

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN PERALTA INGENIERÍA S.A.S COMO
PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN SUPERVISIÓN TÉCNICA DE OBRAS**

ÁLVARO YESSID PLATA CALDERÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2020

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN PERALTA INGENIERÍA S.A.S COMO
PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN SUPERVISIÓN TÉCNICA DE OBRAS**

ÁLVARO YESSID PLATA CALDERÓN

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

MIGUEL ANTONIO PERALTA HERNÁNDEZ

Magíster en Ingeniería Estructural

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2020

DEDICATORIA

A Dios por iluminar siempre mi camino. Por darme la fortaleza necesaria y sabiduría para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, Nohemi y Alvaro, por su inmenso amor, formación ejemplar, dedicación y sacrificio en su labor de padres todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi hermana Zully por su cariño y apoyo incondicional durante este proceso. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañaron en este logro de mi vida.

A mi novia Yuli, por estar conmigo en la culminación de esta etapa de mi vida, por ser mi apoyo y ayuda incondicional.

A mis abuelas y abuelo que ya no se encuentran con nosotros, por su amor y apoyo durante el tiempo que me acompañaron en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander por ser un excelente espacio de formación académica y haberme dado de oportunidad de pertenecer a esta institución; al director Ing. M.S.c Miguel Antonio Peralta Hernández y tutor Ing. Juan Pablo Peralta Hernández por su aporte, dedicación, apoyo y seguimiento durante la ejecución de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	13
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	15
1.3 PATOLOGÍA	16
1.4 CONTROL DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	16
1.5 INFORMES DE PROYECTOS.....	16
2. PERALTA INGENIERÍA S.A.S.....	17
2.1. POLÍTICA INTEGRAL.....	17
2.1.1 Objetivos de la política integral.	17
3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA	19
4. METODOLOGÍA	20
4.1 AUXILIAR EN SUPERVISIÓN TÉCNICA.....	20
4.2 AUXILIAR EN PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS	20
5. SUPERVISIÓN TÉCNICA EDIFICIO VARENNA.....	21
5.1. REVISIÓN DE CIMENTACIÓN.....	21
5.2. REVISIÓN DE LA PARTE ESTRUCTURAL.	23
5.3. REVISIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.	25
6. PATOLOGÍA EDIFICIO MULTIFAMILIAR.....	27
6.1 ENSAYOS DESTRUCTIVOS.....	28
6.1.1 Extracción de núcleos para la realización de ensayos destructivos.....	28
6.1.2 Ensayos químicos.....	29
6.2 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	29
6.2.1 Esclerometría.....	30
6.2.2 Ensayo para determinar la posición y la profundidad del refuerzo.....	32
7. CONCLUSIONES	34

8. RECOMENDACIONES35
BIBLIOGRAFÍA36
ANEXOS.....37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Perforación pilote inclinado (PI5).....	22
Figura 2. Disposición en el acero en el pilote PI9.....	22
Figura 3. Vista general avance en cimentación.....	23
Figura 4. Vista en planta de ejes A-B, 1-2-3-4.....	24
Figura 5. Probetas para ensayo de resistencia de la placa en nivel N+1.50.....	24
Figura 6. Vigas armadas con los torones ya colocados.....	25
Figura 7. Revisión de friso en muro de mampostería	25
Figura 8. Vista general de muro de mampostería con sus respectivas trabas.....	26
Figura 9. Taladro extractor de núcleos DD200.....	28
Figura 10. Testigos tomados del edificio multifamiliar para realizarles ensayos destructivos.....	29
Figura 11. Tabla de relación entre los resultados de número de rebote y resistencia a compresión de un cilindro de concreto según el ángulo de impacto.	31
Figura 12. Esclerómetro o martillo de rebote.	31
Figura 13. Esclerómetro o martillo de rebote.	32
Figura 14. Escáner D-TECT 150.....	32
Figura 15. Toma de muestra de ensayo de escáner.	33

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Supervisión técnica itinerante.....	37
Anexo B. Cimentación edificio VARENNA.	43
Anexo C. Revisión de la parte estructural del edificio VARENNA.	45
Anexo D. Patología edificio OPUS: Ensayos destructivos.	49
Anexo E. Patología edificio OPUS: Ensayos no destructivos.	54

RESUMEN

TÍTULO: Práctica empresarial en peralta ingeniería s.a.s como pasante auxiliar de ingeniería en supervisión técnica de obras*

AUTOR: Álvaro Yessid Plata Calderón **

PALABRAS CLAVE: Proyecto de construcción, Supervisión Técnica, Patología, Control de proyectos de construcción, Informes de proyectos.

DESCRIPCIÓN:

Al realizar los procedimientos técnicos constructivos o gestión técnica constructiva en una obra civil, se requiere un óptimo seguimiento y control indispensable que permita garantizar el cumplimiento de las metas del proyecto, la finalidad de este trabajo es gestionar la documentación y formatos de apoyo técnicos constructivos en coexistencia con el plan de calidad de construcción como el control de planos y documentos técnicos para revisión, solicitando aclaraciones o ajustes para dar inicio a actividades, seguimiento y control del concreto, acero y demás materiales de construcción, realizar registros de verificaciones de control durante la ejecución.

En este artículo se expone la experiencia vivida como auxiliar de ingeniería civil en supervisión técnica de obra en apoyo al ingeniero supervisor de obra, en las etapas del proyecto de vivienda edificio multifamiliar, siguiendo las normas técnicas legales de urbanismo y la norma estructural aplicable al proyecto. Adicionalmente, mostrar el procedimiento y los resultados del estudio de patología de los materiales realizados en los sótanos del edificio multifamiliar en la ciudad de Bucaramanga

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil. Director Miguel Antonio Peralta Hernández Magíster en Ingeniería Estructural

ABSTRACT

TITLE: Construction project, Technical Supervision, Pathology, Control of construction projects, Project reports *

AUTHOR: Álvaro Yessid Plata Calderón **

KEYWORDS: Construction project, Technical Supervision, Pathology, Control of construction projects, Project reports.

DESCRIPTION:

When carrying out the technical constructive procedures or technical constructive management in a civil work, an optimal monitoring and indispensable control is required to ensure achieve with the project goals, the purpose of this work is to manage the documentation and formats of technical constructive support in coexistence with the construction of quality plan such as the control of plans and technical documents for review, requesting clarifications or adjustments to initiate activities, monitoring and control of concrete, steel and other construction materials, perform control verification records during the execution.

This article describes the experience lived as a civil engineering assistant in technical supervision of work in support of the supervising engineer of work, in the stages of the multifamily building housing project, following the legal technical urban planning norms and the structural norm applicable to the draft. Additionally, show the procedure and the results of the pathology study of the materials made in the basements of the multifamily building in the city of Bucaramanga

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil. Director Miguel Antonio Peralta Hernández Magíster en Ingeniería Estructural

INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil tiene un gran impacto en la nación y por lo tanto es de suma importancia para la sociedad Santandereana seguir mejorando la planeación técnica de calidad y de construcción en infraestructuras y obras civiles, especialmente en los proyectos multifamiliares en la zona metropolitana de Bucaramanga y desempeñar la correcta implementación en planear, ejecutar, gestionar, supervisar y entregar dichos proyectos, siguiendo todas las normas técnicas legales, de urbanismo y demás normas competentes y así contribuir debidamente en el desarrollo de la nación y en la calidad de vida de la población con alto estándar de excelencia técnica constructiva.

Se busca apoyar en el desarrollo del control constructivo de calidad de proyectos los cuales están a cargo del supervisor técnico y patólogo por medio de la modalidad de práctica empresarial en los proyectos de supervisión técnica en VARENNA y patología en edificio multifamiliar a cargo de la empresa de consultoría y construcción PERALTA INGENIERÍA S.A.S.

En este artículo se muestran los resultados en el sector de construcción de un proyecto residencial, y un proyecto de estudios de patología de un edificio residencial ubicado en la ciudad de Bucaramanga, todo esto teniendo en cuenta la gestión, ejecución, y seguimiento de las actividades en obra por medio de la gestión de calidad constructiva, verificando que se ejecuten adecuadamente con procesos requeridos por normativas colombianas y formatos suministrados por la empresa, esta práctica como auxiliar de supervisión técnica de obra se enfocó en implementar, equipar y proveer el sistema de gestión en construcción de calidad a edificaciones de uso residencial, además se ofreció apoyo en la supervisión y prevención documentada de forma adecuada para garantizar el avance de las

actividades proyectadas, se utilizaron equipos y materiales estipulados con los estándares establecidos por PERALTA INGENIERÍA S.A.S. y la normatividad vigente.

1. MARCO TEÓRICO

Para el correcto desempeño de funciones dentro de una empresa, es necesario aplicar conocimientos aprendidos a lo largo del recorrido por las aulas, algunos de esos conceptos son los siguientes:

1.1 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

La misión de construcción es coordinar a los contratistas para que la construcción del proyecto, sea lo más cercana posible a lo planeado dentro del tiempo, costo y especificaciones de la ingeniería o sea lo más apegado posible a los planos, también tiene la misión de vigilar la seguridad de las personas, así como también autorizar lo realmente ejecutado, en los avances de obra para pago de los contratistas¹.

1.2 SUPERVISIÓN TÉCNICA

Es el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable, y jurídico sobre el cumplimiento del objeto del contrato, ejercida por la Universidad mediante la designación de sus funcionarios, cuando no se requieren conocimientos especializados².

¹ ZAMBRANO DE LA GARZA, A. Administración de proyectos de construcción, 1998 pág. 1-5

² GESTIÓN COSPORATIVA INSTITUCIONAL Manual de Supervisión e Interventoría, 2018 pág. 1-25

1.3 PATOLOGÍA

Estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas (enfermedad), buscando detectar sus causas (diagnóstico) y proponer acciones correctivas (terapéutica) o su demolición³.

1.4 CONTROL DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Control no es evitar que se gaste de más, control es saber en todo momento lo que está pasando, y en qué estatus se encuentran todos los componentes del proyecto. El control de costos de un proyecto se inicia con la autorización de la inversión, con su respectivo presupuesto autorizado⁴.

1.5 INFORMES DE PROYECTOS

El informe es un texto académico de carácter expositivo, ya que en él se describen las acciones, los métodos y los procedimientos llevados a cabo para adelantar una labor, bien sea investigativa u operativa. A nivel educativo, es una herramienta que facilita la formación académica y profesional, ya que para su redacción se deben combinar la teoría y la práctica⁵.

³ TREVIÑO, L. Patología de las estructuras de concreto reforzado, 1998 pág. 53-80

⁴ ZAMBRANO DE LA GARZA, A. Op. Cit.

⁵ ARENAS, E, et al. El Informe, Universidad Sergio Arboleda, 2014 pág. 1-6.

2. PERALTA INGENIERÍA S.A.S

Peralta Ingeniería S.A.S es una empresa santandereana dedicada a la construcción de estructuras de concreto y acero y a la consultoría de proyectos de obras civiles.

Peralta Ingeniería S.A.S durante varios años se ha fortalecido en el área de diseño de estructuras en acero para brindar a la región mayores alternativas de construcción impulsando el desarrollo, la calidad de los diseños y las buenas prácticas de la ingeniería, en especial para zonas de amenaza sísmica alta como Santander.

2.1. POLÍTICA INTEGRAL

Es una organización dedicada a la Prestación de servicios en el área de Ingeniería Civil en Supervisión Técnica, Estudios de Suelos, Ingeniería detallada, diseño de estructuras en acero y concreto reforzado, análisis de vulnerabilidad Sísmica y Patología de Estructuras.

Encabezada por la alta gerencia quien orienta sus actividades bajo el compromiso del cumplimiento de los requisitos legales vigentes, enmarcadas en actos éticos.

2.1.1 Objetivos de la política integral. El compromiso de PERALTA INGENIERÍA S.A.S, tendrá presente los siguientes objetivos bajo su responsabilidad de la política integral:

- Mantener satisfechos a nuestros clientes ofreciéndoles el servicio adecuado.

- Atender oportunamente las inquietudes y expectativas de los clientes y partes interesadas relacionadas a las actividades de la empresa obteniendo los niveles de satisfacción propuestos por la organización.
- Realizar seguimiento al Sistema Integrado de Gestión y establecer oportunidades de mejora para la eficacia.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

La realización de esta práctica empresarial, se llevó a cabo como apoyo en el departamento de ingeniería de obra de la empresa Peralta Ingeniería S.A.S.

Las funciones a desarrollar dentro de este departamento fueron actividades relacionadas con la supervisión técnica de obra y la patología estructural, tales como: visitas de obra, revisión de disposición de acero, revisión de procedimiento de construcción de elementos estructurales y no estructurales, supervisión de toma de testigos para verificar resistencia de acero y apoyo en la realización de informes.

4. METODOLOGÍA

La metodología está basada en las actividades a realizar.

4.1 AUXILIAR EN SUPERVISIÓN TÉCNICA

Para desempeñar el cargo de auxiliar de supervisor técnico, es de vital importancia reconocer el grado de supervisión técnica el proyecto, según la NSR-10 título I, que en este caso corresponde al B, es decir, supervisión técnica itinerante; esta se caracteriza por visitas de obra frecuentes del supervisor técnico, las cuales son necesarias para verificar que la construcción de la cimentación, la estructura y los elementos no estructurales se adelanten correctamente.

Las actividades realizadas durante la supervisión técnica itinerante se observan en el anexo 1, donde se especifican las actividades que se desarrollaron según el alcance del proyecto.

4.2 AUXILIAR EN PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS

En esta etapa se debe hacer un estudio de los diferentes casos en los que la estructura puede verse comprometida, es decir, presencia de posibles fallas que puedan afectar la estructura, se llevaron a cabo ensayos no destructivos tales como ensayo de esclerometría y ensayo de reconocimiento de acero de refuerzo con escáner y ensayos destructivos tales como extracción de núcleos para realizarle ensayos de compresión, carbonatación y sulfatos; esto con el fin de poder determinar las posibles soluciones y escoger la más adecuada para cada caso.

5. SUPERVISIÓN TÉCNICA EDIFICIO VARENNA

Para la construcción del edificio residencial VARENNA ubicado en la calle 10 #19-62 en Bucaramanga, Santander, la constructora MAFF solicita una supervisión técnica. El proyecto fue diseñado y construido para una ocupación residencial, pertenece al Grupo de Uso I, cuenta con un área construida mayor a 2000 m² y menor a 6000m², por lo tanto, según la NSR-10 título I, es permitida una supervisión técnica itinerante (Ver anexo 1: tabla 4.3-2); en este tipo de supervisión se realizan informes mensuales enunciando las actividades realizadas y los procesos constructivos, con el fin de llevar un control de la ejecución de la obra y hacer las respectivas observaciones en los procesos⁶.

5.1. REVISIÓN DE CIMENTACIÓN.

En la revisión de la cimentación se lleva cabo la verificación de las actividades que realizan los operarios en el sistema de contención, que consta de micro pilotes preexcavados verticales e inclinados unidos en su extremo superior por una viga cabezal.

Las actividades que se ejecutaron en este periodo de tiempo y a las cuales se les llevó a cabo control consistieron en: ubicación de los pilotes según los planos en obra, perforación del terreno para los pilotes, armado del refuerzo para los pilotes según diseño estructural, disposición del acero en la perforación, vaciado de los pilotes con una lechada de cemento según el diseño de mezcla presentado por

⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes (creada por la ley 400 de 1997). NSR-10 Título I- Supervisión Técnica

ANESCOL, y armado y fundida de la viga cabezal, luego se realizó la excavación general, vaciado de concretos ciclópeos, para compensación de nivel en zona del tanque y el inicio de la cimentación y muros de contención. (Ver anexo 2)

Figura 1. Perforación pilote inclinado (PI5).



Fuente: Peralta ingeniería.

Figura 2. Disposición en el acero en el pilote PI9.



Fuente: Peralta ingeniería.

Figura 3. Vista general avance en cimentación



Fuente: Peralta ingeniería.

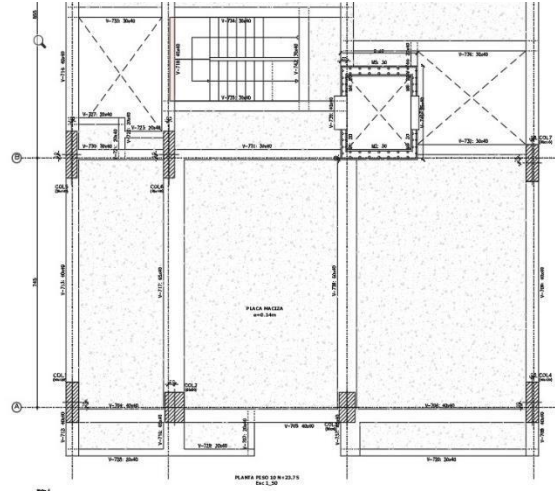
5.2. REVISIÓN DE LA PARTE ESTRUCTURAL.

En la revisión de la parte estructural se lleva a cabo actividades correspondientes al armado de formaletas, vigas y columnas, el posicionamiento de la malla de refuerzo para las placas, la verificación del acero de refuerzo de columnas, vigas y malla de refuerzo en placas donde se observa el diámetro de barras, longitudes de desarrollo, número de barras, cantidad de estribos y espaciamiento de los mismos, especificadas en los planos del diseño estructural. Luego se realiza la instalación de la formaleta y verificación de nivel o plomo en las formaletas de las columnas.

Posteriormente en la colocación del concreto se tienen en cuenta los siguientes aspectos: revisión de las especificaciones del concreto, realización del ensayo del cono de Abrams el cual nos permite conocer la consistencia: fluidez o plasticidad del concreto fresco, toma de muestras para las probetas de concreto; en la colocación del concreto se revisa el espesor de placa y el correcto vibrado. Tres días posteriores a la colocación del concreto se ensayan las probetas de concreto para determinar la resistencia $f'y$ y si esta es mayor al 75% de la resistencia última

se aprueba el tensionamiento de torones que según el diseño estructural la tensión no debe superar los 5500 psi. (Ver anexo 3)

Figura 4. Vista en planta de ejes A-B, 1-2-3-4.



Fuente: Peralta ingeniería.

Figura 5. Probetas para ensayo de resistencia de la placa en nivel N+1.50



Fuente: Peralta ingeniería.

Figura 6. Vigas armadas con los torones ya colocados.



Fuente: Peralta ingeniería.

5.3. REVISIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.

En este ítem se hace la revisión de muros de mampostería, se verifica el nivel o plomo, la junta entre elementos no estructurales y estructurales, acabados de piso, paredes y techo, de manera que todo quede acorde a como se estipula en el plano arquitectónico, de no ser así se hace la sugerencia al residente de obra para que realice los cambios pertinentes.

Figura 7. Revisión de friso en muro de mampostería



Fuente: Peralta ingeniería.

Figura 8. Vista general de muro de mampostería con sus respectivas trabas.



Fuente: Peralta ingeniería.

6. PATOLOGÍA EDIFICIO MULTIFAMILIAR

En el ámbito de la ingeniería civil, el estudio de patología de materiales consiste en determinar el estado de materiales en elementos estructurales y no estructurales en cuanto a lesiones o deterioro ocasionado por agentes climáticos, sobreesfuerzos físicos y cumplimiento de su vida útil, a partir de lo cual se analiza resultados de estudios realizados para proceder con un diagnóstico o estado en el que se encuentra la estructura⁷.

Los ensayos destructivos y no destructivos permiten establecer la configuración de una estructura alterándola y no alterándola físicamente, respectivamente, además se puede determinar el estado de la estructura y las posibles causas de deterioro de las mismas, lo cual permite saber si es necesario realizar un estudio de patologías de concreto más exhaustivas. Dentro de las inspecciones visuales son fenómenos a considerar: la fisuración, hinchazón, eflorescencias, desagregación o disgregaciones, cambios de color, presencia de hormigueros, entre otros.

Luego de realizar los ensayos, se realiza un informe que permita dar a conocer los resultados de los ensayos destructivos y no destructivos para el estudio de patología de materiales de la estructura de los sótanos del edificio OPUS. La metodología del informe consiste en los procesos que se realizaron en obra, luego se realiza el análisis de datos en base a la información recopilada en obra y a los resultados obtenidos de los ensayos, y también se realizó un plan de reparación de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la estructura, por último se hacen las conclusiones y recomendaciones. (Ver anexo 4)

⁷ TREVIÑO, L. Op. Cit.

6.1 ENSAYOS DESTRUCTIVOS

6.1.1 Extracción de núcleos para la realización de ensayos destructivos. En los sótanos del edificio OPUS se realizó el método para la obtención y ensayo de extracción de núcleos y vigas de concreto aserradas, en donde se usó el taladro extractor de núcleos HILTI DD200, el cual se instaló instaló transversalmente a la superficie del ensayo, y se introdujo hasta la profundidad estipulada en los diseños estructurales del muro de contención.

Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de la norma Técnica Colombiana NTC 3658, la cual establece la obtención, la preparación y el ensayo de núcleos extraídos de concreto; para la determinación de su longitud o de su resistencia a la compresión o de la resistencia a la tracción indirecta y de vigas aserradas de concreto para la determinación de la resistencia a la flexión ⁸.(Ver anexo 4)

Figura 9. Taladro extractor de núcleos DD200.



Fuente: Peralta ingeniería.

⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIONES Norma Técnica Colombiana NTC 3658. (1994). Ingeniería Civil y Arquitectura método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas, pág. 1-13.

6.1.2 Ensayos químicos. Los ensayos químicos permiten conocer ciertas características del concreto tales como permeabilidad, sulfatación, carbonatación, entre otros. (Ver anexo 4)

Se realizó ensayo de absorción según la norma NTC-176, a los 5 testigos tomados del edificio multifamiliar.

Figura 10. Testigos tomados del edificio multifamiliar para realizarles ensayos destructivos.



6.2 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Por medio de los ensayos no destructivos tales como: esclerometría y escáner es posible conocer la uniformidad del concreto. No es un método alternativo para estimar la resistencia del concreto y poder determinar la distribución del acero, esto ayuda a concluir si el edificio cumple con los requisitos estructurales de los diseños, en caso de no cumplir se debe realizar las soluciones pertinentes de modo que no afecte la integridad de las personas del edificio.

El objeto del estudio realizado en sótanos del edificio OPUS es determinar por medio del ensayo de esclerometría la homogeneidad del concreto en diferentes elementos estructurales, y en cuanto a determinación de distribución de acero de refuerzo se desarrolló ensayos de escáner.

Como actividad inicial, se hizo un recorrido para identificar y localizar los puntos de interés a intervenir; estos puntos se definen en la zona afectada, en este caso los puntos se definieron en las columnas y pantallas ubicadas en el muro colindante con la casa que presentaba la afectación de humedad. Después, se ejecutaron los ensayos no destructivos tales como: inspección visual de los elementos estructurales de la edificación, el método de esclerómetro para conocer la homogeneidad o uniformidad del concreto, y la ubicación de los puntos en los planos del levantamiento estructural con su respectiva referencia. Con respecto al refuerzo existente por medio del escáner de refuerzo se desarrolló la exploración del recubrimiento, disposición, espaciamiento de las barras.

6.2.1 Esclerometría. La esclerometría es una estimación de la resistencia del concreto en la cual se usa un equipo denominado esclerómetro, este equipo mide el número de rebote del concreto endurecido usando un martillo impulsado por un resorte. (Ver anexo 5)

Ensayo para medir el número de rebote de concreto endurecido:

Según la norma técnica colombiana NTC 3692 el número de rebote por este método puede ser usado para determinar la uniformidad del concreto en sitio, delinear zonas de pobre calidad o de deterioro en las estructuras, sin embargo también afirma que este método no tiene por objeto ser una alternativa para determinar la resistencia del concreto.

Es importante resaltar que de acuerdo a la posición del martillo se correlacionan los datos de salida para la determinación del esfuerzo de compresión. A continuación,

se presenta la tabla de relación entre los resultados de número de rebote y resistencia a compresión de un cilindro de concreto:

Figura 11. Tabla de relación entre los resultados de número de rebote y resistencia a compresión de un cilindro de concreto según el ángulo de impacto.

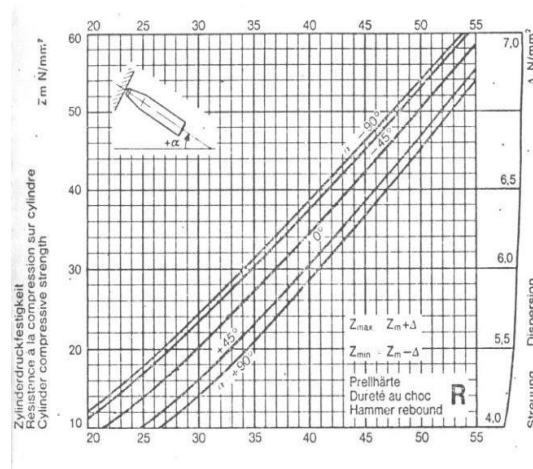


Figura 12. Esclerómetro o martillo de rebote.



Figura 13. Esclerómetro o martillo de rebote.



6.2.2 Ensayo para determinar la posición y la profundidad del refuerzo. Este aparato cumple la función de localizar la armadura, determinar la posición y la profundidad del refuerzo existente en un elemento estructural y verificar el recubrimiento de la armadura. (Ver anexo 5.)

Figura 14. Escáner D-TECT 150.



Figura 15. Toma de muestra de ensayo de escáner.



7. CONCLUSIONES

Durante la realización de las prácticas empresariales como auxiliar de supervisión técnica en el edificio VARENNA, se pone en práctica los conocimientos adquiridos concernientes a estructuras, tales como: diseño de vigas y columnas, revisión de acero, distribución de refuerzo, entre otros, para realizar una correcta revisión estructural según los lineamientos de la NSR-10.

En las visitas técnicas realizadas como apoyo al ingeniero supervisor del edificio VARENNA, se hizo la revisión de los procesos que se adelantan en la construcción de los elementos estructurales y no estructurales, verificando que la construcción se realiza conforme a los diseños proporcionados.

En el desarrollo de labores como auxiliar del ingeniero de la empresa, en el estudio de patología en el edificio residencial OPUS, donde se realizó ensayos destructivos y no destructivos en los sótanos, obteniendo los datos necesarios para obtener la resistencia estructural de los concretos y dando como resultado el no cumplimiento de la resistencia estructural, evidenciada en los resultados del ensayo de compresión, ensayos de pH y sulfatos, ensayo de esclerometría y ensayo de escáner de refuerzo. Además de la revisión de las hojas de excel elaboradas en la empresa para el análisis de datos en los informes de patología.

Dando cumplimiento a los objetivos en el transcurso de las prácticas empresariales, también se realizó apoyo en la elaboración de informes mensuales de supervisión técnica según la NSR-10 título I, lo cuales contienen registro fotográfico de los procesos constructivos realizados durante el periodo correspondiente y sus respectivas observaciones.

8. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la experiencia adquirida como auxiliar de supervisión técnica, es importante tener claros los conceptos para así realizar la supervisión de las actividades de obra a conciencia, ya que de esto depende el éxito del proyecto. En la revisión realizada en obra en la excavación, la disposición del acero, la toma de niveles, la colocación del concreto, los ensayos necesarios, etc., se complementa con los conceptos adquiridos en las aulas, por lo que es de vital importancia que la universidad abra más espacios para visitas de obra, incluso hacer obligatorio antes de obtener el título asistir a una determinada cantidad de horas a alguna obra en ejecución.

En el estudio de patología se recomienda que ante sospechas de fallas, se realice los ensayos necesarios y así evitar catástrofes que se han evidenciado en nuestro país, por lo tanto es de resaltar la importancia que tienen estos ensayos de patología para garantizar la seguridad de las personas que ocupan las edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAS, E, et al. El Informe, Universidad Sergio Arboleda, 2014 pág. 1-6.

GESTIÓN COSPORATIVA INSTITUCIONAL Manual de Supervisión e Interventoría, 2018 pág. 1-25.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIONES
Norma Técnica Colombiana NTC 3658. (1994). Ingeniería Civil y Arquitectura
método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto
aserradas, pág. 1-13.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.
Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes
(creada por la ley 400 de 1997). NSR-10 Título I- Supervisión Técnica.

TREVIÑO, L. Patología de las estructuras de concreto reforzado, 1998 pág. 53-80.

ZAMBRANO DE LA GARZA, A. Administración de proyectos de construcción, 1998
pág. 1-5.

ANEXOS

Anexo A. Supervisión técnica itinerante.

OPERACIÓN	Supervisión grado B (Itinerante)	Cumplimiento de la actividad
CIMENTACIÓN		
Replanteo geométrico		
Dimensiones geométricas de las excavaciones para fundaciones		
Limpieza de fondo de las excavaciones		
Sistema de drenaje	*	Si cumple
Estratos y niveles de fundación	*	Si cumple
Protección de las excavaciones	*	Si cumple
CONSTRUCCIÓN Y RETIRO DE FORMALETAS Y OBRAS FALSAS DE MONTAJE		
Alineamiento características geométricas ubicación tolerancias		
Acabado de las superficies y su verticalidad		
Resistencia y estabilidad ante posibles asentamientos	*	Si cumple
Aprobación de los cálculos de la cimbra		
Limpieza e impermeabilidad		
Aberturas de inspección		
Descimbrado - Aprobación del estudio y revisión del proceso	*	Si cumple
COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS		
Grado del acero (fy) diámetro, número de barras, ganchos y longitud	*	Si cumple
Empalmes (Traslapados, conexiones mecánicas ó soldadas)	*	Si cumple
Colocación, recubrimientos, distancia entre barras, sujeción	*	Si cumple

OPERACIÓN	Supervisión grado B (Itinerante)	Cumplimiento de la actividad
Limpieza de las barras y de la zona del vaciado y aspecto superficial	*	Si cumple
MEZCLADO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y CURADO DE CONCRETOS Y MORTEROS		
Aprobación de los diseños de las mezclas	*	Si cumple
Medios y procedimientos del mezclado	*	Si cumple
Medios y procedimientos del transporte	*	Si cumple
Medios y procedimientos de colocación y compactación	*	Si cumple
Medidas y procedimientos para la toma de muestras	*	No cumple
Tiempo transcurrido entre la mezcla y colocación		
Homogeneidad y consistencia de los concretos y morteros en estado fresco		
Provisiones para vaciado de acuerdo con el clima y el estado del tiempo		
Definición de juntas de construcción	*	Si cumple
Preparación de superficies, de juntas de construcción y juntas de dilatación	*	Si cumple
Sistemas y procedimientos de curado	*	Si cumple
ELEMENTOS PREFABRICADOS (Incluye unidades de mampostería)		
Características geométricas, inspección visual (apariencia)	*	No cumple
Condiciones de almacenaje		
Curado en obra y/o protección contra la humedad		
Medios y procedimientos de transporte e izado	*	No cumple
Sistemas y secuencias de colocación	*	No cumple
TERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA		
Aspecto general de las superficies	*	Si cumple
Reparación de defectos superficiales	*	Si cumple
Protección contra acciones mecánicas: Impactos, sobrecargas, deterioro superficial	*	Si cumple
MUROS Y ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA		
Alineamineto, plomo y características geométricas	*	Si cumple

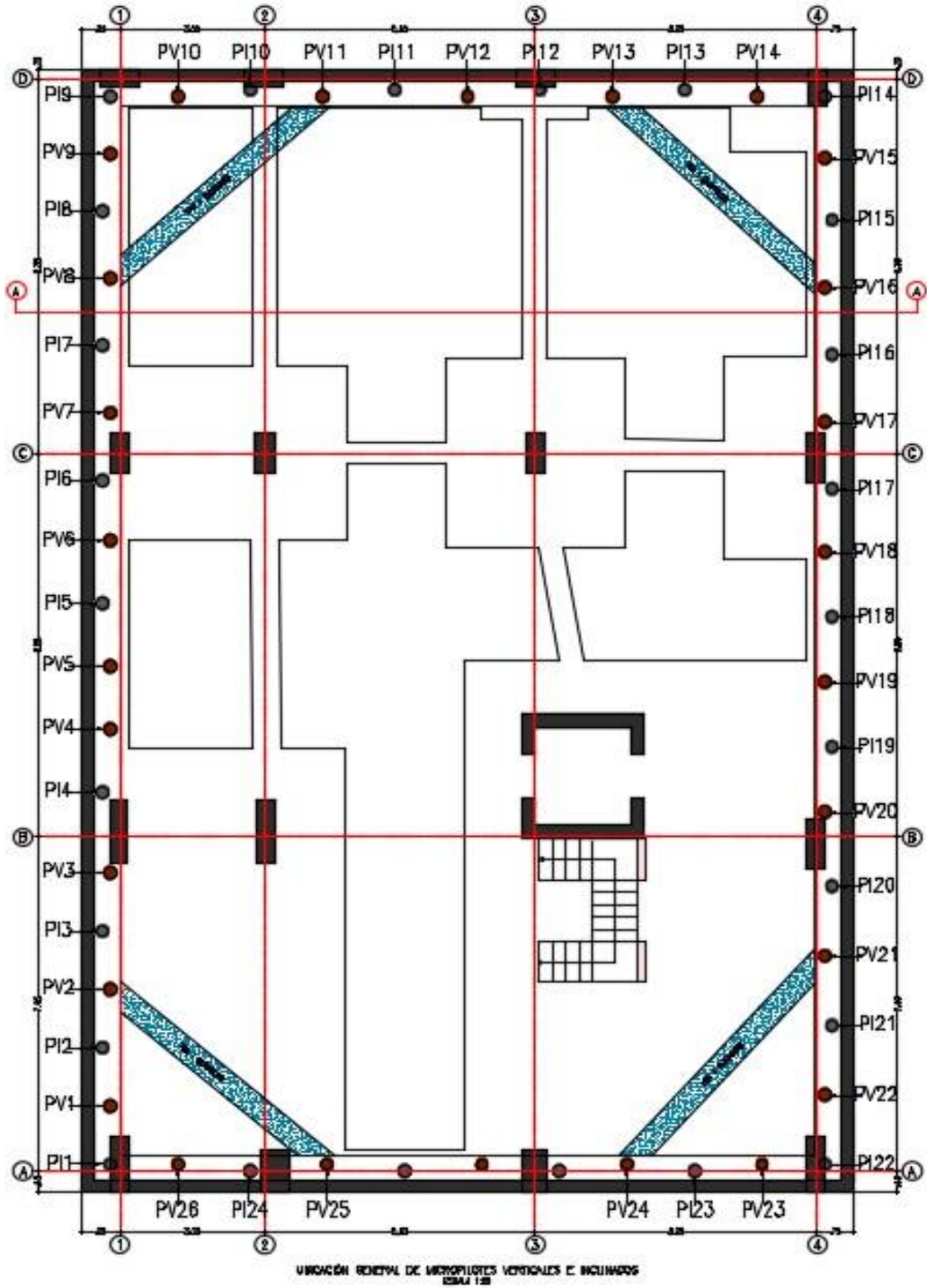
OPERACIÓN	Supervisión grado B (Itinerante)	Cumplimiento de la actividad
Celdas para inyección, limpieza, ventanas de inspección	*	Si cumple
Espesor de juntas de pega	*	Si cumple
Traba adecuada	*	Si cumple
Alturas de inyección	*	Si cumple
Tamaño y colocación de tuberías	*	Si cumple
Juntas de control	*	Si cumple
Colocación de espigos, anclajes, traslapeo y ubicación	*	Si cumple
Apuntalamientos provisionales		
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS		
Inspección de los elementos fabricados antes de galvanizar o pintar		
Especificación de materiales, resistencia a la fluencia (f y), diámetro, número de barras, longitud	*	No cumple
Dimensiones generales, rectitud y distorsión del conjunto	*	No cumple
Identificación y dimensiones de los materiales utilizados de acuerdo con planos y listas de materiales		
Ajuste de las dimensiones de los materiales utilizados, de acuerdo con planos y lista de materiales		
Calificación de los soldadores	*	No cumple
Biseles, dimensiones de intersticios, placas de respaldo		
Procedimientos de soldadura	*	No cumple
Que se hayan efectuado todas las soldaduras especificadas		
cumplimiento de las longitudes y tamaños mínimos especificados de las soldaduras		
Grado de fusión con el material base de la soldadura, existencia de porosidades, grietas o socavaciones excesivas en la soldadura		

OPERACIÓN	Supervisión grado B (Itinerante)	Cumplimiento de la actividad
Remoción de la escoria		
Marcado de las piezas	*	No cumple
Detección de omisión de detalles o componentes		
Daños a los elementos	*	No cumple
Inspección y control de galvanizado		
Limpieza previa		
Acabado de la capa de zinc		
Peso de la capa de zinc		
Adherencia de la capa de zinc		
Uniformidad de la capa de zinc (inspección visual) para detectar zonas de espesor excesivo, etc		
Fragilidad del acero por efecto del galvanizado		
Inspección y control de la pintura		
Limpieza previa	*	Si cumple
Acabado (inspección visual)	*	Si cumple
Espesor de la capa de pintura		
Adherencia de la capa de pintura		
Inspección de la estructura montada		
Conexión a los anclajes con las respectivas arandelas y tuercas	*	No cumple
Verticalidad, deflexiones, escuadra y alineamiento de la estructura		
Instalación de los arriostramientos previstos	*	No cumple
Rectitud de los elementos instalados		
Estabilidad del conjunto	*	No cumple
Correcta ejecución de todas las conexiones atornilladas, con los pernos, tuercas y arandelas completos e instalados con los torques previstos en los planos		
Correcta ejecución de biseles, dimensiones de intersticios, placas de respaldo		
Correcta ejecución de todas las conexiones soldadas con los tamaños y longitudes previstos		

OPERACIÓN	Supervisión grado B (Itinerante)	Cumplimiento de la actividad
Detección de defectos como insuficiente penetración, poros, socavaciones, escoria no removida, etc.		
Retoques de pintura, donde ésta se haya deteriorado durante la instalación		
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE MADERA		
Identificación de maderas, contenido de humedad, inmunización y defectos	*	No cumple
Soportes, platinas, conectores, adhesivos, anclas, pernos	*	No cumple
verificación de medidas, niveles, secciones y sistemas de unión	*	No cumple
Verificación de deflexiones, derivas, rectitud, plomo y alineamiento		
Protección adecuada de la estructura contra potencial deterioro por entradas de agua en apoyos, y zonas de difícil acceso y mantenimiento		
Acabados de superficie de madera, platinas y soportes		
Ventilación de áticos y espacios cerrados		
Manuales de mantenimiento y operaciones de inmunización		
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES (VER NOTA 1)		
Muros de fachada, separados de la estructura	*	Si cumple
Muros de fachada, que admitan deformaciones de la estructura		
Muros interiores, separados de la estructura	*	Si cumple
Muros interiores, que admitan deformaciones de la estructura		
Enchapes de fachada	*	Si cumple
Áticos, parapetos y antepechos	*	No cumple
Vidrios		
Paneles prefabricados de fachada	*	No cumple

OPERACIÓN	Supervisión grado B (Itinerante)	Cumplimiento de la actividad
Columnas cortas o cautivas	*	No cumple

Anexo B. Cimentación edificio VARENNA.



r _{a/c}		0.5			
FLUIDIFICANTE					
Materiales	%	Masa seca (kg)	Masa seca (g)	Densidad (kg/l)	Volumen (l/m ³)
Cemento: HOLCIM		1.00	1000	3.00	0.333
Agua		0.50	500	1.00	0.500
SikaFluid	0.55%	0.006	5.5		
			○		
Eucon 35F	0.60%	0.006	6	1.16	0.005

ACELERANTE					
Materiales	%	Masa seca (kg)	Masa seca (g)	Densidad (kg/l)	Volumen (l/m ³)
Cemento: HOLCIM		1.00	1000	3.00	0.333
Agua		0.50	500	1.00	0.500
Sikaset NC	3.0%	0.03	30	1.45	0.021
Eucon 35F	0.65%	0.0065	6.5	1.17	0.006
			○		
Sikafluid	0.60%	0.006	6	1.16	0.005

Figura 18. Diseño de mezcla para la lechada de cemento (21 MPa). Fuente: ANESCOL S.A.S.

En la figura 18 se encuentran las especificaciones de la mezcla usada para la colocación del concreto en la cimentación del edificio VARENNA.

Anexo C. Revisión de la parte estructural del edificio VARENNA.

En el siguiente anexo se observan los pasos a seguir en la revisión de la parte estructural del edificio VARENNA.



Figura 19. Vigas armadas con los torones instalados. Fuente: Peralta Ingeniería



Figura 20. Fundida de la rampa entre los niveles N-3.80 y N-1.15. Fuente: Peralta Ingeniería



Figura 21. Nivelación de la placa del nivel N+6.25. Fuente: Peralta Ingeniería



Figura 22. Armado de las columnas entre niveles N+3.75 y N+6.25. Fuente: Peralta Ingeniería



Figura 23. Fundida de las columnas 8, 9 y 10. Fuente: Peralta Ingeniería



Figura 24. Tensionamiento de las vigas y la placa del nivel N+3.75. Fuente: Peralta Ingeniería

Análisis de Figuras

En la figura 19 se muestra el armado de vigas con su respectiva instalación de torones, lo que se busca como supervisor técnico en esta inspección es verificar la separación de los estribos, número de barras, diámetro de barras y longitud de empalmes.

En la figura 20 se observa la fundida de placa para acceso vehicular, en este proceso se tiene en cuenta un correcto curado del concreto, espesor de placa y un buen vibrado en la placa.

En la figura 21 se verifica una correcta colocación del concreto, para este proceso se revisa espesor de placa y una buena nivelación de piso.

En la figura 22 se muestra el armado de columna y en ella se realiza la misma inspección que en las vigas.

En la figura 23 se observa a los operarios en la colocación de concreto en la columna, los operarios realizan el proceso de vertimiento de concreto y vibrado de columna.

En la figura 24 se realiza el tensionamiento de las vigas y placa con un gato hidráulico, para realizar este proceso es necesario conocer los resultados de ensayo de compresión, ya que si no cumple mínimo el 70% de la resistencia última del concreto no se autoriza realizar dicho proceso.

Anexo D. Patología edificio OPUS: Ensayos destructivos.



Figura 25. Extracción de núcleos edificio OPUS. Testigo 1 Sótano 4^a.

Para la Extracción del testigo #1 primero se debe instalar un anclaje que sea capaz de soportar el peso del taladro extractor de núcleos, después de eso se nivela, una vez hecho esto se procede a hacer la extracción, en este primer testigo se logró llegar a una profundidad de 45cm lo que no corresponde al diseño de muros de contención que dice que el ancho de los muros es de 30cm. Se extrajo una muestra de 30cm para realizarle el ensayo a compresión y ensayos químicos.

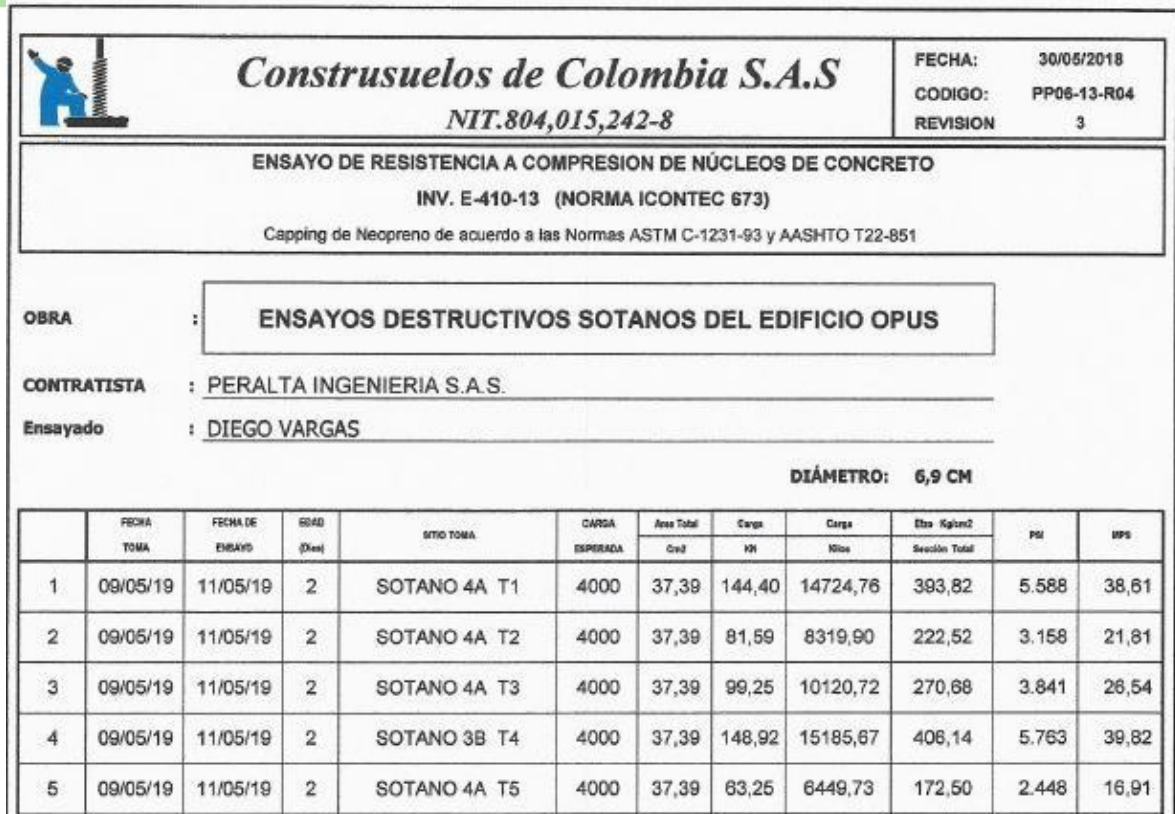


Figura 26. Resultados ensayos a compresión de núcleos de concreto.

En la figura 26 se observan los resultados de compresión realizados a los testigos extraídos de los sótanos del edificio residencial OPUS, donde se obtiene que solo 2 de los 5 testigos cumplen con la resistencia según el diseño estructural facilitado a la empresa, por otra parte los otros 3 testigos que no cumplen se les realizan ensayos químicos para así poder dar un dictamen más correcto sobre la resistencia real de los sótanos evaluados.



**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

SOLICITANTE : PERALTA INMGENIERIA
MATERIAL : NUCELOS DE HORMIGON
ENSAYO : ABSORCION
FECHA : MAYO 20 DEL 2019
LOCALIZACION : SOTANO 4 A Y 3 B
NORMA : N T C 176

RESULTADOS

PESO SATURADO Gr	PESO SECO gr	ABSORCION %
T-1- 161.3	158	2.09
T-2 - 109.8	108	1.67
T-3 416.4	406	2.56
T-5 409.8	402	1.94
T- A - 329.2	318	3.52

Realizo 
JÁIRO HERNANDEZ SALAZAR
 Lab. De Hormigón

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES
 Ciudad Universitaria, Carrera 27 – Calle 9, Edificio Álvaro Beltrán Pinzón
 PBX: (+57 7) 634 4000 Ext. 2487-2490 – FAX: (+57 7) 632 0744, Bucaramanga, Colombia
 E-mail labcivil@uis.edu.co



Figura 27. Resultados del ensayo de Permeabilidad.

En la figura 27 se observan los resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad, los cuales arrojan un bajo grado de absorción lo que da a entender que su permeabilidad es baja y aún no está afectada esa zona por la humedad.

	LABORATORIO QUÍMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES	Código: F-PA-02	
	POST-ANALITICO	Versión: 08	
	INFORME DE RESULTADOS	Fecha: 2019/05/06 Página 1 de 2	



Acreditación por el IDEAM según la Resolución No. 0400 de 2019, en los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Dureza, Nitritos, Nitratos, Fósforo, Hierro Total, DBO₅, DQO, SST, SAAM, Fenoles, metales totales y disueltos en aguas, pH y metales totales en suelos, TCLP en residuos peligrosos y toma de muestras puntuales y compuestas



Autorización del Ministerio de la Protección Social, mediante la resolución 1615 de 2015, para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano

Informe de resultados No. I-19-321	Fecha de emisión: Mayo 22 de 2019
Cliente: PERALTA INGENIERIA – CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
Dirección del cliente: Calle 35 No. 17-56 Edificio Bancoquía Oficina 303	
Solicitud de servicio No. 19-245	No. de muestras: 01
Fecha de recepción de las muestras: Mayo 20 de 2019	
Muestras recibidas por: Amparo López G	
Fecha de análisis: Mayo 20 de 2019 – Mayo 21 de 2019	

1. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra: 19-245-01	Tipo de muestra: Puntual
Identificación de la muestra: ENSAYO DE SATURACION SOTANO 4 A	
Matriz de la muestra: Concreto	
Muestreo realizado por: El Cliente	
Lugar y punto de muestreo: Bucaramanga / Edificio Opus	
Fecha del muestreo: Mayo 09 de 2019	

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
pH (Unidades de pH)	11,53	Potenciométrico
Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	87,23	Espectrofotométrico

Observaciones: Ninguna

Nota 1: Estos resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas y reportadas por el laboratorio.

Nota 2: En caso de ser copia del resultado original se realizará la siguiente aclaración: Copia del resultado original.

Estimado cliente: Para nosotros es muy importante conocer sus inquietudes, sugerencias, felicitaciones, quejas y/o reclamos en los servicios prestados por el laboratorio, con el propósito de mejorar nuestros servicios. Le agradecemos que se comuniqué con el laboratorio, donde un miembro del personal amablemente recibirá su solicitud y pronto estaremos en comunicación con usted para aclarar y/o resolver su requerimiento.

Ciudad Universitaria Carrera 27 Calle 9 – Edificio Camilo Torres/ Laboratorio 222
 Conmutador: (7) 6344000 Ext. 1469-2463-2465. Telefax: (7) 6349009
 Página web: <http://ciencias.uis.edu.co/lqci/> E-mail: labquimco@gmail.com
 Bucaramanga - Colombia

Figura 28. Resultados ensayos de pH Sulfatos.

En la figura 28 se observan los resultados del ensayo de pH y sulfatos, en donde se obtiene como resultado de pH el valor de 11,53 lo que indica que no es un

concreto sano, ya que según la escala del ensayo un concreto sano no debe superar el valor de 9 en pH, por otra parte el resultado obtenido en el ensayo de sulfatos muestra un resultado de 87,23 mg/L el cual es un valor elevado en comparación con la cantidad de sulfato en un concreto sano que es de máximo 60 mg/L

Anexo E. Patología edificio OPUS: Ensayos no destructivos.

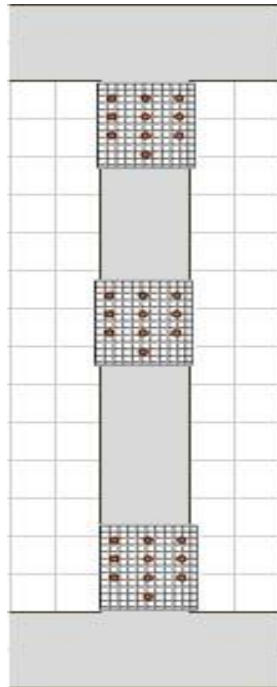


Figura 29. Ubicación áreas del ensayo en la columna.

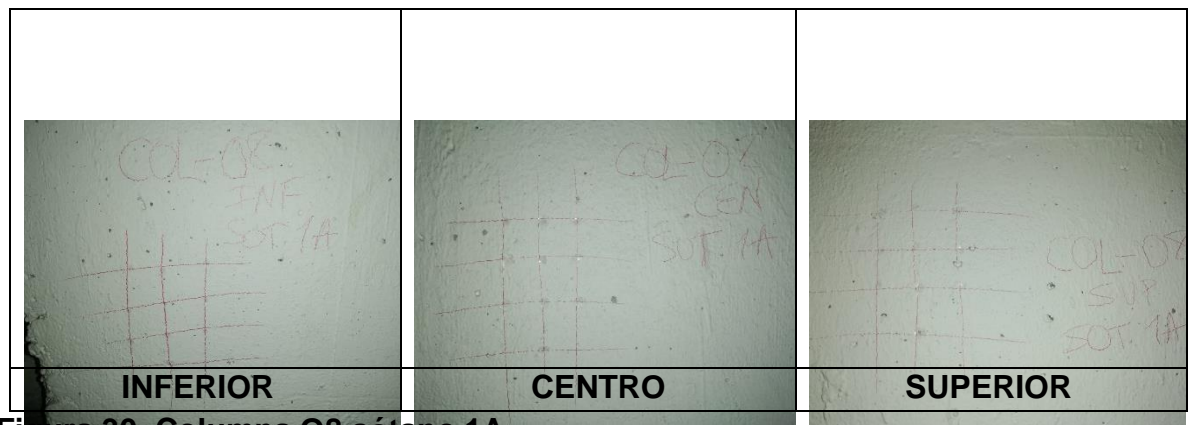


Figura 30. Columna O8 sótano 1A.

En las figuras 29 y 30 se muestra la ubicación de los puntos en los cuales se realiza la toma de datos en las columnas de los sótanos del edificio OPUS las

cuales son zona confinada superior, zona no confinada en el centro y zona confinada inferior, estos datos se registran en una hoja de cálculo en la cual se halla un promedio siendo este la estimación de la resistencia real de los elementos estudiados.

SOTANO #4B																																			
NIVEL	COLUMNA	ÁNGULO (°)	ZONA A (INFERIOR)										ZONA B (CENTRO)										ZONA C (SUPERIOR)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PR		
4B	A4	0	38	40	40	32	39	32	32	32	32	32	34,9	32	35	34	30	35	34	32	38	32	38	34,0	40	40	39	37	39	39	42	42	40	39	39,7
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			3,1	5,1	5,1	2,9	4,1	2,9	2,9	2,9	2,9		2	1	0	4	1	0	2	4	2	4		0,3	0,3	0,7	2,7	0,7	0,7	2,3	2,3	0,3	0,7		
4B	B11	0	32	33	37	34	36	40	30	32	30	30	33,4	36	36	37	40	40	40	32	34	38	38	37,1	32	35	36	32	37	34	40	39	32	32	34,9
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			1,4	0,4	3,6	0,6	2,6	6,6	3,4	1,4	3,4	3,4		1,1	1,1	0,1	2,9	2,9	2,9	5,1	3,1	0,9	0,9		2,9	0,1	1,1	2,9	2,1	0,9	5,1	4,1	2,9	2,9	
4B	E16	0	39	39	40	34	37	38	38	35	39	35	37,4	35	37	40	37	37	39	39	37	40	43	38,4	37	36	40	41	30	42	39	41	42	39	38,7
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			1,6	1,6	2,6	3,4	0,4	0,6	0,6	2,4	1,6	2,4		3,4	1,4	1,6	1,4	1,4	0,6	0,6	1,4	1,6	4,6		1,7	2,7	1,3	2,3	8,7	3,3	0,3	2,3	3,3	0,3	
4B	C8	0	40	34	30	35	36	35	38	37	34	33	35,2	32	37	38	32	35	38	35	36	37	33	35,3	34	36	35	33	36	33	34	35	33	36	34,5
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			4,8	1,2	5,2	0,2	0,8	0,2	2,8	1,8	1,2	2,2		3,3	1,7	2,7	3,3	0,3	2,7	0,3	0,7	1,7	2,3		0,5	1,5	0,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0,5	1,5	1,5	
SOTANO #4B																																			
NIVEL	COLUMNA	ÁNGULO (°)	ZONA A (INFERIOR)										ZONA B (CENTRO)										ZONA C (SUPERIOR)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PR		
4B	D11	0	41	46	50	46	51	40	47	52	52	52	47,7	39	40	43	39	38	42	39	42	42	40	40,4	40	41	39	40	40	40	40	41	41	43	40,5
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			6,7	1,7	2,3	1,7	3,3	7,7	0,7	4,3	4,3	4,3		1,4	0,4	2,6	1,4	2,4	1,6	1,4	1,6	1,6	0,4		0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	
4B	G12	0	38	35	38	35	36	30	32	32	30	37	34,3	30	31	33	31	31	35	31	31	31	30	31,4	30	29	35	29	30	31	29	29	29	31	30,2
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			3,7	0,7	3,7	0,7	1,7	4,3	2,3	2,3	4,3	2,7		1,4	0,4	1,6	0,4	0,4	3,6	0,4	0,4	0,4	1,4		0,2	1,2	4,8	1,2	0,2	0,8	1,2	1,2	1,2	0,8	
4B	G11	0	29	N/A	28	36	31	29	30	31	30	27	30,1	29	31	28	29	29	30	27	28	27	31	28,9	28	32	25	30	36	29	29	29	30	36	30,4
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			1,1	###	2,1	5,9	0,9	1,1	0,1	0,9	0,1	3,1		0,1	2,1	0,9	0,1	0,1	1,1	1,9	0,9	1,9	2,1		2,4	1,6	5,4	0,4	5,6	1,4	1,4	1,4	0,4	5,6	
4B	F8	0	38	30	32	38	37	39	39	35	38	30	35,6	34	39	33	35	36	38	33	38	37	36	35,9	40	40	44	44	32	40	42	38	38	40	39,8
DIFERENCIA EN LECTURAS FRENTE A PROMEDIO			2,4	5,6	3,6	2,4	1,4	3,4	3,4	0,6	2,4	5,6		1,9	3,1	2,9	0,9	0,1	2,1	2,9	2,1	1,1	0,1		0,2	0,2	4,2	4,2	7,8	0,2	2,2	1,8	1,8	0,2	

Figura 31. Resultados ensayo de esclerometría sótano #4B.

SÓTANO 4B			MEDIDOS (Mpa)			CORREGIDOS (Mpa)		
NIVEL	COLUMNA	ÁNGULO	A	B	C	A	B	C
		(°)	PR	PR	PR	PR	PR	PR
4B	A4	0	34,9	34,0	39,7	28,4	27,0	35,6
4B	B11	0	33,4	37,1	34,9	26,1	31,7	28,4
4B	E16	0	37,4	38,4	38,7	32,2	33,7	34,1
4B	C8	0	35,2	35,3	34,5	28,9	29,0	27,8
4B	D11	0	47,7	40,4	40,5	47,6	36,7	36,8
4B	G12	0	34,3	31,4	30,2	27,5	23,1	21,3
4B	G11	0	30,1	28,9	30,4	21,2	19,4	21,6
4B	F8	0	35,6	35,9	39,8	29,5	29,9	35,8
4B	C4	0	34,5	27,6	33,4	27,8	17,4	26,1
4B	F5	0	38,5	39,7	38,9	33,8	35,6	34,4

Figura 32. Resultados de esclerometría ajustados sótano #4B.



Figura 33. Toma de datos con medidor de escáner de refuerzo

Disposición de refuerzo 3 líneas de acero longitudinal separados 17 cm – 10 cm y separación de estribos ($s=0.08m$) en zona de confinamiento columna superior A8, recubrimiento (5-6 cm).