INFORME DE PLAN DE ENSAYOS

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. USPEC-CT-354-2023 CUYO OBJETO ES LA: "CONSULTORÍA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA QUE PERMITA DETERMINAR EL TIPO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y/O AMPLIACIÓN REQUERIDA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS ARQUITECTONICOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS DEL ORDEN NACIONAL A CARGO DEL INPEC".

UNIDAD: ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO DE MEDIANA SEGURIDAD Y CARCELARIO (EPMSC) - PUERTO BERRÍO (ANTIOQUIA)

CLIENTE: UNIDAD DE SERVICIOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS-USPEC

ING.NELSON FERNANDO RODRIGUEZ VÁZQUEZ

DIRECTOR DE PROYECTO

M.P. 25202-142335 CND

VERSIÓN: VA

BOGOTÁ D.C.

ABRIL 2024

CONTROL DE CAMBIOS - PY1006 - USPEC - EPMSC – PUERTO BERRÍO ANTIOQUIA					
Versión	**Realizada por**	**Revisada por**	**Aprobada por**	**Fecha**	**Cambios al documento anterior**
VA	CCUC	JJCO	NFRV	ABRIL/2024	Versión Inicial

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN 7
2. OBJETIVOS 7
2.1. GENERAL 7
2.2. ESPECÍFICOS 7
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 7
4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8
5. ENSAYOS 14
5.1. ENSAYOS A REALIZAR 14
5.2. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS 15
5.2.1. Extracción de Núcleos de Concreto 15
5.2.2. Ensayo de Carbonatación por el Método de Titulación con Fenolftaleína 16
5.2.2.1. Localización Ensayos de Extracción de Núcleos y Carbonatación 17
5.2.3. Regatas de Inspección Directa de Refuerzo 18
5.2.1. Ensayo de Potencial de Corrosión 18
5.2.1.1. Localización Regatas de Inspección Directa de Refuerzo y Potencial de Corrosión 19
5.3. DESCRIPCIÓN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS 20
5.3.1. Ensayo de Detección de Refuerzo con Escáner 20
5.3.2. Ensayo de Esclerometría 20
5.3.2.1. Localización de Ensayos de Detección de Refuerzo con Escáner 21
5.3.2.2. Localización de Ensayos de Esclerometría 22
6. ANEXOS 23

Tabla de imágenes

Imagen 1 Fachada posterior - Colinda con carrera 11. Fuente: Propia 10
Imagen 2 Fachada lateral – Colinda con calle 50. Fuente: Propia 10
Imagen 3 Fachada principal – Colinda con carrera 10. Fuente: Propia 11
Imagen 4 Fachada lateral – Colinda con calle 51. Fuente: Google Maps 11
Imagen 5 Vista cubiertas. Fuente. Propia 12
Imagen 6 Vista general cubiertas y zona cancha. Fuente: Propia 12
Imagen 7 Vista general cubierta. Fuente: Propia 13
Imagen 8 Ensayo de extracción de núcleos de concreto. Fuente: Propia 15
Imagen 9. Determinación de la profundidad de carbonatación. Fuente: Propia 16
Imagen 10. Regatas de inspección. Fuente: Propia 18
Imagen 11. Escáner de refuerzo. Fuente: Propia 20
Imagen 12. Ensayo de Esclerometría. Fuente: Propia 20

Lista de tablas

Tabla 1 Resumen Ensayos a Realizar 14
Tabla 2 Resumen localización ensayo extracción de núcleos 17
Tabla 3 Resumen localización ensayos regatas 19
Tabla 4 Resumen ensayos escáner de acero 21
Tabla 5 Resumen ensayos de esclerometría 22

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Localización EPMSC de Puerto Berrío-Antioquia. Fuente: Google Maps. 8
Ilustración 2 Zonificación edificación primer nivel. Fuente: Propia 9
Ilustración 3 Zonificación edificación segundo nivel Fuente: Propia 9
Ilustración 4 Zonificación preliminar de sistemas estructurales supuestos. Fuente: Propia 13
Ilustración 5 localización ensayos de extracción de núcleos 17
Ilustración 6 Esquema de ensayo potencial de corrosión. Fuente: ASTM-C876 18
Ilustración 7 Localización regatas y potencial de corrosión 19
Ilustración 8 Localización ensayos detección de refuerzo con escáner. Fuente: Propia 21
Ilustración 9 Localización ensayos de esclerometría. Fuente: Propia 22

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se realiza como parte del Contrato de Consultoría No. USPEC-CT-354-2023 cuyo objeto es "***LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA QUE PERMITA DETERMINAR EL TIPO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y/O AMPLIACIÓN REQUERIDA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS ESTABLECIMIENTOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS DEL ORDEN NACIONAL A CARGO DEL INPEC",*** con el fin de describir el entorno de la edificación y los ensayos destructivos y no destructivos que se llevaran a cabo como parte del diagnóstico de la estructura que conforma el establecimiento penitenciario de mediana seguridad y carcelario (EPMSC) sede Puerto Berrío – Antioquia.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Realizar los ensayos necesarios para llevar a cabo la caracterización estructural y el posterior análisis patológico de las estructuras ubicadas en la sede Puerto Berrío – Antioquia de la EPMSC. Este proceso se llevará a cabo mediante la interpretación de los resultados obtenidos de los ensayos realizados sobre los materiales constructivos.

2.2. ESPECÍFICOS

- Definir el plan de ensayos con la respectiva descripción y las cantidades, ubicación de las muestras y características de los procedimientos según la normativa colombiana (donde se de a lugar).

- Obtener muestras representativas para la realización de los ensayos destructivos y no destructivos en sitios determinados de la estructura.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

REF. 1 Reglamento de Construcción Sismorresistente NSR-10 y sus decretos modificatorios

REF. 2 Normas Técnicas Colombianas

REF. 3 INF-PY-1006-REC Y DIAG-PBE-VA

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El establecimiento penitenciario de mediana seguridad y carcelario (EPMSC) sede Puerto Berrío, se encuentra ubicado en la calle 50 No.10-03 barrio el Carmelo del municipio de Puerto Berrío en el departamento de Antioquia, como se muestra a continuación.



Ilustración 1 Localización EPMSC de Puerto Berrío-Antioquia. Fuente: Google Maps.

La estructura cuenta con dos niveles, cada uno dedicado a diferentes funciones. En el primer nivel, se encuentra un área administrativa junto con dormitorios para el personal del centro penitenciario. También hay zonas designadas como "patios" o áreas de detención para los reclusos, así como espacios de aulas y centros de atención médica para los internos, tales como odontología y medicina general.

En el segundo nivel, se ubican áreas administrativas adicionales, alojamientos para el personal y dormitorios para los internos. Hay dos alojamientos principales para los patios 1 y 4, mientras que el patio 3 tiene su propio alojamiento de menor tamaño en el primer nivel. Además, se dispone de un área de taller y una cancha sintética que sirven como espacios de recreación para los reclusos. La estructura está rodeada por muros perimetrales que alcanzan una altura aproximada de 6 metros, Ver Ilustración 2, Ilustración 3.

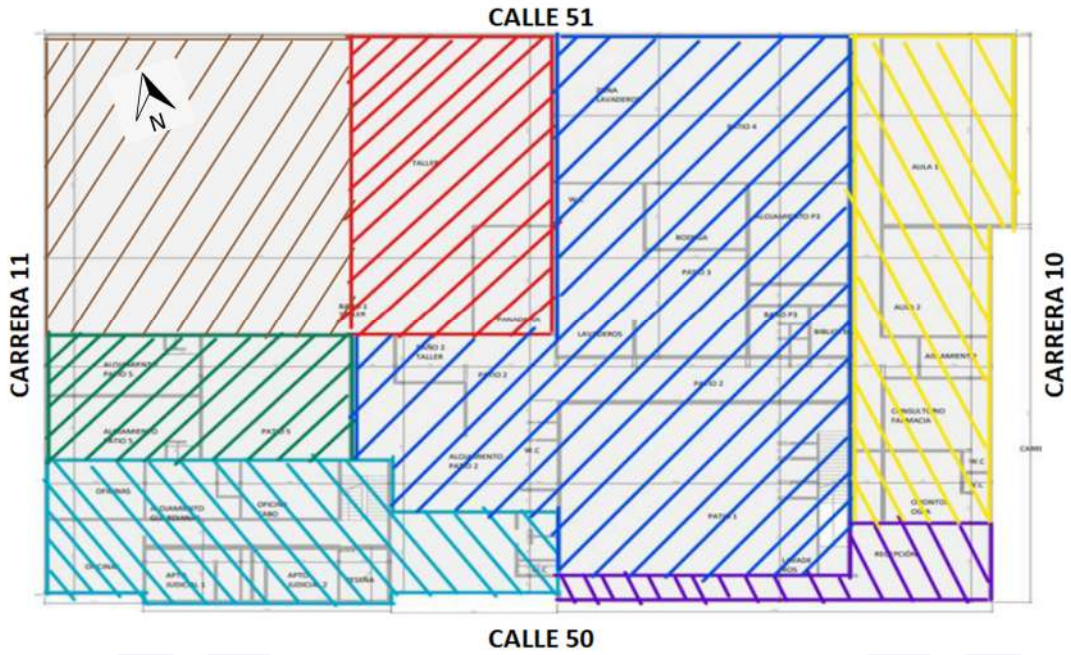


Ilustración 2 Zonificación edificación primer nivel. Fuente: Propia

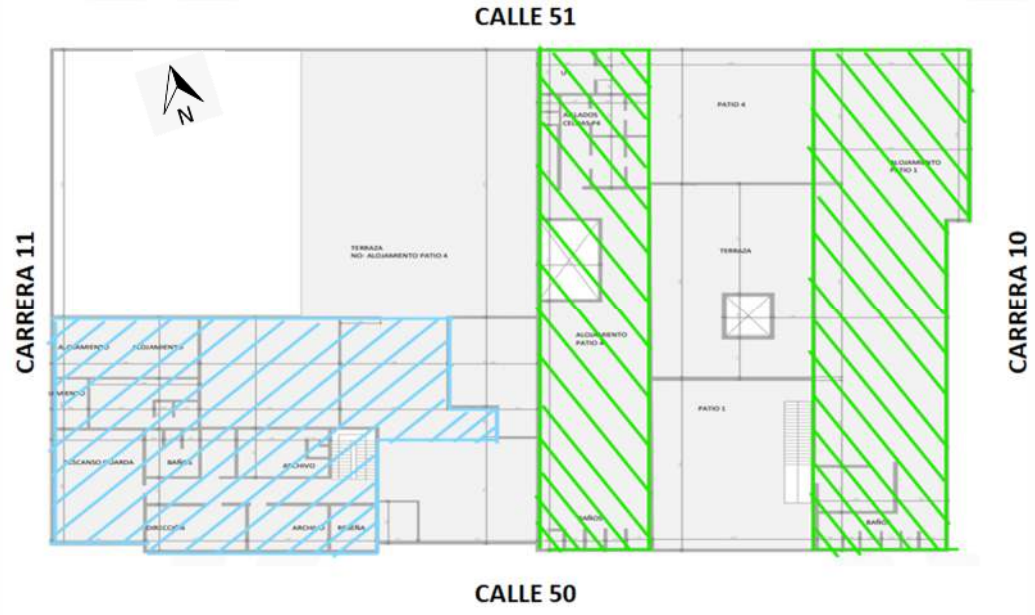


Ilustración 3 Zonificación edificación segundo nivel Fuente: Propia



Imagen 1 Fachada posterior - Colinda con carrera 11. Fuente: Propia



Imagen 2 Fachada lateral – Colinda con calle 50. Fuente: Propia



Imagen 3 Fachada principal – Colinda con carrera 10. Fuente: Propia



Imagen 4 Fachada lateral – Colinda con calle 51. Fuente: Google Maps



Imagen 5 Vista cubiertas. Fuente. Propia

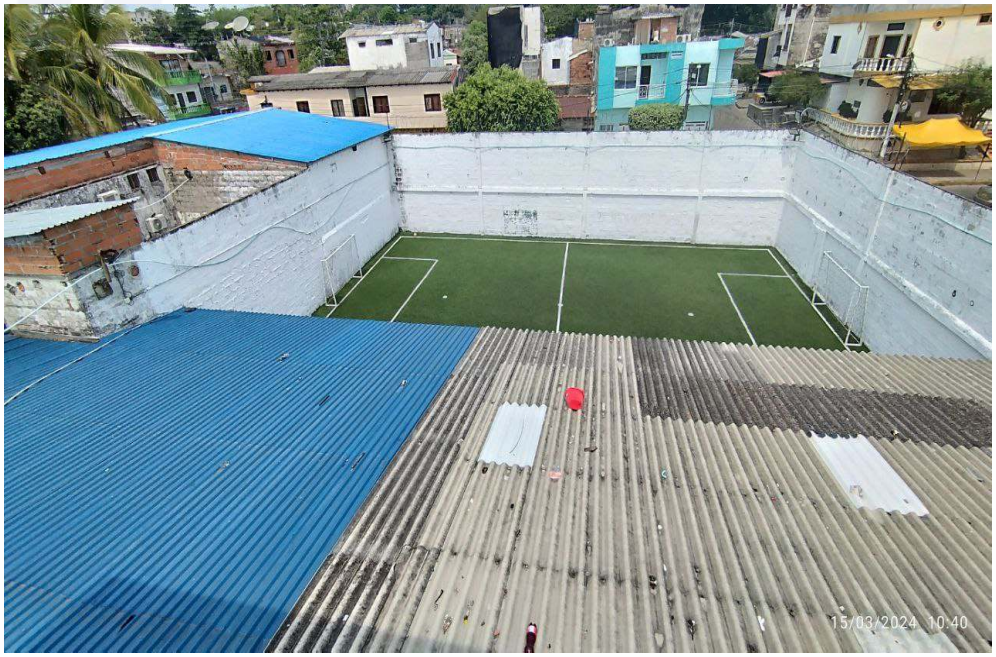


Imagen 6 Vista general cubiertas y zona cancha. Fuente: Propia



Imagen 7 Vista general cubierta. Fuente: Propia

Con base en la información documentada en el informe de reconocimiento y diagnostico (ver REF. 3) se identifica una zonificación preliminar de las estructuras que componen la edificación, con base a esta zonificación y en el alcance de esta consultoría a continuación se muestra las zonas de la edificación a realizar ensayos.

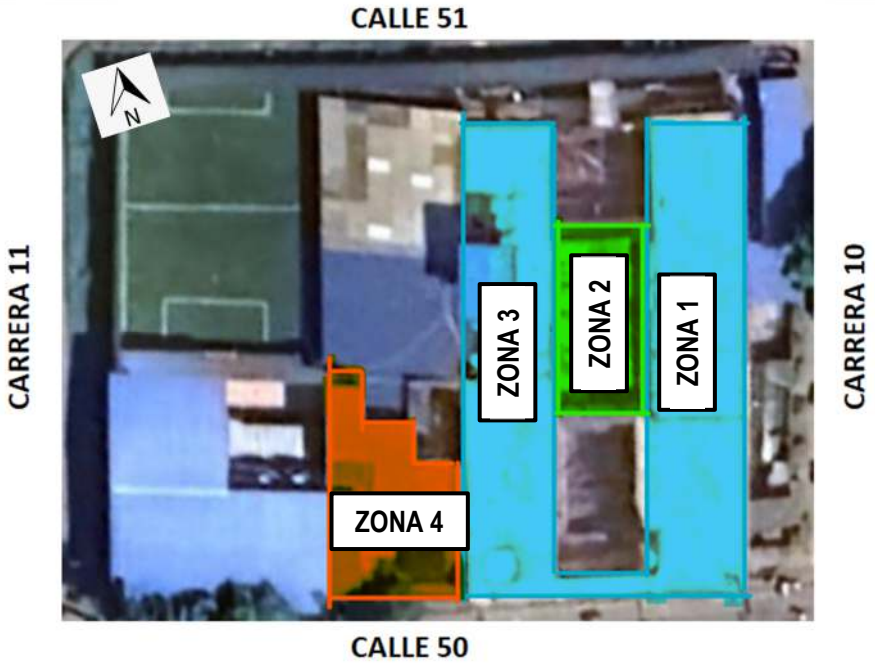


Ilustración 4 Zonificación preliminar de sistemas estructurales supuestos. Fuente: Propia

5. ENSAYOS

Con base en la información recopilada en las visitas al establecimiento penitenciario y levantamiento patológico, se encuentra que existen grandes afectaciones a la integridad de los elementos estructurales por corrosión del acero de refuerzo, lo cual genera una disminución significativa de la capacidad estructural de la estructura y tentativamente poniendo en riesgo la estabilidad de la edificación.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el criterio de la firma como consultores especialistas en el ramo, es importante determinar la vida residual de la edificación y la afectación estructural de este fenómeno de corrosión como principal patología que aqueja a la edificación, por lo cual se centraron los recursos destinados a los ensayos mayormente a identificar de la mejor manera estas lesiones y su incidencia, no sin atender la caracterización de la resistencia del concreto para lo cual se proponen ocho ensayos repartidos en las 4 zonas de la estructura (ver Ilustración 4,Ilustración 5 y Tabla 2) y en sus respectivos niveles, y 22 ensayos indirectos (ver Ilustración 4,Ilustración 9 y Tabla 5), como lo es el ensayo de esclerometría.

Se considera que con la cantidad de ensayos propuestos se da mejor uso a los recursos disponibles en el contrato para la caracterización de la estructura y establecer los índices de sobre esfuerzo y flexibilidad en la etapa de estudio de vulnerabilidad, toda vez que por las altas solicitaciones sísmicas los índices de sobreesfuerzo estarán controlados por flexión y cortante, donde la cuantía de refuerzo longitudinal y los estribos tienen la responsabilidad principal en la capacidad estructural.

5.1. ENSAYOS A REALIZAR

A continuación, se realiza un resumen de la totalidad de ensayos a realizar en las estructuras que componen el establecimiento penitenciario de mediana seguridad y carcelario (EPMSC) sede Puerto Berrío – Antioquia.

Tipo de Ensayo	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	Total
Extracción de núcleos	3	0	3	2	**11**
Ensayo de Carbonatación	3	0	3	2	**11**
Regatas	3	1	4	3	**11**
Potencial de Corrosión	3	1	4	3	**11**
Escáner de Acero	9	0	3	2	**14**
Esclerometría	9	2	8	3	**22**

Tabla 1 Resumen Ensayos a Realizar

5.2. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS

5.2.1. Extracción de Núcleos de Concreto

La perforación de elementos de concreto se realiza mediante un equipo que utiliza una broca circular hueca con punta de diamante, con diámetros de 2" o 3". Este proceso, conocido como perforación de núcleos, permite obtener muestras del concreto en forma de núcleos, con una relación longitud-diámetro (h/d) mayor a 2, dependiendo de la disposición del refuerzo en el elemento. El ensayo sigue las especificaciones de la norma NTC 3658:1994 o INV E-418:2007.

El método para determinar la resistencia a compresión del concreto implica aplicar carga axial a muestras cilíndricas con una relación diámetro/altura de 1:2, a una velocidad específica hasta la falla. La resistencia a compresión se calcula dividiendo la máxima carga por el área transversal. Sin embargo, la norma ASTM C39-17 advierte sobre la interpretación cuidadosa de estos resultados, ya que la resistencia no es intrínseca y depende de varios factores. Para el concreto reforzado, se debe seguir la Norma Técnica Colombiana NTC 3658 al extraer y ensayar núcleos. Este procedimiento es esencial para determinar la resistencia del material principal en estructuras de concreto reforzado.



Imagen 8 Ensayo de extracción de núcleos de concreto. Fuente: Propia

5.2.2. Ensayo de Carbonatación por el Método de Titulación con Fenolftaleína

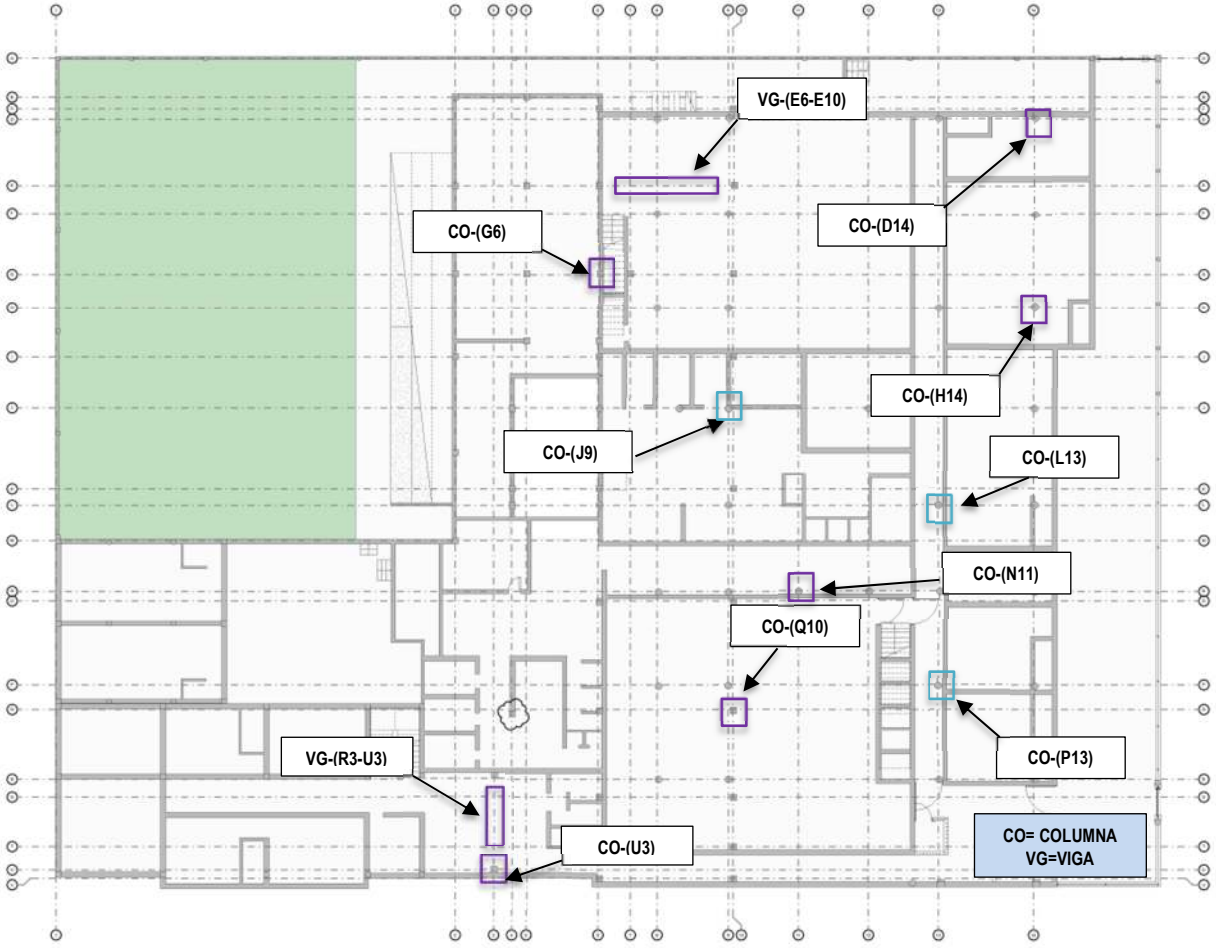
Consiste en detectar la profundidad del frente de carbonatación, para determinar la velocidad de carbonatación en el concreto y estimar su vida residual, antes de llegar a comprometer la pasivación del acero de refuerzo, en caso de tratarse de concreto reforzado. Para llevar a cabo las pruebas se tienen en cuenta las recomendaciones de NTC 5551 y el procedimiento descrito en la norma UNE-EN-14630.



Imagen 9. Determinación de la profundidad de carbonatación. Fuente: Propia

Este ensayo se realizará en todos los especímenes de concreto extraídos en ensayo descrito en 5.2.1.

5.2.2.1. Localización Ensayos de Extracción de Núcleos y Carbonatación



Extracción de núcleos de concreto en Primer nivel

Extracción de núcleos de concreto en Segundo nivel

Ilustración 5 localización ensayos de extracción de núcleos

Elemento	Ejes de ubicación	Nivel
Columna	U3	1
Viga	R3-u3	1
Columna	Q10	1
Columna	H14	1
Columna	D14	1
Columna	G6	1
Viga	E6-E10	1
Columna	N11	1
Columna	P13	2
Columna	J9	2
Columna	L13	2

Tabla 2 Resumen localización ensayo extracción de núcleos

5.2.3. Regatas de Inspección Directa de Refuerzo

Se busca explorar de manera directa un elemento de concreto, buscando no debilitar su resistencia estructural y afectando al mínimo su integridad. Se propone en una longitud máxima de 70 cm, con profundidad variable (hasta alcanzar el acero de refuerzo). Se inspeccionarán tanto vigas como columnas, definiendo el número de barras longitudinales, así como la separación de los estribos a lo largo del elemento; se definirá en cada regata el tamaño de las barras de refuerzo, así como la textura de las mismas. Además, se busca en este ensayo determinar la composición de las placas, direcciones de vigas, separaciones y dimensiones.



Imagen 10. Regatas de inspección. Fuente: Propia

5.2.1. Ensayo de Potencial de Corrosión

Cuando una armadura se corroe su potencial y su velocidad de corrosión cambian, por lo tanto, la medida de los valores de estos parámetros sirve para evaluar el nivel de riesgo de corrosión tanto en el laboratorio como en la estructura real. La medida de potencial de corrosión consiste en determinar la diferencia de potencial eléctrico entre el acero evaluado y un electrodo de referencia que se coloca en la superficie del concreto.

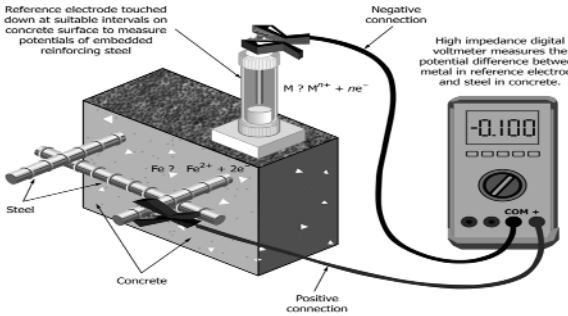
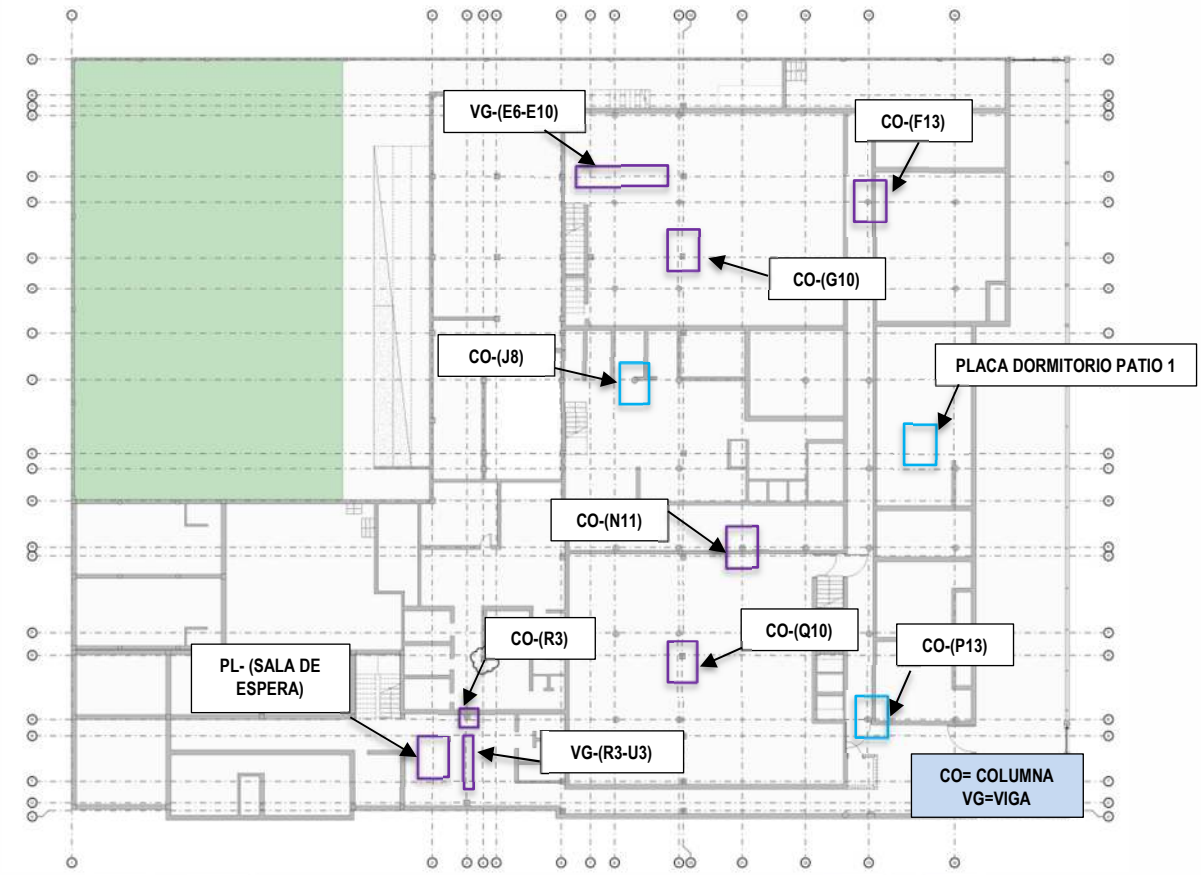


Ilustración 6 Esquema de ensayo potencial de corrosión. Fuente: ASTM-C876

5.2.1.1. Localización Regatas de Inspección Directa de Refuerzo y Potencial de Corrosión



Regatas y Potencial de corrosión en Primer nivel

Regatas y Potencial de corrosión en Segundo nivel

Ilustración 7 Localización regatas y potencial de corrosión

Elemento	Ejes de ubicación	Nivel
Columna	R3	1
Placa	Sala de espera	1
Viga	R3-U3	1
Columna	Q10	1
Columna	N11	1
Columna	G10	1
Columna	F13	1
Viga	E6-E10	1
Columna	P13	2
Columna	J8	2
Placa	Dormitorio Patio 1	2

Tabla 3 Resumen localización ensayos regatas

5.3. DESCRIPCIÓN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

5.3.1. Ensayo de Detección de Refuerzo con Escáner

El escáner de refuerzo empleado funciona básicamente con una sonda que emite un campo electromagnético al interior del área a ensayar y recibe la señal inducida por el medio ferromagnético (refuerzo) como respuesta a la excitación del emisor. Para la realización de este ensayo, se empleará el equipo ZBL R800, con el cual se podrá determinar separaciones y profundidades del acero de refuerzo tanto en vigas, columnas y losas. Localización de ensayos.

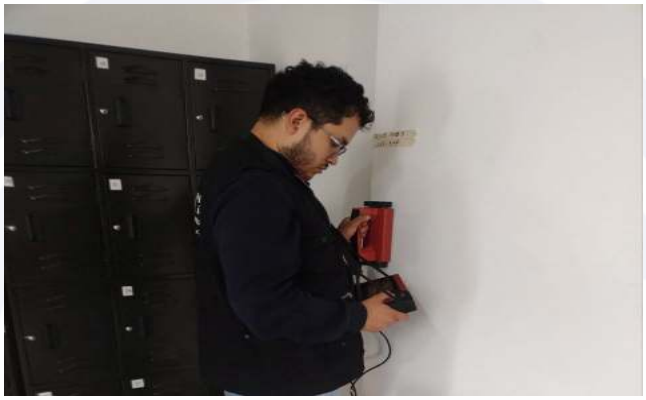


Imagen 11. Escáner de refuerzo. Fuente: Propia

5.3.2. Ensayo de Esclerometría

El ensayo de esclerometría busca determinar indirectamente la resistencia del concreto de manera no destructiva. Se sigue la norma NTC 3692, tomando 16 valores de rebote, de los cuales se calcula el promedio excluyendo los 3 valores máximos y 3 mínimos. Estos valores adimensionales se utilizan para evaluar la uniformidad del concreto "in-situ" y detectar áreas de posible baja calidad o deterioro, según la Norma Europea UNE-EN12504-2:2012. Además, el esclerómetro permite comparaciones con un concreto de resistencia conocida o de la misma fundida, como se establece en la misma norma europea.



Imagen 12. Ensayo de Esclerometría. Fuente: Propia

5.3.2.1. Localización de Ensayos de Detección de Refuerzo con Escáner

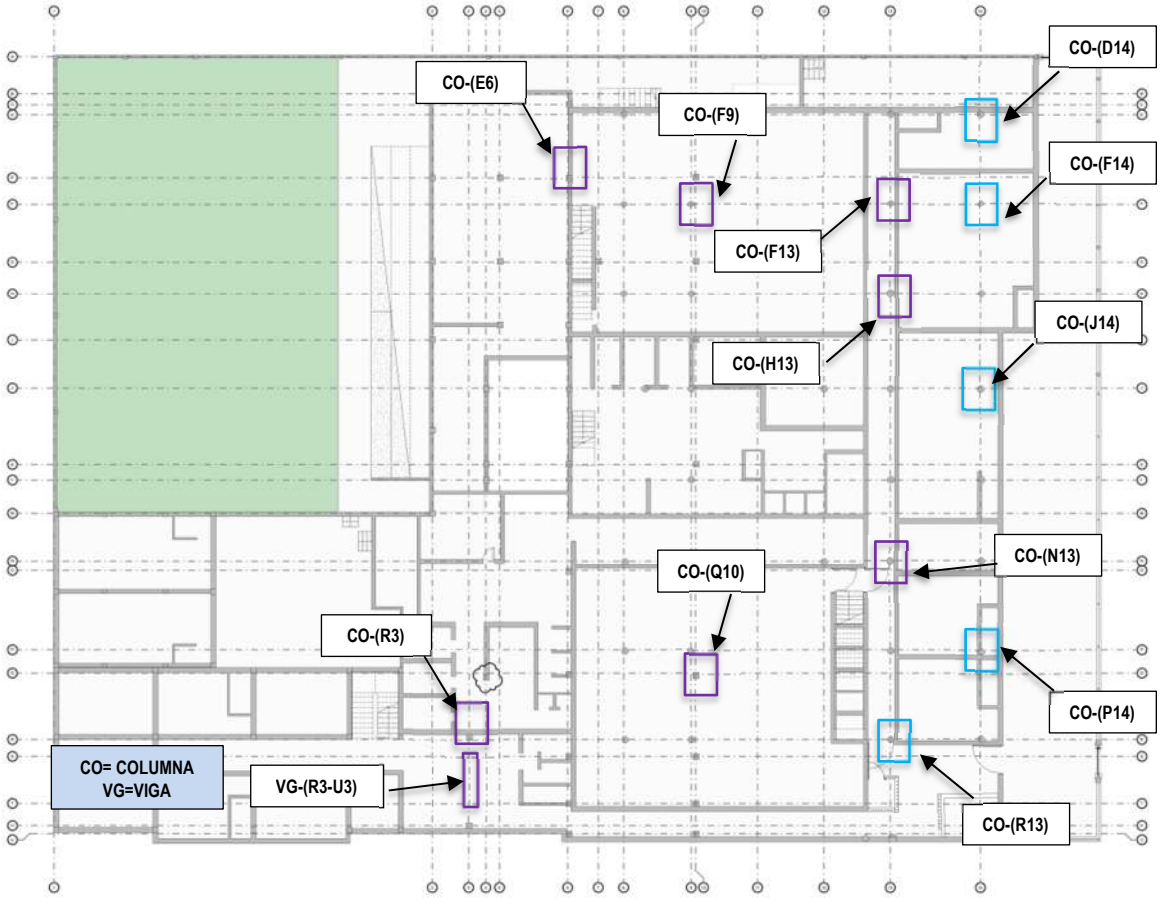


Ilustración 8 Localización ensayos detección de refuerzo con escáner. Fuente: Propia

Elemento	Ejes de ubicación	Nivel	Elemento	Ejes de ubicación	Nivel
Viga	R3-U3	1	Columna	D14	2
Columna	R3	1	Columna	F14	2
Columna	Q10	1	Columna	J14	2
Columna	E6	1	Columna	P14	2
Columna	F9	1	Columna	R13	2
Columna	F13	1			
Columna	H13	1			
Columna	N13	1			

Tabla 4 Resumen ensayos escáner de acero

5.3.2.2. Localización de Ensayos de Esclerometría

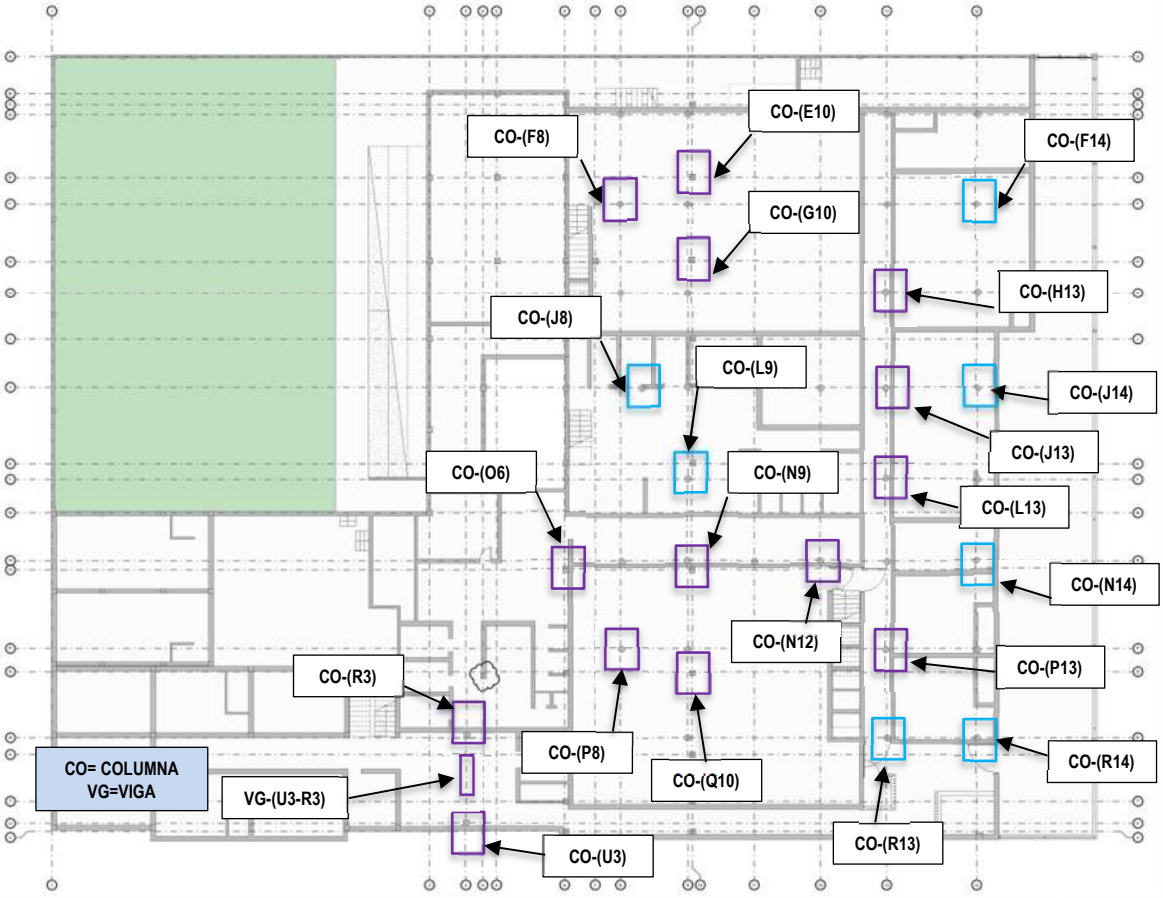


Ilustración 9 Localización ensayos de esclerometría. Fuente: Propia

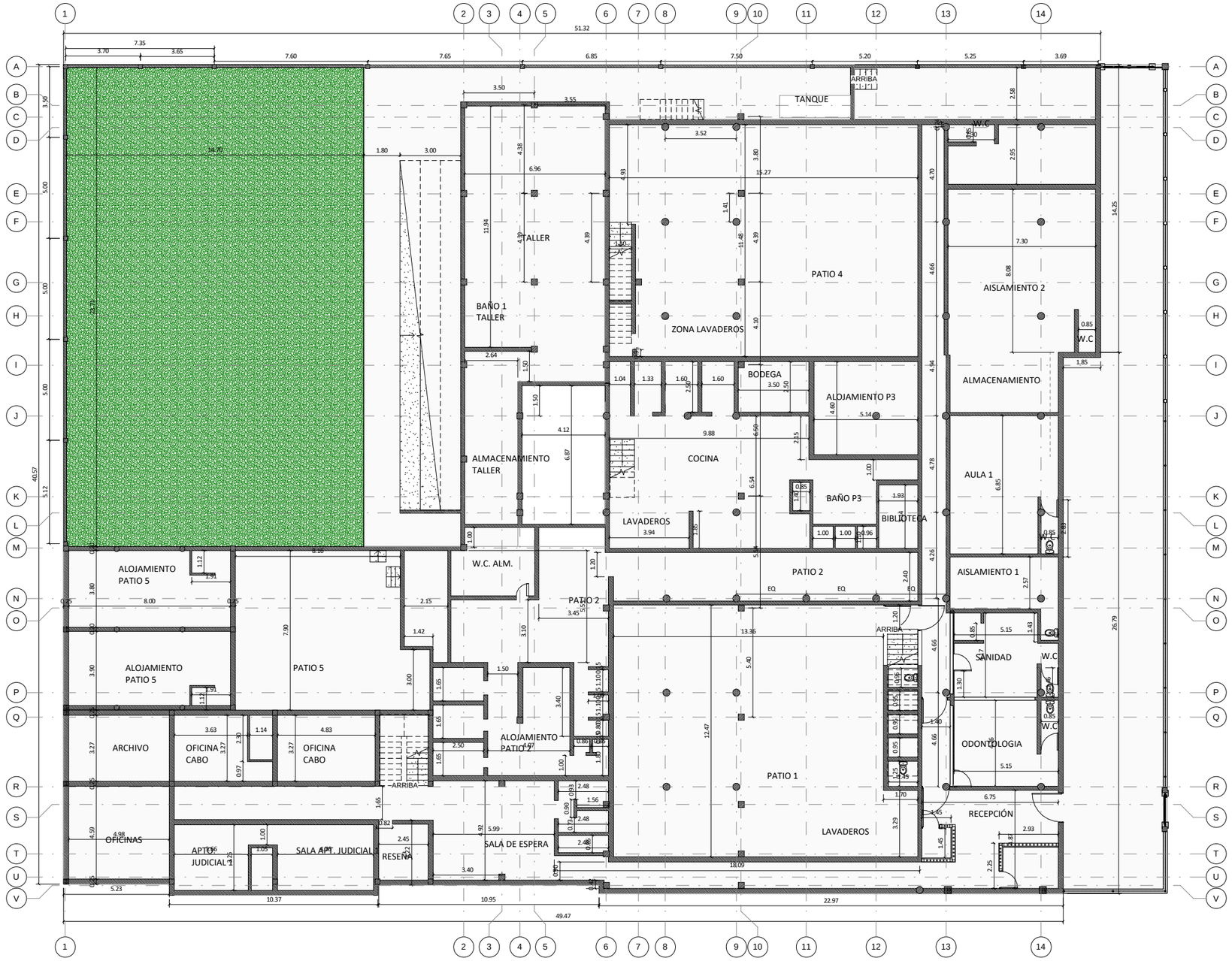
Elemento	Ejes de ubicación	Nivel	Elemento	Ejes de ubicación	Nivel
Columna	R3	1	Columna	N12	1
Columna	U3	1	Columna	L13	1
Viga	R3-U3	1	Columna	J13	1
Columna	P8	1	Columna	H13	1
Columna	O6	1	Columna	J8	2
Columna	F8	1	Columna	L9	2
Columna	Q10	1	Columna	R13	2
Columna	N9	1	Columna	R14	2
Columna	G10	1	Columna	N14	2
Columna	E10	1	Columna	J14	2
Columna	P13	1	Columna	F14	2

Tabla 5 Resumen ensayos de esclerometría

6. ANEXOS

Anexo 1 Plano General de la Edificación *24*

Anexo 1 Plano General de la Edificación


TANQUE
ARRIBA
W.C
PATIO 4
AISLAMIENTO 2
TALLER
BAÑO 1
TALLER
ZONA LAVADEROS
BODEGA
ALOJAMIENTO P3
ALMACENAMIENTO
ALMACENAMIENTO
TALLER
COCINA
AULA 1
BAÑO P3
BIBLIOTECA
LAVADEROS
W.C. ALM.
PATIO 2
AISLAMIENTO 1
ALOJAMIENTO
PATIO 5
ALOJAMIENTO
PATIO 5
PATIO 5
SANIDAD
ODONTOLOGIA
ARCHIVO
OFICINA
CABO
OFICINA
CABO
ALOJAMIENTO
PATIO 2
PATIO 1
RECEPCIÓN
OFICINAS
APTO
JUDICIAL 1
SALA APT. JUDICIAL
RESEÑA
SALA DE ESPERA
LAVADEROS