tipo 5



Tipo 6

Elaboró:


LUIS EDUARDO GARCIA MEDINA
Ingeniero civil Esp, jefe de laboratorios.

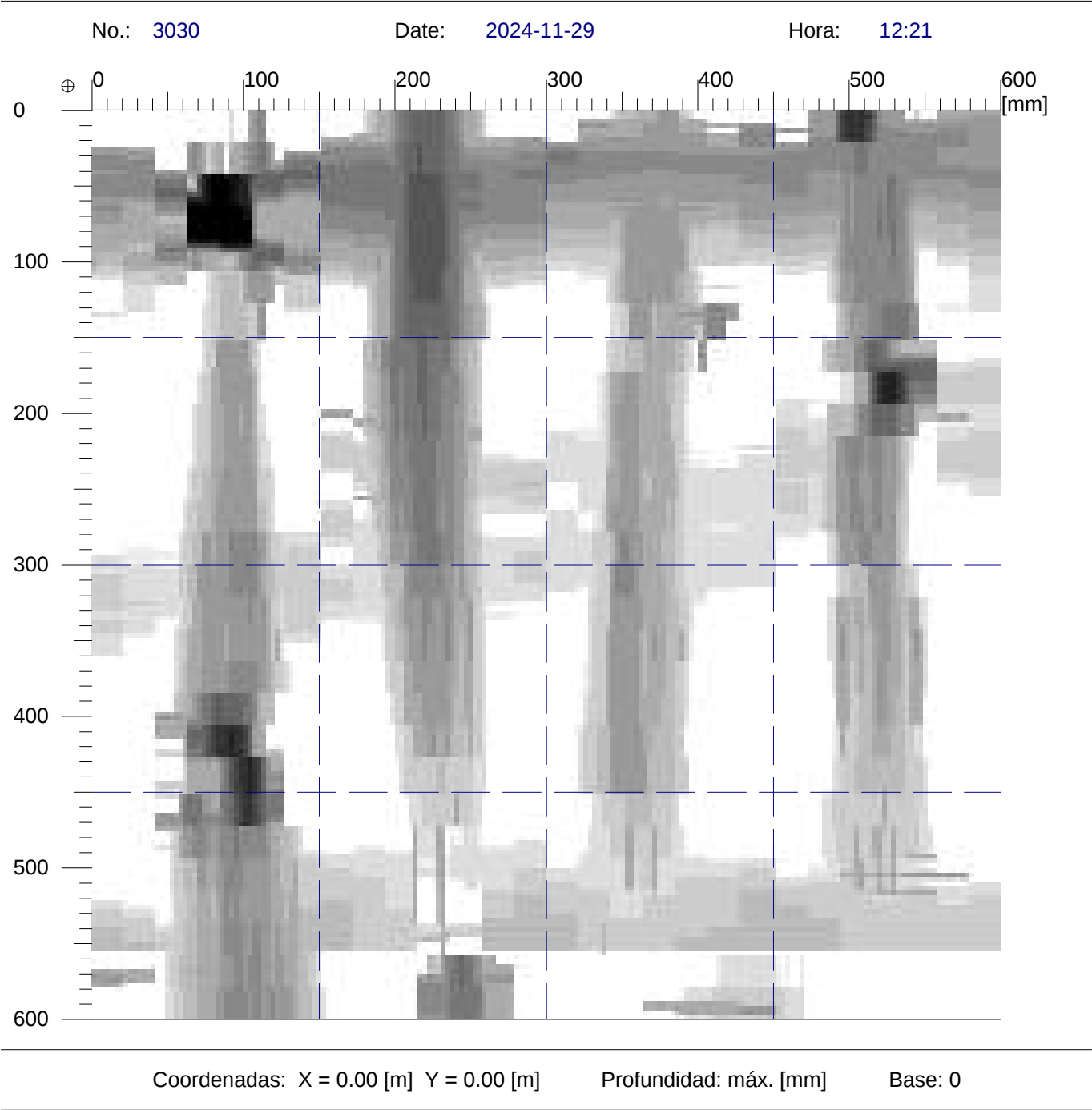
Nota:

*Los resultados consignados en este certificado corresponden a los especimenes de concreto hidraulico ensayados en el Laboratorio.

** Se prohíbe la reproducción parcial o Total del Informe sin autorización escrita del Departamento de Calidad.

*** La validez del Certificado esta dada por las firmas originales del Departamento de Calidad.

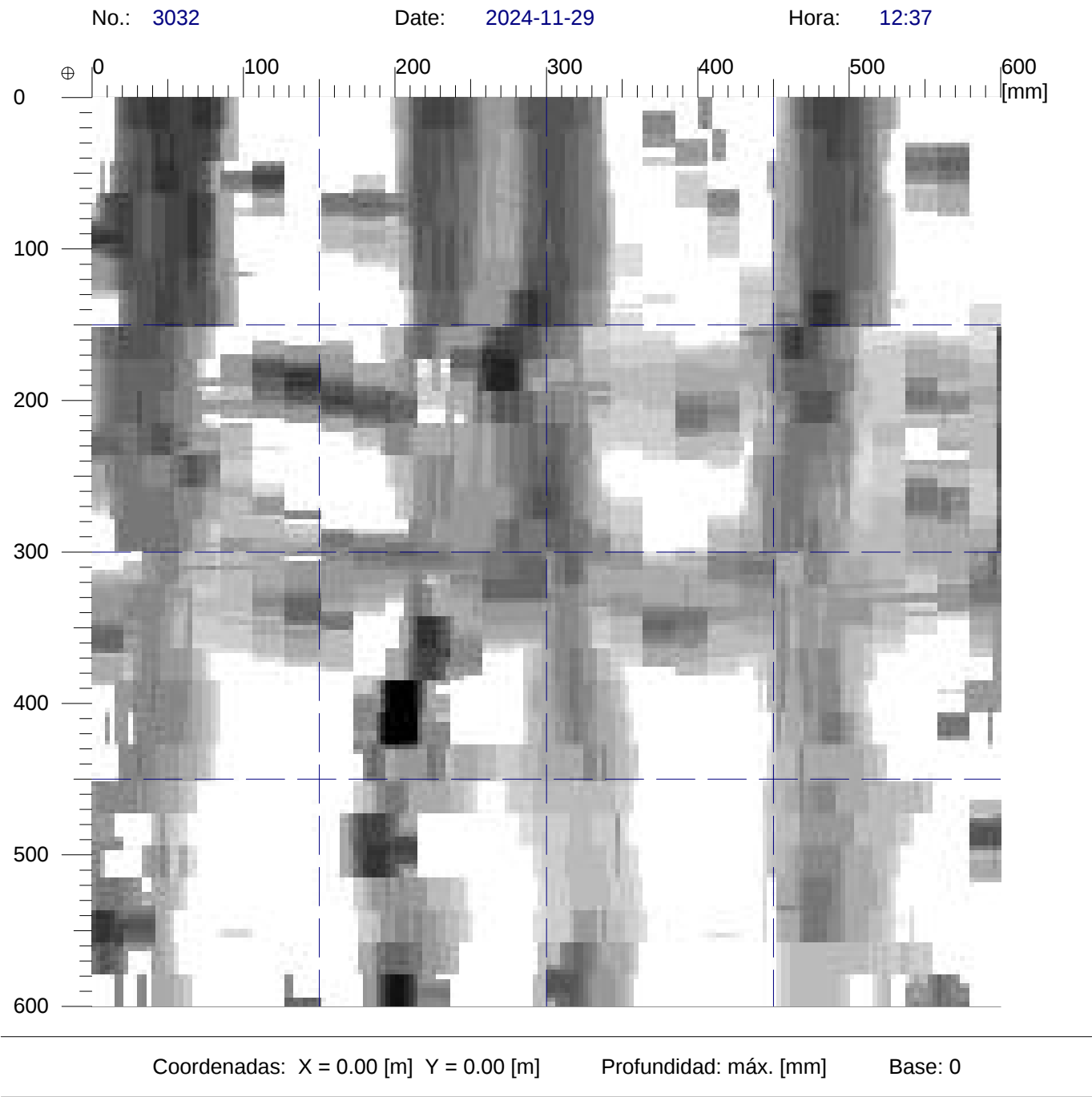
Imagescan Image: FS000001.BAR



Location: CARTAGENAOperator: ALBEIRO MORA SALAZAR

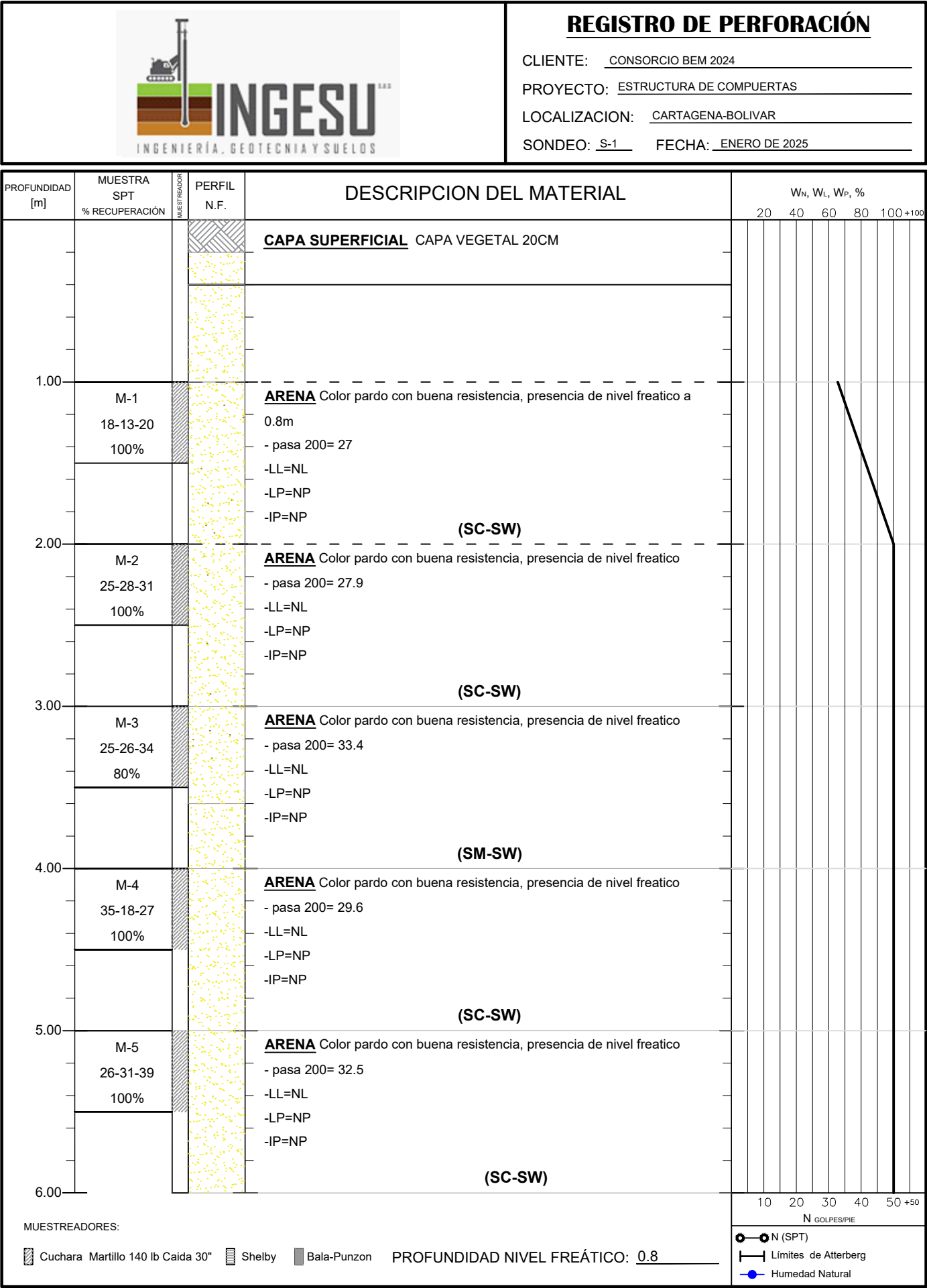
Comentario:

PROYECTO PUENTE BOCANA
Elemento: Placa Toma Superior
Ref. Verticales. 5/8 Profundidad: 57mm. Espaciamientos: 100mm.
Ref. Horizontales. 1/2 Profundidad: 76mm. Espaciamientos: 200mm.



Location: CARTAGENAOperator: ALBEIRO MORA SALAZAR

Comentario:
PROYECTO PUENTE BOCANA
Elemento: Placa Toma Superior
Ref. Verticales. 5/8 Profundidad: 69mm. Espaciamientos: 150mm.
Ref. Horizontales. 1/2 Profundidad: 80mm. Espaciamientos: 100mm.





REGISTRO DE PERFORACIÓN

 CLIENTE: CONSORCIO BEM 2024

 PROYECTO: ESTRUCTURA DE COMPUERTAS

 LOCALIZACION: CARTAGENA-BOLIVAR

 SONDEO: S-2 FECHA: ENERO DE 2025
