



**Apoyo en el control y la supervisión técnica del proyecto de ampliación de la Universidad
Católica Luis Amigó, sede Apartadó.**

Ana Cristina Henao Gaviria.

Informe de practica académica para optar al título de:
Ingeniera Civil

Asesores

Daniel Fernando Valbuena Sierra, Magíster (MSc) en Gestión Ambiental

Gilsen Perez Baena, Ingeniero Civil.

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Apartadó, Antioquia, Colombia
2024

Cita	(Henaó Gaviria, 2024)
Referencia	(Henaó Gaviria, 2024). <i>Apoyo en el control y la supervisión técnica del proyecto de ampliación de la Universidad Católica Luis Amigó, sede Apartadó</i> . [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Apartadó, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Con este trabajo que doy gracias primeramente a Dios por permitirme culminar un paso más en mi carrera, también agradecerle a mi mamá que siempre me ha apoyado en todo lo que hago y me dice siempre “haga las cosas con amor”, además gracias a cada una de las personas que han pasado por mi vida tanto en lo académico como en lo personal, son quienes han hecho parte de formar la persona que soy y la profesional en la que me estoy convirtiendo.

También me agradezco a mí por siempre luchar y ponerme de pie cuando las cosas se han complicado y a pesar de eso no he dejado la meta que siempre he tenido que es convertirme en una profesional, gracias a la Ana de ahora y la del futuro.

Tabla de contenido

Resumen.....	8
Abstract.....	9
1 Introducción	10
2 Justificación.....	12
3 Objetivos	13
3.1 Objetivo general	13
3.2 Objetivos específicos	13
4. Marco teórico.....	14
5. Metodología	20
6. Resultados	22
6.1 Supervisión y verificación de especificaciones técnicas de la obra.	22
6.2 Verificación de la calidad de los materiales	32
6.3 Evaluación y documentación del progreso de actividades.....	34
7. Conclusiones	39
Referencias.....	40

Lista de figuras.

Figura 1. Sistema de pórtico.	15
Figura 2. Sistema muros de carga (muro estructural).....	16
Figura 3. Sistema dual.	16
Figura 4. Pilotes.....	17
Figura 5. Muro de pantalla.....	18
Figura 6. Plano planta de fundaciones salón docentes.	23
Figura 7. detalle zapata y viga fundación.	23
Figura 8. Detalle viga superior.....	24
Figura 9. Vista y especificación de columna y estribos.	24
Figura 10. Detalle cubierta.....	25
Figura 11. Replanteo obra.....	26
Figura 12. Replanteo y excavación de zapatas de fundación.....	26
Figura 13. Acero de refuerzo para zapatas y columnas.....	27
Figura 14. Encofrado pedestal.....	28
Figura 15. Armado acero de refuerzo en viga de fundación.....	29
Figura 16. Vaciado viga fundación.....	29
Figura 17. Encofrado y vaciado de columnas 30x30.	30
Figura 18. Encofrado de vigas aéreas.	31
Figura 19. Mampostería catalana, grafiles de refuerzo y anclaje barra.	31
Figura 20. Perfiles metálicos soporte cubierta.	32
Figura 21. Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a compresión.....	33
Figura 22. Resultados de ensayo resistencia a compresión del concreto en vigas y zapatas.....	33
<i>Figura 23. Resultados ensayos de resistencia a compresión en columnas.</i>	<i>34</i>
Figura 24. Cronograma de actividades.	35

Figura 25. Bitácora de obra.....	36
Figura 26. Fachada final frente salon docentes.....	37
Figura 27. Fachada frontal salón coordinación.....	37
Figura 28. Fachada frontal salón coordinación.....	38

Siglas, acrónimos y abreviaturas

NSR-10

Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente 2010

Resumen

El proyecto de ampliación de la Universidad Católica Luis Amigó, sede Apartadó tuvo como finalidad la adecuación de espacios libres con los que cuenta la institución para el bienestar del personal administrativo y cuerpo estudiantil, sin perder su esencia. La ejecución de este proyecto permitió, mediante la ingeniería civil, la adecuación de nuevos espacios, el fortalecimiento de la infraestructura actual y proporcionar instalaciones adecuadas para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la comunidad universitaria de esta sede. En este sentido, la empresa Constructora Gilson Perez SAS convino con la Universidad Católica Luis Amigó la ejecución de una obra civil que permitió la ampliación y la mejora de la infraestructura existente en la sede Apartadó. Así, este trabajo tuvo como finalidad apoyar la supervisión técnica del proyecto de ampliación de la sede, mediante la verificación de las especificaciones técnicas, la supervisión de la calidad de los materiales, el control de los aspectos de seguridad y la documentación del progreso de las actividades de construcción. El proyecto planteó la construcción de un bloque para docentes, la ampliación del bloque administrativo para coordinación y director de la universidad. Por último, se hizo una unidad sanitaria que cuente con baño para ambos géneros y uno especial para personas con movilidad reducida.

Palabras clave: Supervisión, control de obra, planificación, infraestructura educativa, control técnico, NSR-10.

Abstract

The purpose of the expansion project of the Universidad Católica Luis Amigó, Apartadó headquarters was the adaptation of free spaces available to the institution for the welfare of the administrative staff and student body, without losing its essence. The execution of this project allowed, through civil engineering, the adequacy of new spaces, strengthening the current infrastructure and providing adequate facilities to meet the current and future needs of the university community of this campus. In this sense, the company Constructora Gilson Perez SAS agreed with the Universidad Católica Luis Amigó the execution of a civil work that allowed the expansion and improvement of the existing infrastructure at the Apartadó campus. Thus, the purpose of this work was to support the technical supervision of the project for the expansion of the headquarters, by verifying the technical specifications, supervising the quality of materials, controlling safety aspects and documenting the progress of construction activities. The project included the construction of a block for teachers, the expansion of the administrative block for coordination and the university director. Finally, a sanitary unit was built with a bathroom for both genders and a special one for people with reduced mobility.

Keywords: scientific article, review article, research, citation styles

1 Introducción

En un mundo en constante evolución, la educación superior desempeña un papel fundamental en la formación de futuras generaciones y en la promoción del desarrollo sostenible. Las instituciones universitarias son el epicentro del conocimiento y la innovación, y su crecimiento y expansión son esenciales para abordar las demandas cambiantes de la sociedad. En este contexto, la planificación y ejecución efectiva de proyectos de construcción y ampliación de universidades se convierten en un factor crítico para garantizar que estas instituciones puedan seguir cumpliendo con su misión de forma óptima. De acuerdo con esto unos autores resaltan:

La adecuación de la infraestructura de las instituciones educativas contribuye a mejorar los ambientes para el desarrollo pedagógico de los educandos, hecho que se traduce en aspectos motivacionales que llevan a un mejor aprehender, al tiempo que asegura la capacidad del sistema para absorber y retener al mayor número de población estudiantil y a largo plazo favorece los índices de desarrollo social de la población, aportando arraigo y correspondencia de parte de la comunidad allí formada (Cordoba & Cinfuentes, 2012).

La Universidad Católica Luis Amigó fue fundada en el año 1984, es una institución universitaria de origen católico y de carácter privado. Creada y dirigida por la Congregación de Religiosos Terciarios Capuchinos para generar, conservar y divulgar el conocimiento científico, tecnológico y cultural. Además, aportar a la formación de profesionales con conciencia crítica, ética y social; con el fin de contribuir al desarrollo integral de la sociedad (Universidad Católica Luis Amigó, 2022).

Con el transcurrir de los años esta institución ha crecido y construido sedes en diferentes zonas del país, entre las que se encuentra la sede de Apartadó en el departamento de Antioquia, que nace en el año 1989, con el fin de cualificar a los docentes de la región de Urabá con el programa de Licenciatura en pedagogía reeducativa. Para el año 2011 se terminó la construcción de la sede, con un distintivo campestre y con espacios para el desarrollo de actividades recreativas,

deportivas y culturales. Esta sede en la actualidad cuenta con dos bloques, uno para el plantel administrativo y el otro de salones de clase.

Debido al crecimiento de la población estudiantil, el incremento de la cobertura en educación superior en la región de Urabá y la expansión de los programas académicos ofrecidos por esta universidad surge la necesidad de contar con nuevas y amplias instalaciones dentro de la sede. Esto podría mejorar los espacios de los estudiantes y profesores, además contribuir significativamente al bienestar de toda la comunidad universitaria.

En este sentido, la Universidad Católica Luis Amigó mediante sus procesos de contratación, convino con la empresa Constructora Gilsen Pérez SAS la construcción de una infraestructura que permita el aprovechamiento de los espacios libres con los que cuenta esta institución en la sede Apartadó, que permitan el bienestar de su plantel administrativo y cuerpo estudiantil, sin perder su esencia. Este proyecto permitirá mediante la ingeniería civil, la mejora de las instalaciones y el fortalecimiento de la infraestructura. Además, proporcionará instalaciones adecuadas para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la comunidad universitaria. Para este proyecto se construyó un bloque para docentes, el cual cuenta con un espacio personal para atender a sus estudiantes, este bloque cuenta con una unidad sanitaria con inclusión para personas con movilidad reducida. Por otra parte, se amplió el bloque administrativo para el área de coordinación y dirección de la universidad, esta también contó con una unidad sanitaria. Por último, se realizó una unidad sanitaria que cuenta con baño para ambos géneros y uno especial para personas con movilidad reducida. Estructuralmente se utilizó un sistema aperturado y para la cubierta se usó un sistema de cerchas metálicas con tejas termoacústica. Es por esto que el objetivo de este trabajo se enfocó en el apoyar la supervisión y control del proceso constructivo de esta obra, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas acordadas por la Constructora Gilsen Pérez SAS, así como el cumplimiento de los planos dados por el director de la obra y el ingeniero calculista. Además, se usó el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente 2010 - NSR-10.

2 Justificación

La constructora Gilson Pérez SAS es una empresa dedicada a la construcción civil y al mejoramiento de infraestructura de diferentes tipos de uso, en este caso, convino con la Universidad Católica Luis Amigó la construcción y mejoramiento de las instalaciones de esta institución en la sede ubicada en el municipio de Apartadó. Por tal motivo, la constructora Gilson Pérez SAS requería apoyo de un practicante en la supervisión técnica de este proyecto de construcción.

Así, este trabajo se enfocó en apoyar la supervisión técnica del proyecto de ampliación de la Universidad Católica Luis Amigó, sede Apartadó. Aportando y afianzando los conocimientos adquiridos durante el pregrado de ingeniería civil de la Universidad de Antioquia, como la verificación de especificaciones técnicas establecidas para los procesos constructivos, la evaluación y seguimiento de las actividades de construcción y la supervisión de la calidad de los materiales utilizados en obra.

Al final el trabajo realizado por la constructora permitió la ampliación de la sede Apartadó de la Universidad Católica Luis Amigó, logrando construir un nuevo bloque de docentes, la ampliación del bloque administrativo y una nueva unidad sanitaria.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Apoyar la supervisión técnica del proyecto de ampliación de la Universidad Católica Luis Amigó, sede Apartadó, de acuerdo con las especificaciones técnicas adoptadas por la Constructora Gilsen Pérez SAS.

3.2 Objetivos específicos

- Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas por la Constructora Gilsen Pérez SAS en todas las etapas del proyecto de ampliación.
- Evaluar y documentar el progreso de las actividades de construcción, identificando posibles desviaciones en tiempo y presupuesto, y proponer acciones correctivas.
- Supervisar la calidad de los materiales utilizados en la construcción y asegurarse de que cumplan con los estándares especificados.

4 Marco teórico

El proyecto de ampliación de las instalaciones de la Universidad Católica Luis Amigó, sede Apartadó, surgió como una necesidad para cumplir con las exigencias que la misma comunidad universitaria demandaba en la actualidad. Por esto se optó por la construcción en tres frentes de obra, uno para un nuevo salón de docentes, otro para un bloque administrativo y, por último, para una unidad sanitaria

La supervisión técnica de este tipo de obras civiles implica el conocimiento de la normatividad y regulaciones actuales, además la interpretación adecuada de diseños y planos, que a su vez implica conocimientos sobre estructuras, cimentaciones, sistema de agua y saneamiento, diseño arquitectónico, entre otros. De acuerdo con el título I de la NSR-10 (2010), durante la supervisión de obras se debe considerar la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural.

Las construcciones civiles en Colombia, y en general, el ejercicio de la profesión del ingeniero o ingeniera civil, están reguladas por el *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*, a su vez reglamentado por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 y modificado parcialmente por el Decreto 945 del 5 de junio de 2017. En este sentido, es importante resaltar lo estipulado en la Sección A.1.1.1 de la NSR-10 que dice que “*el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia debe someterse única y exclusivamente a los criterios y requisitos mínimos que se establecen en las Normas Sismo Resistentes Colombianas, las cuales se indican a continuación: (a) La ley 400 de 1997, (b) La Ley 1229 de 2008, (c) El Decreto-Ley 0019 de 2012, (d) La Ley 1796 de 2016 , (e) El presente reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR-10, y (f) Las resoluciones expedidas por la “Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes” creada por el artículo 39 de la Ley 400 de 1997 y adscrita al ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio*”. Es importante señalar que el código de construcción colombiano plasmado en la NSR-10 es ley de la República, lo que implica un obligatorio cumplimiento por parte de los profesionales facultados para la construcción de edificaciones.

De manera particular es importante resaltar que de acuerdo con el tipo de obra que se desarrolló en este trabajo, la NSR-10 estipula en la sección A.2.5.1.2 literal (d) que las universidades se encuentran dentro del grupo de uso III, Edificaciones de atención a la comunidad, lo que implica que las especificaciones técnicas del proyecto de ampliación de la Universidad Católica Luis Amigo, sede Apartadó, deben ser las estipuladas para este grupo de uso.

Existen diferentes sistemas estructurales que pueden ser usados en la construcción de edificaciones. Como el sistema de pórtico el cual está compuesto por una estructura con vigas y columnas, que son capaces de resistir los momentos y las cargas verticales y horizontales a las que se encuentre sometida la estructura. A este sistema se le puede realizar diversas modificaciones en el interior de la estructura, además en este caso es un proceso de construcción económico ya que consta de un solo nivel (Ingegeek, 2021).



Figura 1. Sistema de pórtico.

Nota. Tomado de: <https://www.ingegeek.site/2021/12/07/sistemas-estructurales-de-concreto-armado/>.

También está el sistema de muros de carga, donde las cargas verticales son resistidas por los muros, no dispone de pórticos completos y las fuerzas horizontales son resistidas por los muros. Este tipo de sistema también es empleado para una edificación de gran magnitud.



Figura 2. Sistema muros de carga (muro estructural).

Nota. Tomado de: <https://www.ingegeek.site/2021/12/07/sistemas-estructurales-de-concreto-armado/>.

Y por último, el sistema combinado es el que está conformado por muros de carga y un sistema de pórtico, comúnmente usados en las grandes edificaciones como rascacielos, proyectos con características especiales o cargas concentradas en ciertos puntos.



Figura 3. Sistema dual.

Nota. Tomado de: <https://www.ingegeek.site/2021/12/07/sistemas-estructurales-de-concreto-armado/>

Por otro lado, la cimentación representa una parte fundamental de una edificación porque permite transmitir las cargas de los elementos estructurales al suelo. También existen diferentes tipos de cimentación, superficiales y profundas. En la superficiales se tienen las zapatas aisladas, que son la base para los elementos estructurales puntuales donde las cargas a transmitir sean moderadas; zapatas combinadas, que se usan cuando las zapatas aisladas se encuentran muy juntas

o se solapan; y las losas de cimentación, que son una placa flotante apoyada sobre el terreno y estas se usan cuando el área que ocupan los otros tipos de zapatas tiene un porcentaje elevado con respecto al área del terreno. Por otra parte, el tipo de cimentación profunda, es la encargada de transportar la carga de una estructura a través de suelos que se caracterizan por ser débiles o rellenos hasta tipos de suelos o rocas que cuentan con una mayor capacidad portante y que son menos comprensibles en profundidad (ABC Geotechnical Consulting, s.f.). Dentro de este se encuentran los pilotes que como se indica en Conarsac (2023), son empleados en proyectos con cargas muy elevadas y concentradas, o cuando las cargas superan la capacidad portante del terreno.

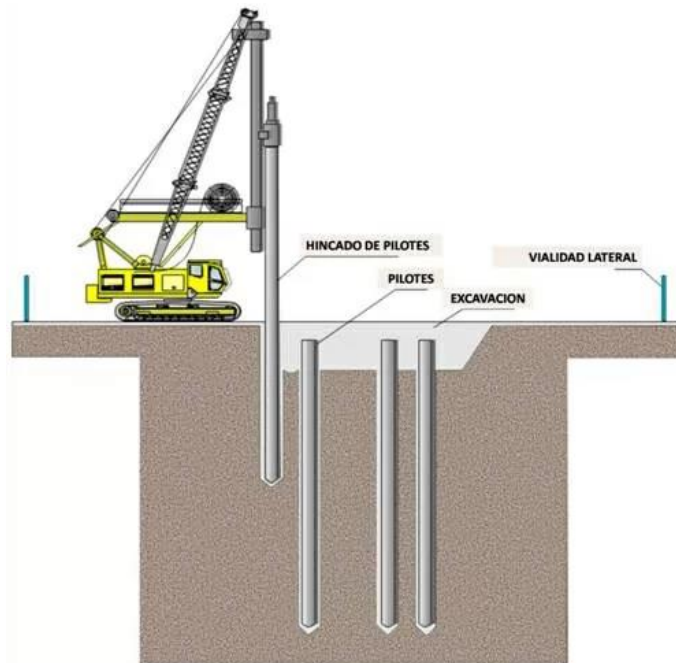


Figura 4. Pilotes

Nota. Tomado de: <https://arqzon.com.mx/2022/05/29/cimentacion-por-pilotes-de-cimentacion/>.

Otro tipo de cimentación profunda son los muros de pantalla cuya función es contener las tierras y el agua, y así evitar el colapso de las paredes de la excavación. Además, pueden actuar como cimentación de la estructura, transmitiendo las cargas al terreno mediante rozamiento o punta (RIBECO, s.f.)



Figura 5. Muro de pantalla

Nota. Tomado: <https://www.ribecosl.com/noticias/muro-pantalla-que-es>.

El sistema estructural para la universidad Católica Luis Amigó sede Apartadó es el sistema de pórticos, esto debido a su diseño de un solo nivel y continuidad de las instalaciones Además porque da facilidad en la construcción y permite continuar con la esencia de este espacio. Para la cimentación el sistema empleado debido a la magnitud del proyecto y a la distribución de los elementos estructurales es la zapata aislada.

La documentación de los avances de obra permite mantener un control en los progresos de las diferentes actividades a ejecutar durante un proyecto, además de poder identificar posibles retrocesos en obra, como indica Tellez (2023) es importante recopilar actualizaciones diarias del equipo de construcción. La implementación de un sistema de informes diarios proporcionará información en tiempo real para detectar cualquier problema o preocupación que pueda surgir.

Para esto se puede usar una bitácora donde se apuntan todos los avances de obra en cantidad de actividades realizadas, el personal que se presentó en obra, los materiales usados y retrasos o cambios durante la ejecución de esta. Otra forma, es apoyarse en el cronograma de obra, en este se encuentran las actividades críticas a desarrollar con sus tiempos de duración. También se puede evidenciar los avances mediante inspecciones de campo del proyecto. Estas inspecciones te

permiten evaluar la calidad del trabajo, identificar posibles desviaciones del plan y garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad (Tellez, 2023).

Para la supervisión de la calidad de los materiales usados en obra se puede realizar pruebas y ensayos de materiales y componentes de construcción para verificar su calidad y conformidad con los estándares (JLV CONSULTORES, s.f.). En obra es necesario hacer ensayos de resistencia a compresión del concreto y pedir certificados de calidad de los materiales, en especial del acero, que son la base para la construcción de la estructura, con el fin de garantizar que los estos cumplen con las especificaciones técnicas dadas para el proyecto.

5. Metodología

La verificación de las especificaciones técnicas del proyecto de ampliación en la Universidad Católica Luis Amigó, se realizó mediante inspecciones de campo para corroborar que lo exigido en el plano se estuviera cumpliendo a cabalidad. En este control se hizo uso de diferentes herramientas que permitieron dicha verificación, como el metro, plomada, escuadra en terreno y los planos. Se revisaron que los elementos estructurales estuvieran a la distancia y la medida correctas, además del recubrimiento indicado, aplomado y escuadrado. Por otra parte, la verificación de los materiales usados, fue con inspección visual, donde se tuvo en cuenta los conocimientos e indicaciones dadas por el ingeniero de la obra; en cuanto al acero de refuerzo se hizo este tipo de inspección para confirmar que las barras usadas en cada elemento presentaran el tamaño indicado en los planos y cumplieran con los respectivos traslapes según el número de barra usado y estribos empleados en cada elemento. Para el concreto se siguieron las indicaciones dadas en el plano y por el ingeniero, la cual constó en llevar la cuenta del material usado para cada bulto de concreto, realizando la mezcla con la dosificación correcta según la especificación.

La evaluación y documentación del progreso de las actividades en obra se hicieron utilizando dos métodos, el primero fue mediante la bitácora de obra, en la que se proporcionó la información diaria del personal presente en obra, los materiales, las herramientas usadas y la cantidad de las actividades realizadas, además, en esta quedaron escritas las modificaciones que se hicieron, cada una de ellas con previa autorización por parte de la interventoría y del ingeniero encargado. También se dejaron escrito los contratiempos que se presentaron en la obra y el porqué de este, ya fuera por el estado del clima, falta del personal u otros contratiempos. El otro método que se usó fue el cronograma de obra, donde se indica la fecha de inicio y fin de cada una de las actividades que debían ser realizadas para cumplir con el proyecto. Cada actividad tenía un plazo de ejecución estimado, para evaluar el avance se fue subrayando el cronograma según el tiempo real que se tardó cada actividad en ser hecha, desde su inicio a su fin.

En cuanto a la supervisión de la calidad de los materiales en obra, se hicieron inspecciones, solicitud de certificados de materiales y pruebas de laboratorio; las inspecciones realizadas al recibir los materiales primeramente fueron visual, donde se verifica que estos llegaran en correcto

estado, con la cantidad y la especificación solicitada para cada uno de ellos. Luego se procedió a pedir certificados de calidad de ciertos materiales a las empresas proveedoras, esto para garantizar que la materia prima usada en la obra, cumplía con los criterios exigidos en las especificaciones técnicas que se encontraban en el plano. También se hicieron ensayos de laboratorio al concreto, en este, se tomaron muestras para concreto en zapatas, vigas y columnas, se procedió a hacer el ensayo a compresión del concreto a cada uno de los elementos mencionados y se verificó que los resultados dados en el ensayo si cumplía con la resistencia solicitada para el proyecto.

6. Resultados

6.1 Supervisión y verificación de especificaciones técnicas de la obra.

La verificación de las especificaciones técnicas se hizo de mano de los planos, y del trabajo de campo. Con el primero se buscó garantizar que los elementos realizados en la obra representaran lo indicado en cuando a cotas, medidas, dimensiones y espaciamiento de los diferentes elementos que hacen parte del sistema constructivo.

La obra Luis amigo consta de tres frentes diferentes, todos de un nivel, cuyas columnas y viga de fundación fueron realizadas de 30x30 cm. Las columnas de mayor elongación tienen una longitud de 5,30m de altura en su parte más alta respecto al piso, correspondiente al eje 5 en plano y en el eje 1 consta con una altura de 2,9 m en su parte más baja correspondientes al frente salón de docentes con un área superficial de 231,34 m². Las vigas aéreas fueron diseñadas de 25x25cm a una altura de 2,3m del piso. Este tipo de diseño se comparte en los demás frentes lo que varía son las alturas de las columnas, puesto que los demás frentes, salón coordinación y unidad sanitaria, tiene un área superficial menor de 150,31 m² y 39,5 m² respectivamente.

A continuación, se presentan las figuras 6, 7, 8 y 9 donde se muestran los detalles, la distribución y características de cada elemento estructural que hizo parte del proyecto y los cuales fueron llevados a la realidad.

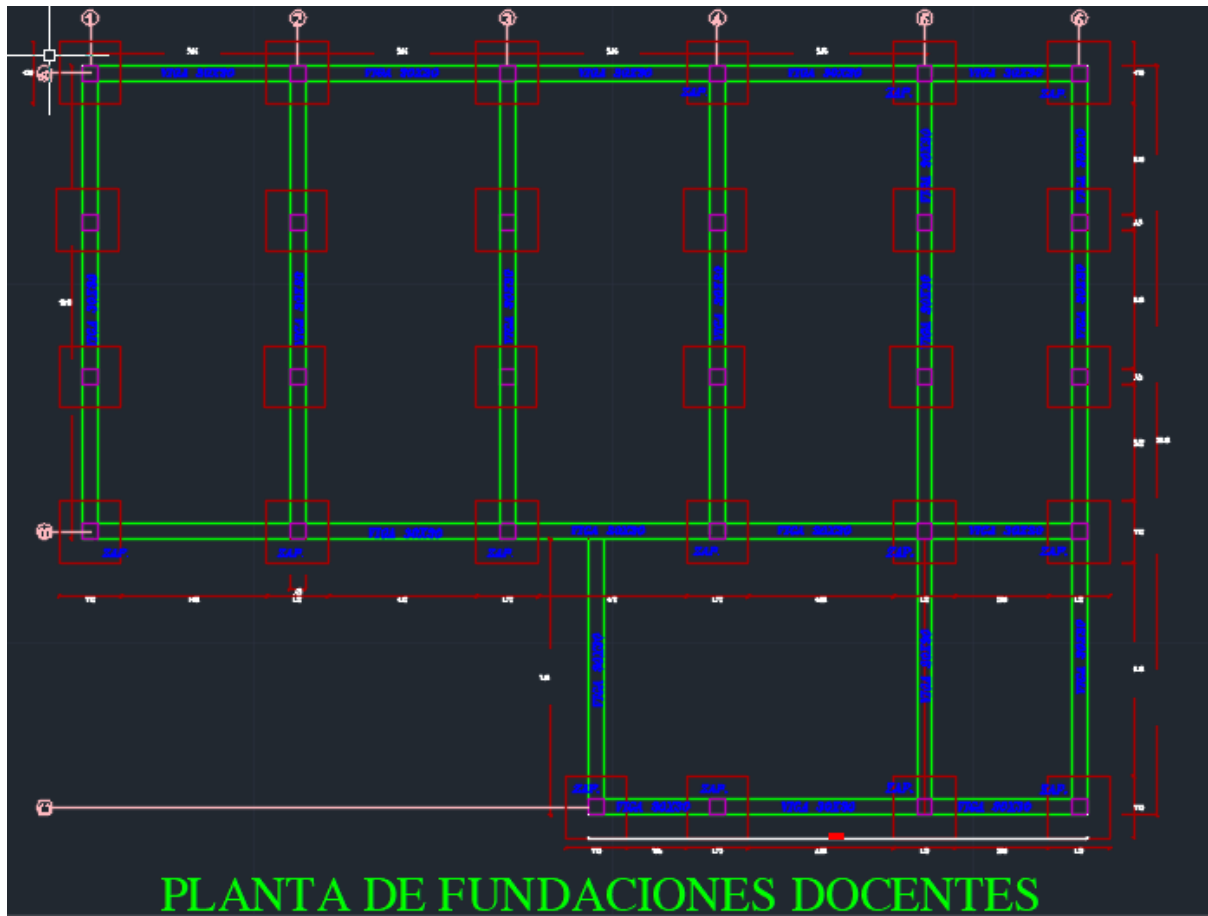


Figura 6. Plano planta de fundaciones salón docentes.

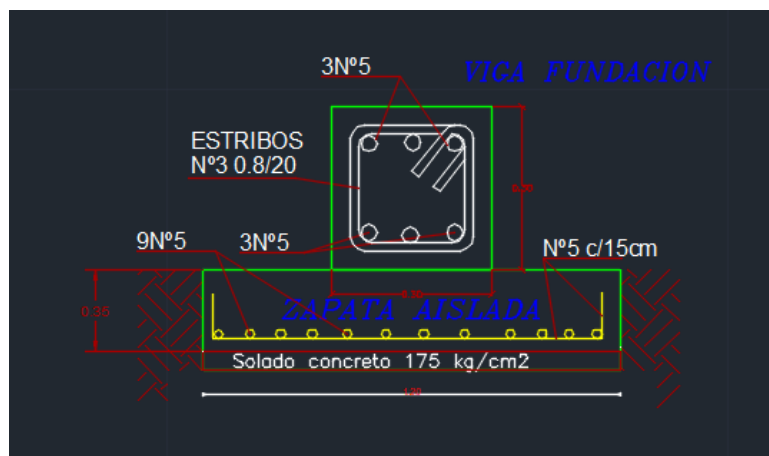


Figura 7. detalle zapata y viga fundación.

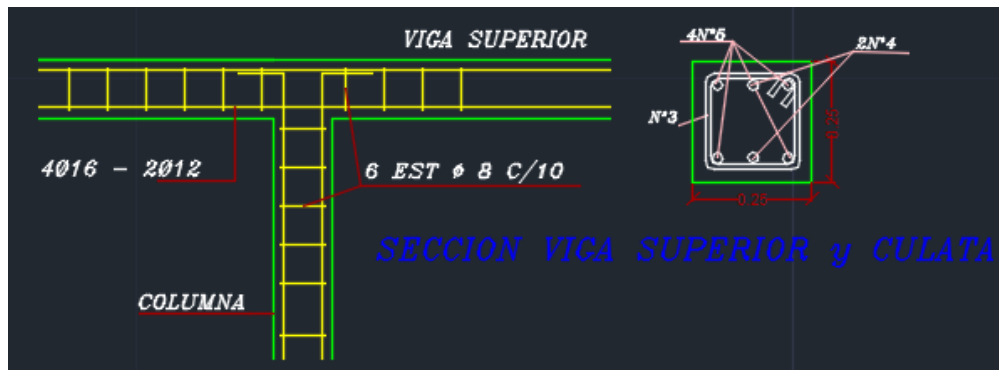


Figura 8. Detalle viga superior.

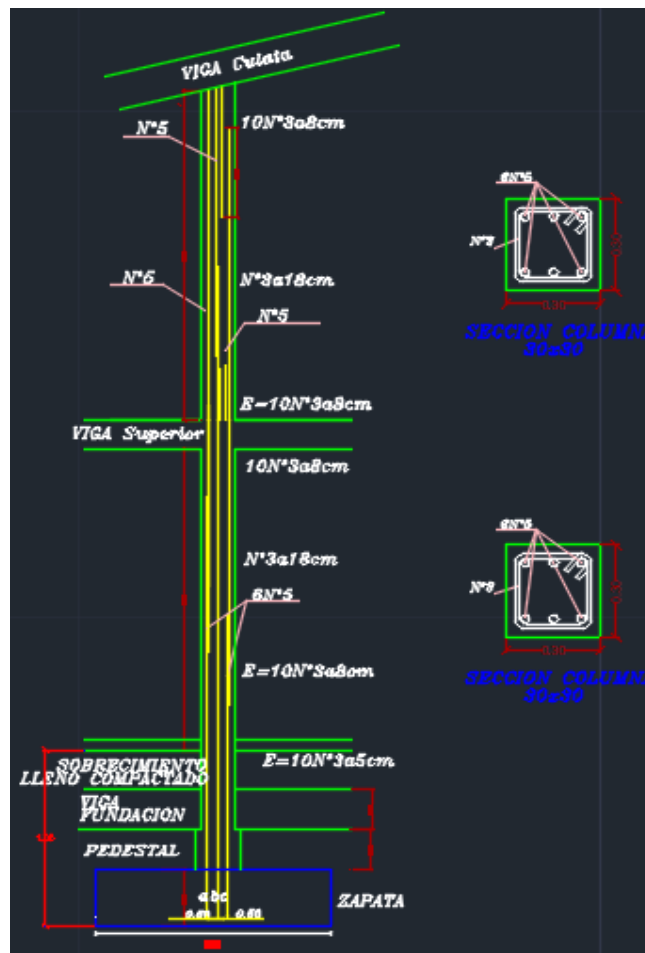


Figura 9. Vista y especificación de columna y estribos.

La cubierta fue hecha en teja standing sean, la cual es una cubierta realizada e instalada en obra, sin traslape que consta de dos laminas galvanizadas, en el centro llevó un aislante, para esta obra se usaron láminas de poliestireno de alta densidad como material aislante.

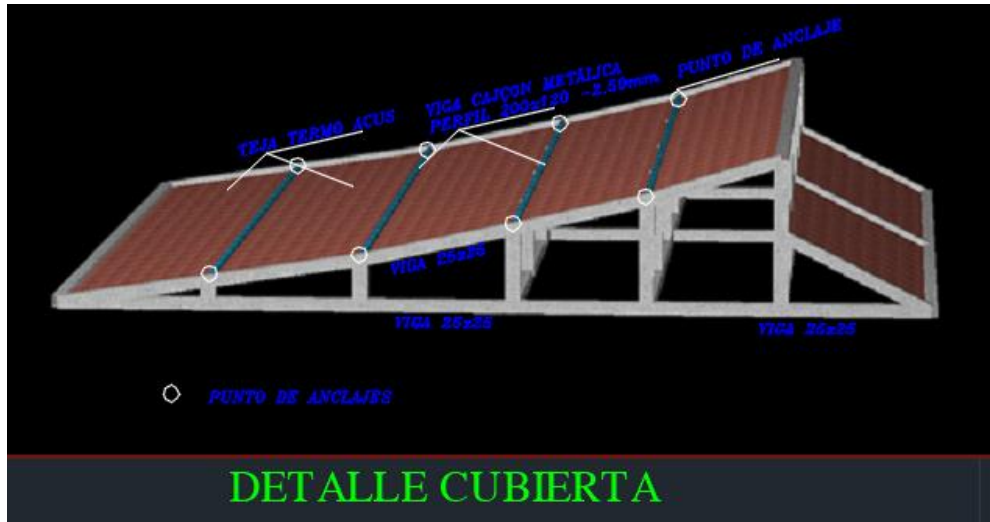


Figura 10. Detalle cubierta.

Teniendo los planos y especificación de estos, ya se conoce y se tiene presente las características pertenecientes a los diferentes elementos que conformaran la estructura, con esto se garantiza que el sistema estructural será capaz de suplir las demandas recibidas, por esto, se llevó a campo todo lo que estaba plasmado en planos en el proceso constructivo.

Durante el proceso constructivo en campo se veló por la calidad de los elementos estructurales, es por lo que fue de suma importancia la supervisión de obra ya que aquí es donde más atento se tuvo que estar, verificando en campo y recibiendo cada avance hecho por las cuadrillas.

Para la construcción de los diferentes frentes, se inició por el replanteo del sitio donde estarían ubicados cada frente, posterior a esto la ubicación de cada una de las zapatas, que constarían de una dimensión de 1.2 x 1.2 m y una altura de 35 cm. Posterior a esto se realizaron las excavaciones, el figurado y el armado del acero para las zapatas y el levantamiento de las columnas.



Figura 11. Replanteo obra.

En el replanteo de la obra lo que se hizo fue ubicar donde iba a estar la obra general como se ve en la figura 11, esto se realizó a cada uno de los frentes, donde se ubicaron los ejes principales para esta actividad (ejes de las esquinas) continuo a esto se verifico la escuadra de cada uno de estos.



Figura 12. Replanteo y excavación de zapatas de fundación.

Posterior, se hizo el replanteo de cada uno de los ejes e intersecciones que estaban en el sistema de fundación con la verificación de las escuadras, con esto, se procedió a la excavación de zapatas y vigas de fundación como se ve en la figura 12.



Figura 13. Acero de refuerzo para zapatas y columnas

Antes de realizar el vaciado de zapatas, se colocó un solado pobre en el cual se posaría este elemento, junto con la posesión del acero que formaría parte de las columnas como se evidencia en la figura 13. Luego, se vaciaron las zapatas, dejando un recubrimiento de 5 cm en la parte inferior y se inició el armado de las formaletas para los pedestales o dados en cada una, representado en la figura 14. Estos dados fueron los encargados de transmitir el peso de la viga de fundación y luego transmitir esa carga a las zapatas como se puede ver en la siguiente figura.



Figura 14. Encofrado pedestal.

Seguido de esto, se armó el acero de refuerzo y las formaletas de las vigas de fundación para poder vaciarlas, como se muestra en la figura 15 y 16. Esto fue necesario para la continuación del esqueleto de la estructura.



Figura 15. Armado acero de refuerzo en viga de fundación.



Figura 16. Vaciado viga fundación

Teniendo las bases de fundación listas se procedió a encofrar las columnas encargadas de soportar y transmitir las cargas provenientes de los elementos estructurales y no estructurales que tuvo la estructura como se ve en la figura 17.



Figura 17. Encofrado y vaciado de columnas 30x30.

De esta manera se estuvo realizando todo el esqueleto de la estructura, posterior vaciado de las columnas, se inició el formateado y vaciado de las vigas aéreas mostrado en la figura 18. Todo esto rigiéndose a lo que especificaba el plano en cuanto a refuerzo y dimensiones, todos estos procesos se supervisaron para que las columnas quedaran aplomadas, con los refuerzos y recubrimientos exigidos.



Figura 18. Enconfrado de vigas aéreas.

Cuando se tuvo todo el esqueleto de la estructura se procedió a pegar la mampostería a la vista con ladrillo tipo catalán y este se aseguró colocando grafiles de 4mm más un anclaje adicional de barra de $\frac{1}{4}$., mostrado en la figura 19.



Figura 19. Mampostería catalana, grafiles de refuerzo y anclaje barra.

Para la instalación de la cubierta con teja Standing Seam fue necesario el uso de perfiles metálicos ubicados de manera transversal y longitudinal, encargados de soportar la estructura de la cubierta que fue instalada, sobre estos se armó toda la cubierta, ver la figura 20.



Figura 20. Perfiles metálicos soporte cubierta.

6.2 Verificación de la calidad de los materiales

En cuanto a la calidad de los materiales en especial el acero y el concreto, para el primero se solicitaron los certificados de calidad y se verificó que el material y la cantidad pedida fuera la solicitada, mientras que el concreto utilizado en obra fue un concreto hecho in-situ, este se hizo con mezcladora, la cual fue llenada de manera manual por los trabajadores de la obra mediante canecas y transportado en coches a los diferentes frentes de obra para ser usado en zapatas, columnas, vigas de fundación y vigas aéreas. Este fue un concreto realizado siguiendo la dosificación dada por el calculista de los planos estructurares, en la cual fue pedido un concreto con resistencia de 3000psi.

La mezcla fue hecha usando una relación de 4:4:1; 4 baldes de arena de concreto, 4 baldes de triturado lavado y 1 bulto de cemento, de la mezcla se sacaron 8 muestras en cilindros, ver figura 21, fueron llevados al laboratorio para realizar el ensayo a compresión del concreto y verificar que si cumpliera con las especificaciones solicitada. A estos cilindros se le realizaron pruebas a los 7, 14 y 28 días luego de haber sido llevados y estar en periodo de curado.

En la figura 22 y 23 están los resultados obtenidos en el laboratorio, para los diferentes elementos zapatas, columnas y vigas.



Figura 21. Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a compresión.



		Nit: 900268808-1 Cll 91 No. 95a-62 B/ Manzanares Apartado-Antioquia Tel: (604) - 8427881 Cel: 3104353851 Labsuelosltda@yahoo.es		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE CILINDROS DE CONCRETO							
LABSUELOS INGENIERIA SAS		Servicios de laboratorio de suelos, concretos, pavimentos e ingeniería civil		NORMA INVÍAS E - 410							
OBRA:		Universidad Católica Luis Amigó									
CLIENTE:		CONSTRUCTORA GILSEN PEREZ S.A.S		FECHA DE INGRESO:		lunes, 18 de septiembre de 2023					
RESPONSABLE:		CONSTRUCTORA GILSEN PEREZ S.A.S		INFORME FINAL:		miércoles, 13 de diciembre de 2023					
DESCRIPCIÓN:		Control de calidad de cilindros de concreto (6x12)*		MUNICIPIO:		Apartadó					
				DEPARTAMENTO:		Antioquia					
ENSAYO N°	CILINDRO N°	FECHA DE VACIADO	DÍAS DE CURADO	FECHA DE FALLA	LOCALIZACIÓN/ELEMENTO	F'c DISEÑO (psi)	ASENT (cm)	CARGA APLICADA (KN)	RESISTENCIA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A F'c
									(Kg/cm²)	P.S.I	
121	1	15/09/2023	7	22/09/2023	VIGAS	3000	10	313,19	181	2582	86%
156	2	15/09/2023	14	29/09/2023		3000		436,97	252	3602	120%
232	3	15/09/2023	28	13/10/2023		3000		478,21	276	3942	131%
TESTIGOS	4	15/09/2023	56	10/11/2023	3000			0	0	0%	
122	5	15/09/2023	7	22/09/2023	ZAPATAS	3000		339,21	196	2796	93%
157	6	15/09/2023	14	29/09/2023		3000		362,03	209	2985	99%
235	7	15/09/2023	28	13/10/2023		3000		464,91	268	3833	128%
TESTIGOS	8	15/09/2023	56	10/11/2023		3000			0	0	0%
		EDAD DIAS		3 7 14 28			CONVERSION DE UNIDADES				
		Resistencia Estimada a 28 días		45% 70% 80% 100%			(1 Psi = 0,0703 Kg/cm2 : 1 Kg/cm2 = 0,1 Mpa)				
Observacion:		Testigos en el laboratorio									
NORBEY A MORELO G. NORBEY ALEJANDRO MORELO GONZALEZ AUXILIAR DE LABORATORIO ELABORÓ		 ING. EDELIN PALACIOS MENA ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES M.P. 03202090693 ANT. REVISÓ Y APROBÓ									

Figura 22. Resultados de ensayo resistencia a compresión del concreto en vigas y zapatas.




		Nit: 900268808-1 Cll 91 No. 95a-62 B./ Manzanares Apartadó-Antioquia Tel: (604) - 8427881 Cel: 3104353851 Labsuelosltda@yahoo.es		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE CILINDROS DE CONCRETO							
				NORMA INVIAS E - 410							
Servicios de laboratorio de suelos, concretos, pavimentos e ingeniería civil											
OBRA:		Universidad Católica Luis Amigó									
CLIENTE:		CONSTRUCTORA GILSEN PEREZ S.A.S		FECHA DE INGRESO: jueves, 21 de septiembre de 2023							
RESPONSABLE:		CONSTRUCTORA GILSEN PEREZ S.A.S		INFORME FINAL: miércoles, 13 de diciembre de 2023							
DESCRIPCIÓN:		Control de calidad de cilindros de concreto (6x12)*		MUNICIPIO: Apartadó							
				DEPARTAMENTO: Antioquia							
ENSAYO N°	CILINDRO N°	FECHA DE VACIADO	DÍAS DE CURADO	FECHA DE FALLA	LOCALIZACIÓN/ELEMENTO	FC DISEÑO (psi)	ASENT (cm)	CARGA APLICADA (KN)	RESISTENCIA A LA FECHA.		PORCENTAJE CON RESPECTO A F' C
									(Kg/cm²)	P.S.I	
160	1	19/09/2023	7	26/09/2023	COLUMNAS	3000		387,01	223	3191	106%
161	2	19/09/2023	7	26/09/2023		3000		369,78	213	3048	102%
176	3	19/09/2023	14	03/10/2023		3000		401,32	232	3309	110%
177	4	19/09/2023	14	03/10/2023		3000		381,32	220	3144	105%
299	5	19/09/2023	28	17/10/2023		3000		442,54	255	3648	122%
300	6	19/09/2023	28	17/10/2023		3000		427,17	247	3522	117%
TESTIGOS	7	19/09/2023	56	14/11/2023		3000			0	0	0%
TESTIGOS	8	19/09/2023	56	14/11/2023		3000			0	0	0%
			EDAD DIAS	3	7	14	28	CONVERSION DE UNIDADES			
			Resistencia Estimada a 28 días	45%	70%	80%	100%	(1 Psi = 0,0703 Kg/cm² : 1 Kg/cm² = 0,1 Mpa)			
Observacion:						Testigos en el laboratorio					
 NORBEY ALEJANDRO MORELO GONZALEZ AUXILIAR DE LABORATORIO						 INGS. EDELIN PALACIOS MENA ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES M.P. 05202090693 ANT.					
ELABORÓ						REVISÓ Y APROBÓ					

Figura 23. Resultados ensayos de resistencia a compresión en columnas.

6.3 Evaluación y documentación del progreso de actividades

Los avances de la obra fueron medidos mediante el cronograma de obra, el cual era actualizado con ayuda de la bitácora (figura 25), en esta se escribían todas las actividades junto con el avance realizado, además de plasmar los materiales usados y personal que se encontraban cada día en la obra, también, se reportaban las novedades del tiempo (clima) si se presentaban lluvias, la duración de estas y cambios realizados por interventoría y el ingeniero encargado.

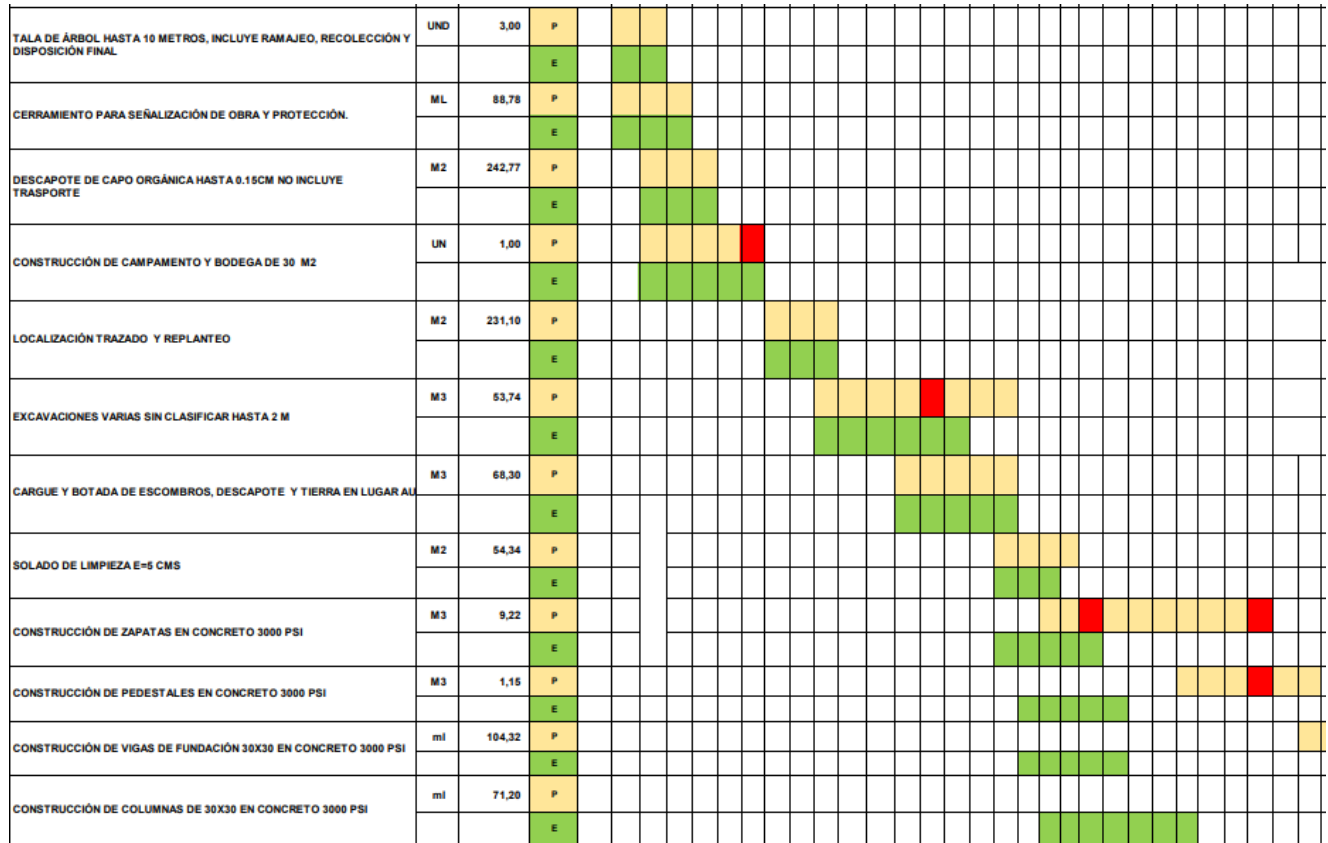


Figura 24. Cronograma de actividades.

Con el cronograma, figura 24, se pudo visualizar como se fue avanzando en el desarrollando de las actividades de obra en tiempo real y los tiempos de duración en la ejecución de actividades, para así, garantizar o buscar la manera de cumplir en el tiempo de entrega de la obra. En verde y con la letra E se representaron lo que se ha ejecutado de dicha actividad y con la P, en un color piel el tiempo estimado en la programación.

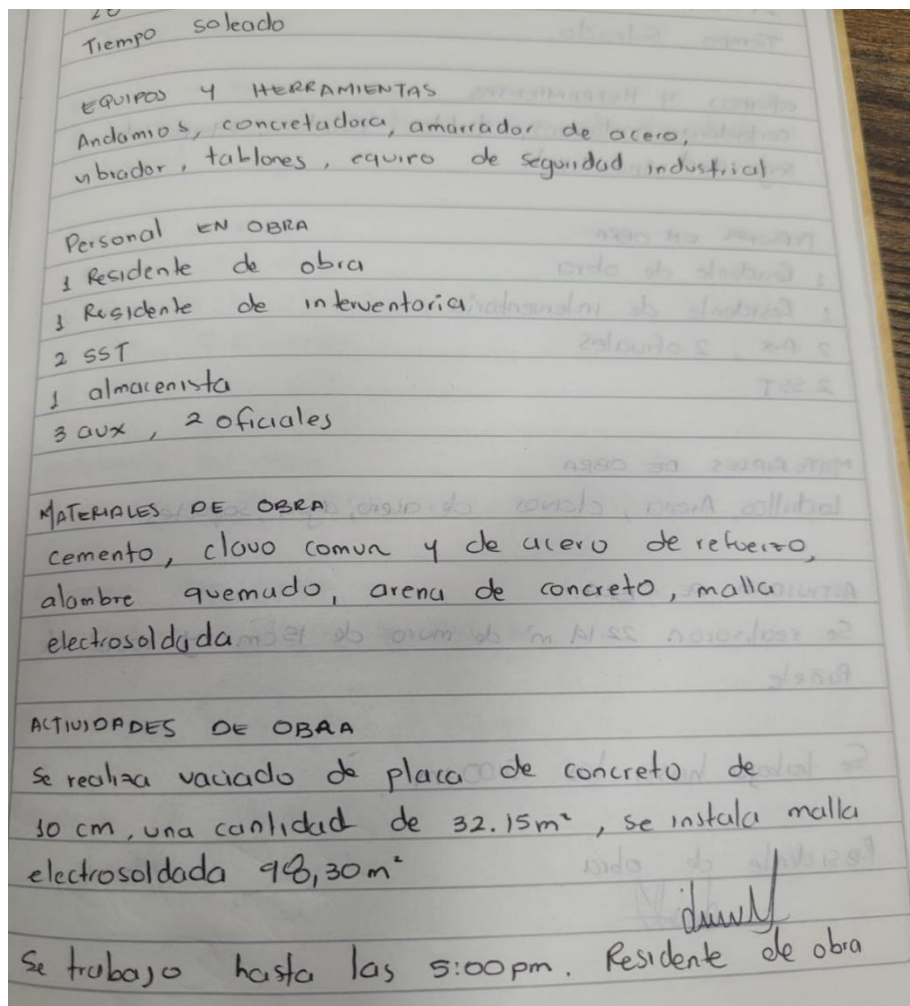


Figura 25. Bitácora de obra.

Durante el proyecto de ampliación llevado a cabo en la Universidad Católica Luis Amigó. Teniendo en cuenta la supervisión técnica, los planos y poniendo en práctica los conocimientos obtenidos y dados por el ingeniero residente durante este proceso, se logró el dar el apoyo en la ejecución, control y la supervisión técnica del proyecto, lo cual permitió obtener los resultados de obra esperados en todos los frentes.



Figura 26. Fachada final frente salon docentes.



Figura 27. Fachada frontal salón coordinación.



Figura 28. Fachada frontal salón coordinación.

7 Conclusiones

Durante la supervisión técnica en obra hay que ser precavidos y rectificar siempre todos los elementos tanto estructurales como no estructurales que hacen parte del proyecto para prevenir retrasos a futuro. Algo importante en esto, es el encofrado de columnas las cuales deben de ser aplomadas antes del vaciado y después de ese, para evitar posibles movimientos durante el vaciado y vibrado, que puedan la demolición del elemento por el desplome que puedan llegar a presentar.

La figura 26, 27 y 28 representan el resultado del trabajo de campo, la supervisión técnica, el control y el apoyo que realizado junto con la constructora Gilson Perez SAS para poder darle vida a un proyecto que en un inicio como todos estaba solo en planos y en lo digital.

En los ensayos de laboratorio de resistencia a compresión del concreto, figura 22 y 23, se evidencia que luego de los 28 días, el concreto para zapatas, vigas y columnas superar la carga de diseño solicitada (3000psi), esto garantiza que el concreto cumple con lo especificado en el plano estructural.

En obra los retrasos más frecuentes que se dieron fue debido al tiempo (clima) y la falta del personal, estos factores hacen que se retrasen los tiempos estimados en los cronogramas, ya que obliga a buscar una solución para darle continuidad a las actividades en el peor de los casos a la suspensión de estas.

Referencias

- ABC Geotechnical Consulting. (s.f.). *ABC Geotechnical Consulting*. Obtenido de <https://www.mecanicasuelosabcchile.com/cimentaciones-profundas/#:~:text=Tipos%20de%20Cimentaciones%20Profundas,muros%20pantalla%20C%20y%20los%20pilotes>.
- ArquiSejos. (6 de marzo de 2019). *Arquisejos*. Obtenido de <https://arquisejos.com/cronograma-de-obra/>
- Conarsac. (1 de Agosto de 2023). *CONARSAC*. Obtenido de <https://conarsac.com/blog/cimentaciones-profundas/>
- Ferrovial. (s.f.). Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-constructivos/#:~:text=Los%20procesos%20constructivos%20son%20el,infraestructura%20en%20un%20determinado%20tiempo>.
- INACAP. (s.f.). *INACAP*. Obtenido de https://www.inacap.cl/web/material-apoyocedem/profesor/Construccion/Taller-de-Construccion/G05_Taller_de_Construccion._Especificaciones_Tecnicas.pdf
- Ingegeek. (7 de Diciembre de 2021). *Ingegeek*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ingegeek.site%2F2021%2F12%2F07%2Fsistemas-estructurales-de-concreto-armado%2F&psig=AOvVaw1tWGZONWzpfXGI3-0BpOiQ&ust=1709393392591000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjhxqFwoTCIj7o_Cw04QDFQAAA
- JLV CONSULTORES. (s.f.). Obtenido de <https://www.jlvconsultores.com/6-aspectos-clave-del-control-de-calidad-en-la-supervision-de-obra/>
- Obiedo, A. (s.f.). *Geo*. Obtenido de <https://geo-webonline.com/fundaciones-en-la-ingenieria-civil/>
- Pactar. (26 de Abril de 2022). *Pactar*. Obtenido de <https://pactar.co/muros-vaciados-o-sistema-aporticado/#:~:text=El%20sistema%20tradicional%20o%20aporticado,estructurales%20%20haciendo%20que%20el%20concreto>
- RIBECO. (s.f.). *RIBECO ESTRUCTURAS Y OBRAS*. Obtenido de <https://www.ribecosl.com/>
- Romero, R. (2004). La supervisión de obra. En R. Romero. Merida, Mexico.: Ingeniería.
- Tellez, I. (13 de Noviembre de 2023). *Foco en obra*. Obtenido de <https://focoenobra.com/blog/seguimiento-de-obra-y-control-avance/>
- VQ Ingeniería. (s.f.). *VQ Ingeniería*. Obtenido de <https://www.vqingenieria.com/la-importancia-de-la-supervision-de-obras-en-el-exito-de-un-proyecto>