

Apoyo técnico en la inspección de actividades de construcción de viviendas y seguimiento y control de avance de obra de construcción proyecto Asturias Hogares Felices – M&S

CONCIVEL S.A.S.

Jorge Gustavo Rendón Negrette

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Alexis Vega Argüello

Ingeniero Civil, Especialista en Estructuras y Gerencia de Proyectos de Construcción

Tutora

Melissa Isabel Mejía Serrano

Ingeniera Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A mis padres, Germán y Adriana, a quienes debo la vida y nunca me bastarán las palabras ni los hechos para agradecer por el amor y la formación que me brindaron.

A mis hermanos David y Liz, a quienes admiro por ser mi apoyo incondicional durante todos estos años.

A mis sobrinos Simón y Alicia, a quienes amo con cada fibra de mi ser y que me brindan alegría con sus ocurrencias.

Los amo y todo esto es por ustedes.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander, por ser el Alma Mater que me brindó la oportunidad de lograr el título de ingeniero civil.

A mis profesores Giovanni Calderón y Sandra Villamizar de quienes aprendí no solo aspectos técnicos sino también lecciones que durarán toda mi vida.

A mi profesor y director de proyecto Alexis Vega, por su paciencia y colaboración durante las prácticas empresariales.

A la empresa M&S CONCIVEL S.A.S y en especial a la ingeniera Melissa Mejía, quien me brindó la oportunidad de dar mis primeros pasos como ingeniero civil y me acompañó durante todo el proceso con su experiencia y conocimientos.

Y finalmente, pero no menos importante, a todas las personas que aportaron en mayor o menor medida durante mis años formativos; amigos, docentes, colegas, estudiantes de tutorías.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. Marco de Referencia.....	13
2.1 Presentación de la empresa M&S CONCIVEL S.A.S.....	13
2.1.1 Misión	13
2.1.2 Visión.....	14
2.1.3 Logo de la empresa	14
2.2 Presentación del proyecto Asturias Hogares Felices	15
2.2.1 Ubicación del proyecto	15
2.2.2 Sectorización del proyecto.....	15
2.2.3 Pachas de construcción	17
2.2.4 Sistema estructural de las viviendas y tipo de mampostería utilizada.....	17
2.3 Normatividad vigente.....	18
2.3.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.....	18
2.3.2 Resolución 4272 de 2021	18
2.4 Frentes de trabajo y actividades de construcción.....	19
2.4.1 Cimentaciones.....	19
2.4.1.1 Excavación mecánica para muro de contención	19
2.4.1.2 Perfilación manual para zarpa de muro de contención	19

2.4.1.3 Corte y figurado de acero de refuerzo de zarpa de muro de contención.....	20
2.4.1.4 Fundición de zarpa de muro de contención	20
2.4.1.5 Amarre de acero de refuerzo para muro de contención	21
2.4.1.6 Encofrado y fundición de muro de contención.....	21
2.4.1.7 Relleno y compactación con rana cada 30 [cm]	21
2.4.1.8 Replanteo y excavación manual de vigas de cimentación	21
2.4.1.9 Instalación de plástico negro, corte, figuración y armado de vigas de cimentación.....	22
2.4.1.10 Instalación de guarderas de cimentación, instalación de arranques de dovelas de refuerzo de mampostería y de malla electrosoldada para losa de contrapiso.....	22
2.4.1.11 Fundición de vigas de cimentación y losa de contrapiso	22
2.4.2 Mampostería de primer y segundo piso	23
2.4.2.1 Replanteo, trazo y construcción de primera hilada de muros en mampostería de piso 1 .	23
2.4.2.1 Levante de muros de mampostería de primer piso	23
2.4.2.3 Replanteo y trazo de muros en mampostería de piso 2.....	24
2.4.2.4 Levante de muros de mampostería de segundo piso.....	24
2.4.3 Dovelas de refuerzo de mampostería.....	25
2.4.3.1 Instalación de dovelas de refuerzo vertical.....	25
2.4.3.2 Limpieza de celdas, preparación de concreto en sitio y relleno de celdas reforzadas y sin refuerzo	25
2.4.4 Losas de entrepiso.....	25
2.4.4.1 Modulación y armado de losa de entrepiso incluye armado de viga descolgada e instalación de cerchas y párales	25

2.4.4.2 Corte, figuración y armado de vigas de entrepiso e instalación de malla electrosoldada doble parrilla	26
2.4.4.3 Fundición de losa de entrepiso.....	26
2.4.5 Vigas de amarre y cuchilla.....	27
2.4.5.1 Encofrado, corte y figuración de viga.....	27
2.4.5.2 Fundición de vigas de amarre y cuchilla.....	27
2.4.6 Mampostería de remate.....	28
2.4.6.1 Levante de mampostería de remate.....	28
2.4.7 Cubiertas	28
2.4.7.1 Corte e instalación de perlines	28
2.4.7.2 Instalación de cubierta	28
3. Metodología	29
3.1 Inducción y presentación de frentes de trabajo.....	29
3.2 Ejecución de actividades.....	30
3.3 Aportes y recomendaciones a M&S CONCIVEL	33
4. Conclusiones.....	34
Referencias Bibliográficas	36
Apéndices.....	37

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Cantidad Viviendas</i>	16
Tabla 2 <i>Rendimientos promedios de mampostería</i>	32

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Logo</i>	14
Figura 2 <i>Localización del proyecto</i>	15
Figura 3 <i>Sectorización del proyecto</i>	16
Figura 4 <i>Planta de Cimentación Pacha X4</i>	17
Figura 5 <i>Excavación de zanja de muro</i>	19
Figura 6 <i>Perfilación manual para zarpa</i>	20
Figura 7 <i>Fundición de zarpa para muro</i>	20
Figura 8 <i>Fundición de muro de contención</i>	21
Figura 9 <i>Excavación de vigas de cimentación</i>	22
Figura 10 <i>Fundición de vigas de cimentación y losa de contrapiso</i>	23
Figura 11 <i>Mampostería de primer piso</i>	24
Figura 12 <i>Levante y revitado de muros de segundo piso</i>	25
Figura 13 <i>Instalación de formaletas de losa de entrepiso</i>	26
Figura 14 <i>Armado de losa de entrepiso</i>	27
Figura 15 <i>Vigas de amarre</i>	27
Figura 16 <i>Inicio mampostería de cuchilla</i>	28
Figura 17 <i>Perlines de cubierta</i>	29
Figura 18 <i>Rendimientos Promedios de Mampostería</i>	32
Figura 19 <i>Tendencia de rendimiento de mampostería</i>	33

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Formato de seguimiento de ladrillos entregados	37
Apéndice B. Formato de seguimiento de cambio de ladrillos	37
Apéndice C. Formato de seguimiento de control.....	38
Apéndice D. Registro fotográfico de seguimiento de mampostería	39
Apéndice E. Formato interno de seguimiento de rendimiento	39
Apéndice F. Registro fotográfico de seguimiento de rendimiento por parte de la constructora ..	40
Apéndice G. Registro fotográfico de seguimiento de condiciones de lluvia en sitio	40

Resumen

Título: Apoyo técnico en la inspección de actividades de construcción de viviendas y seguimiento y control de avance de obra de construcción proyecto Asturias Hogares Felices – M&S CONCIVEL S.A.S.*

Autor: Jorge Gustavo Rendón Negrette**

Palabras Clave: Construcción, mampostería, seguimiento, supervisión

Descripción: El presente trabajo de grado refleja las actividades de construcción de vivienda en un sistema estructural de mampostería a la vista en una zona de amenaza sísmica baja y el trabajo de apoyo técnico a la empresa M&S CONCIVEL S.A.S en sus labores de supervisión y control de avance de obra del proyecto Asturias Hogares Felices en la ciudad de Turbaco, Bolívar. Se realizaron recorridos diarios durante la duración de las prácticas empresariales donde el estudiante adquirió experiencia en el rol de ingeniero residente, en la gestión y control de los recursos de obra, así como del recurso humano. Se implementaron nuevos formatos y estrategias *in situ* que facilitan el control de los desperdicios de ladrillo, y se reportó el error de la cartilla de cantidades estándar entregadas por la constructora del proyecto para su corrección durante la ejecución de la etapa 8. Se implementaron las estrategias de la metodología del Project Management Institute (PMI) así como los requerimientos normativos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Se evidenció el compromiso de la empresa por realizar sus tareas de construcción de vivienda industrializada con el mayor de los estándares y se recomienda la continua implementación y mejora de los formatos entregados a la empresa.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Alexis Vega Argüello. Ingeniero civil especialista en estructuras y gerencia de proyectos. Tutora: Melissa Isabel Mejía Serrano. Ingeniera civil

Abstract

Title: Technical support in the inspection of housing construction activities and monitoring and control of the construction progress of the Asturias Hogares Felices project – M&S CONCIVEL S.A.S.*

Author(s): Jorge Gustavo Rendón Negrette**

Key Words: Construction, masonry, monitoring, supervision

Description: This degree work reflects the activities of housing construction in a structural system of exposed masonry in an area of low seismic threat and the work of technical support to the company M&S CONCIVEL S.A.S in its tasks of supervision and control of progress of the Asturias Hogares Felices project in the city of Turbaco, Bolívar. Daily tours were carried out during the duration of the business practices where the student gained experience in the role of resident engineer, in the management and control of work resources, as well as human resources. New formats and strategies were implemented *in situ* that facilitate the control of brick waste, and the error in the booklet of standard quantities delivered by the project builder was reported for correction during the execution of stage 8. The strategies that were implemented were those of the methodology of the Project Management Institute (PMI) as well as the regulatory requirements of the Colombian Regulation for Earthquake Resistant Construction (NSR-10). The company's commitment to carry out its industrialized housing construction tasks with the highest standards was evidenced, and the continuous implementation and improvement of the formats delivered to the company is recommended.

* Degree Work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Alexis Vega Argüello. Civil engineer specialized in structures and project management. Tutor: Melissa Isabel Mejía Serrano. Civil engineer.

Introducción

En el presente trabajo de grado se puede encontrar la evidencia del trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial, realizando actividades de supervisión y control de obra de un proyecto de construcción industrializado de mampostería a la vista para viviendas de interés social. La empresa M&S CONCIVEL S.A.S trabaja en el proyecto Asturias Hogares Felices, ubicado en el municipio de Turbaco, Bolívar; encargada de la construcción de la estructura de vivienda. Para esto, cuenta con el rol de ingeniero civil residente de obra encargado de la supervisión y control de avance de ejecución.

En este contexto, el estudiante como practicante ejecuta actividades de apoyo en esta gestión del proyecto, realizando tareas de recorrido, identificación y registro fotográfico de las actividades de construcción. La práctica se basa en la necesidad de llevar un control adecuado y verificar que las actividades cumplan con los requisitos normativos vigentes en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Dentro de la ejecución de las prácticas empresariales se reforzaron los conocimientos técnicos adquiridos en el pregrado y se adquirieron nuevas habilidades en la gestión del recurso humano, principalmente, cualidad que es de suma importancia para el ejercicio profesional de un ingeniero civil. Además de los objetivos propuestos en este trabajo, se pudo contribuir en la corrección de cartillas estándar de material para una de las etapas en las que se trabajó durante la duración de las prácticas; aporte que resultó importante para la empresa contratista porque se evitó un costo de descuento en los pagos por consumo adicional de material.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Realizar un informe de los procesos constructivos de la estructura y llevar un control y seguimiento del avance de obra del proyecto ASTURIAS HOGARES FELICES – M&S CONCIVEL S.A.S.

1.2 Objetivos específicos

Realizar inspección de ejecución de actividades de construcción de estructura para viviendas

Llevar control de avance de obra

Elaborar actas de pago por avance de obra

2. Marco de Referencia

2.1 Presentación de la empresa M&S CONCIVEL S.A.S

M&S CONCIVEL S.A.S es una empresa santandereana que presta servicios especializados de alta calidad en la planeación y ejecución de obras civiles y eléctricas. Ofrece una amplia solución a la vanguardia para las diferentes fases de las especialidades civil y eléctrica de los proyectos, incluyendo la asesoría durante la construcción y así garantizando un servicio oportuno, bajo los estándares de calidad y seguridad industrial de sus clientes. (M&S CONCIVEL)

2.1.1 Misión

Somos una empresa especializada en la ejecución de obras civiles y eléctricas generando beneficios a los asociados, clientes; cumpliendo siempre los estándares de calidad y las buenas

prácticas aunadas con la mejora continua de nuestros procesos en términos de la gestión en seguridad, salud en el trabajo y ambiente. (M&S CONCIVEL)

2.1.2 Visión

Ejecutar nuestros proyectos generando beneficios, M&S CONCIVEL S.A.S se propone para el año 2025 expandir, el ámbito nacional, sus actividades de construcción de obras Civiles y Eléctricas, posicionándose en el sector donde además se propone consolidar su operación en las diferentes regiones del país y contar con las certificaciones internacionales de sus sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad industrial y salud ocupacional. (M&S CONCIVEL)

2.1.3 Logo de la empresa

Figura 1

Logo



Nota. Logotipo de la empresa M&S CONCIVEL S.A.S. Tomado de *Brochure de M&S CONCIVEL*

2.2 Presentación del proyecto Asturias Hogares Felices

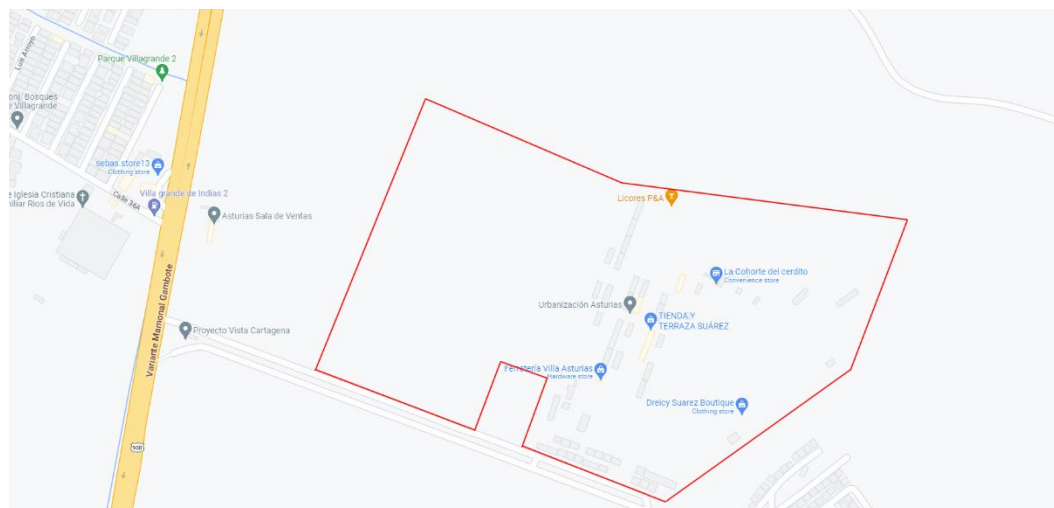
Asturias Hogares Felices, es un proyecto de construcción de vivienda VIS ubicado en el municipio de Turbaco, Bolívar. El proyecto cuenta con 2380 casas, distribuidas en 13 etapas. El proyecto inició su ejecución en 2020 y a la fecha lleva 8 etapas construidas con su etapa 9 en proceso de construcción.

2.2.1 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica a 400 m de la doble calzada variante Mamonal – Cartagena Kilometro 5 frente al Barrio Villa Grande 2, en Turbaco, Bolívar.

Figura 2

Localización del proyecto



Nota. Ubicación del proyecto Asturias Hogares Felices, adaptado de Google Maps (s.f). Tomado de <https://www.google.com/maps/@10.3778779,-75.4473902,17.75z>

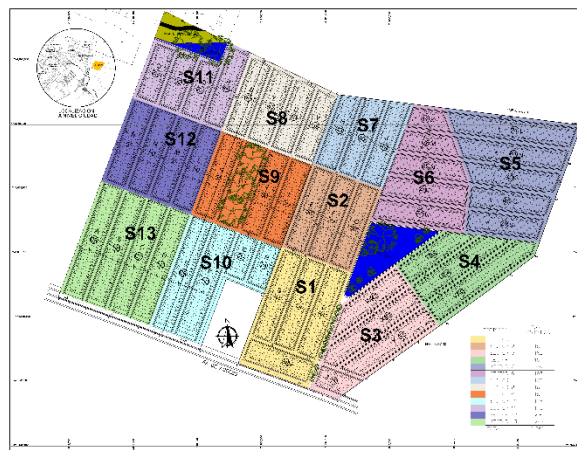
2.2.2 Sectorización del proyecto

Las 13 etapas del proyecto Asturias se distribuyen como se muestra a continuación en la Tabla 1 y en la Figura 3.

Tabla 1*Cantidad Viviendas*

SECTORES	CANT. VIVIENDAS
Sector 1	200
Sector 2	150
Sector 3	180
Sector 4	161
Sector 5	268
Sector 6	183
Sector 7	138
Sector 8	163
Sector 9	150
Sector 10	178
Sector 11	140
Sector 12	200
Sector 13	269
TOTAL	2380

Nota. Distribución de viviendas por sectores del proyecto Asturias Hogares Felices

Figura 3*Sectorización del proyecto*

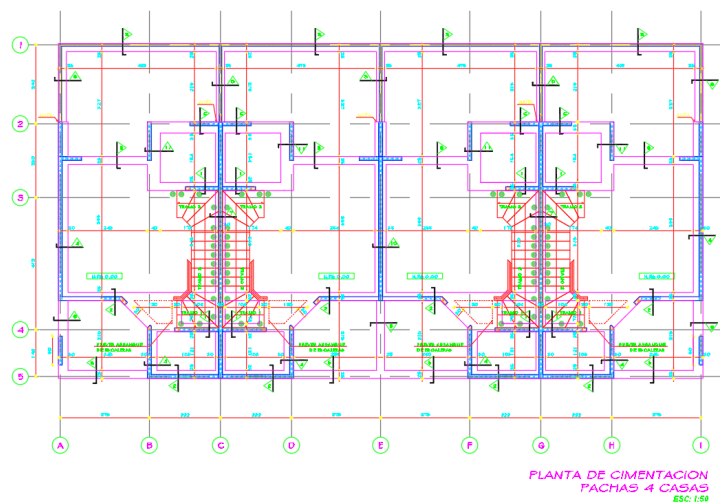
Nota. Distribución de viviendas en las 13 etapas del proyecto Asturias. Cortesía M&S CONCIVEL

2.2.3 Pachas de construcción

Todas las viviendas del proyecto Asturias comparten cimentación con al menos una casa, siendo que en los planos estructurales del proyecto se plantean pachas de 2, 3, 4, 5 y 6 casas. Durante la duración de las prácticas empresariales, se la empresa M&S se encargó únicamente pachas de la construcción de pachas de 4 y 6 casas para las viviendas asignadas en las manzanas del sector 7 y del sector 8.

Figura 4

Planta de Cimentación Pacha X4



Nota. Entre cada pacha de construcción aledaña existe una junta de construcción requerida por la NSR-10. Cortesía M&S CONCIVEL

2.2.4 Sistema estructural de las viviendas y tipo de mampostería utilizada

Las viviendas del proyecto Asturias estructuralmente consisten en un sistema de mampostería reforzada con unidades de perforación vertical, utilizando:

ladrillo estructural No.12 de 9×29×12 [cm] para las fachadas de las casas,

ladrillo estructural No.20 de 19×29×12 [cm] para todos los muros divisorios y perimetrales del primer piso, y los muros perimetrales del segundo piso, así como la mampostería de remate que soporta las vigas cuchilla donde se apoya la cubierta,

ladrillo Farol de 19×29×12 [cm] para los muros divisorios de segundo piso y

ladrillo calado de 19×9×19 [cm] para la ventilación en las fachadas de baño de primer y segundo piso.

2.3 Normatividad vigente

2.3.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

La legislación colombiana regula las actividades de construcción de edificaciones mediante la ley 400 de 1997 y los decretos modificatorios 926 de 2010, 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012, 945 de 2017, 2113 de 2019 y 1711 de 2021 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, y en particular el título I – Supervisión Técnica Independiente, donde se plasman todos los requisitos para la supervisión continua de la construcción de edificaciones.

De igual manera, los requisitos normativos expuestos en el título D – Mampostería Estructural, dan las pautas necesarias para la construcción del sistema estructural utilizado en el proyecto Asturias.

2.3.2 Resolución 4272 de 2021

Como el trabajo de construcción de las viviendas del proyecto requiere actividades a más de 2 [m] sobre el nivel del suelo, la legislación colombiana establece los requisitos mínimos de seguridad para estas actividades en la resolución 4272 de 2021, entre lo que se destaca la debida capacitación y certificación del personal en un curso de alturas y el correcto uso de los elementos de protección personal.

2.4 Frentes de trabajo y actividades de construcción

Las actividades del contratista M&S CONCIVEL, se pueden diferenciar en 8 frentes de trabajo.

2.4.1 Cimentaciones

2.4.1.1 Excavación mecánica para muro de contención. Se realiza el movimiento de tierra con la ayuda de una retroexcavadora para la excavación de la zanja donde se funden los muros de contención con altura máxima de 1.50 [m] de altura que separan la terraza alta de la baja en cada manzana.

Figura 5

Excavación de zanja de muro

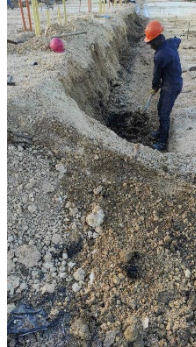


Nota. Excavación entre terraza alta y baja de una manzana

2.4.1.2 Perfilación manual para zarpa de muro de contención. Una vez son excavadas las zanjas, se perfila manualmente utilizando pico y pala para lograr las dimensiones de diseño de la zarpa.

Figura 6

Perfilación manual para zarpa



Nota. Adecuación de la zanja para lograr dimensiones de zarpa

2.4.1.3 Corte y figurado de acero de refuerzo de zarpa de muro de contención. El acero de refuerzo para las zarpas se corta y perfila en el almacén de la obra, para su posterior traslado e instalación.

2.4.1.4 Fundición de zarpa de muro de contención. Las zarpas se funden una vez se arman sus refuerzos longitudinales y transversales y se dejan instalados los arranques de refuerzo longitudinal del muro.

Figura 7

Fundición de zarpa para muro



Nota. Las zarpas, al igual que los muros cuentan con juntas de dilatación cada 30 [m]

2.4.1.5 Amarre de acero de refuerzo para muro de contención. Se amarra el acero transversal y longitudinal del muro de contención en cada intersección de las barras.

2.4.1.6 Encofrado y fundición de muro de contención. Se arma el equipo de formaleta y se instalan unos parales que ayudan con la estabilidad al momento de fundir.

Figura 8

Fundición de muro de contención



Nota. Las zarpas, al igual que los muros cuentan con juntas de dilatación cada 30 [m]

2.4.1.7 Relleno y compactación con rana cada 30 [cm]. Se rellena el suelo del muro con el material arenoso residuo de la excavación de la cimentación en las terrazas y se compacta cada capa de 30[cm].

2.4.1.8 Replanteo y excavación manual de vigas de cimentación. Se realiza el replanteo de las vigas de cimentación con cal y se excava manualmente con pico y pala las vigas de cimentación.

Figura 9*Excavación de vigas de cimentación*

Nota. Cimentación de pacha de 4 casas en sector 8

2.4.1.9 Instalación de plástico negro, corte, figuración y armado de vigas de cimentación. Una vez excavadas las vigas de cimentación se procede a instalar el plástico negro que evita que se filtre la humedad del suelo a los elementos en contacto con el suelo, y se arman las vigas de cimentación de acuerdo a los planos estructurales.

2.4.1.10 Instalación de guarderas de cimentación, instalación de arranques de dovelas de refuerzo de mampostería y de malla electrosoldada para losa de contrapiso. Se instalan las guarderas que perfilan los bordes de la losa, así como también se hace la instalación de los arranques de dovelas de refuerzo de mampostería de primer piso junto a la malla de refuerzo de la losa de contrapiso para su posterior fundición.

2.4.1.11 Fundición de vigas de cimentación y losa de contrapiso. Se utiliza concreto de densidad normal de $f'_c = 21$ [MPa] premezclado, y se funde con una descarga directa del camión mixer.

Figura 10

Fundición de vigas de cimentación y losa de contrapiso



Nota. Fundición de losa de contrapiso en sector 8

2.4.2 Mampostería de primer y segundo piso

2.4.2.1 Replanteo, trazo y construcción de primera hilada de muros en mampostería de piso 1. El maestro de obra realiza el trazo en la losa de cimentación de acuerdo a los puntos de referencia demarcados por topografía para que las cuadrillas de mamposteros ubiquen la primera hilada de ladrillo de los muros de primer piso.

2.4.2.1 Levante de muros de mampostería de primer piso. Se levantan los muros de mampostería del primer piso con ladrillo estructural $9 \times 29 \times 12$ [cm] para fachada e hilada de nivelación para los muros en ladrillo estructural $19 \times 29 \times 12$ [cm].

Figura 11*Mampostería de primer piso*

Nota. Primeros muros de primer piso levantados en manzana U, etapa 8

2.4.2.3 Replanteo y trazo de muros en mampostería de piso 2. Una vez la losa de entrepiso está desencofrada, se procede a trazar la ubicación de los muros de segundo piso que dan continuidad a los muros estructurales de primer piso y a partir de estos, se localizan los muros interiores divisorios.

2.4.2.4 Levante de muros de mampostería de segundo piso. Se levantan los muros asegurando que estén a plomo y cumplan con las especificaciones constructivas requeridas por el diseñador. Para los muros de fachada se hace uso de un cuerpo de andamios para el levante correcto de estos.

Figura 12

Levante y revitado de muros de segundo piso



Nota. Aquí se observa un obrero con su respectivo equipo de seguridad personal, haciendo la limpieza y revitado del muro en la cara posterior de segundo piso.

2.4.3 Dovelas de refuerzo de mampostería

2.4.3.1 Instalación de dovelas de refuerzo vertical. Se instalan las dovelas de arranque en la mampostería de primer y segundo piso de acuerdo a los planos estructurales.

2.4.3.2 Limpieza de celdas, preparación de concreto en sitio y relleno de celdas reforzadas y sin refuerzo. Se prepara la mezcla de concreto in situ de acuerdo a los requerimientos de NSR-10 D.3.5 utilizando una mezcladora de concreto tipo trompo para el relleno de las celdas reforzadas y no reforzadas tal como se indican en los planos estructurales.

2.4.4 Losas de entrepiso

2.4.4.1 Modulación y armado de losa de entrepiso incluye armado de viga descolgada e instalación de cerchas y párales. Se modulan las casas de acuerdo a los planos estructurales con equipo de formaleta industrializado que permite la repetición de la actividad en las diferentes pachas de construcción para el encofrado y armado de losa de entrepiso que se funde monolíticamente junto a las vigas de apoyo sobre los muros de primer piso.

Figura 13

Instalación de formaletas de losa de entrepiso



Nota. Equipo modulado para casa esquinera en una pacha de 4 casas en etapa 8

2.4.4.2 Corte, figuración y armado de vigas de entrepiso e instalación de malla electrosoldada doble parrilla. En coordinación con los encargados de redes hidrosanitarias y redes eléctricas, se instalan los refuerzos de los elementos de refuerzo de los elementos estructurales de entrepiso.

2.4.4.3 Fundición de losa de entrepiso. Se funde la losa de espesor de 10 [cm] con ayuda de una retroexcavadora que vierte el concreto para que el personal encargado se encargue de la distribución en la losa de entrepiso para que se logre el espesor requerido.

Figura 14

Armado de losa de entrepiso



Nota. Armado de losa de entrepiso en etapa 8

2.4.5 Vigas de amarre y cuchilla

2.4.5.1 Encofrado, corte y figuración de viga. Se encofran y se arman las vigas de amarre de la mampostería de segundo piso y vigas cuchillas que soportan la cubierta de la vivienda que tienen sección de 0.12×0.20 [m] y refuerzo de 2N3 con ganchos en S N2 @ 20 [cm].

2.4.5.2 Fundición de vigas de amarre y cuchilla. Se utiliza concreto premezclado de densidad normal de resistencia $f'_c = 21$ [MPa] para estos elementos estructurales.

Figura 15

Vigas de amarre



Nota. Vista aérea desde dron de las vigas de amarre en etapa 7

2.4.6 Mampostería de remate

2.4.6.1 Levante de mampostería de remate. Se levanta la mampostería de cuchilla una vez se funden y desencofran las vigas de amarre de segundo piso para dar continuidad a las actividades constructivas.

Figura 16

Inicio mampostería de cuchilla



Nota. Levante de mampostería de remate de 1 casa en etapa 7

2.4.7 Cubiertas

2.4.7.1 Corte e instalación de perlines. Se utilizan perlines de sección de C 160×60×2 [mm] anclados a la viga mediante una platina galvanizada en L de 2×½×⅛ " y 2 pernos de ½ " embebidos en el concreto.

2.4.7.2 Instalación de cubierta. Se instala la cubierta compuesta por caballete y tejas de fibrocemento moduladas de acuerdo a los planos de diseño estructural, sujetas a los perlines.

Figura 17*Perlines de cubierta*

Nota. Instalación de perlines en casa de la manzana H, en etapa 7

3. Metodología

La ejecución de las prácticas empresariales en M&S CONCIVEL requirió de una metodología dividida en 3 fases que fueron:

- inducción y presentación de los frentes de trabajo,
- ejecución de actividades, y
- aportes y recomendaciones a M&S CONCIVEL.

3.1 Inducción y presentación de frentes de trabajo

Durante la primera semana de las prácticas empresariales, se realizó la inducción a los protocolos de seguridad en obra, la presentación del personal a cargo y el personal de obra de la constructora encargada del proyecto y se acompañó a la ingeniera Melissa Mejía y al maestro de obra durante sus recorridos por los diferentes frentes de trabajo del proyecto, haciendo la supervisión in situ de las actividades y tomando registro fotográfico de todas y cada una de estas.

De igual manera, fueron entregados los planos estructurales correspondientes a las pachas de construcción de 4 y 6 casas que incluyen los siguientes ítems:

cimentación,

refuerzo de muros de primer y segundo piso,

distribución de malla inferior y superior de losa de entrepiso, y

planta de cubierta.

Es de acuerdo a estos planos que se tienen las cartillas de estándares de materiales que la constructora entrega a M&S para la realización de sus actividades.

3.2 Ejecución de actividades

A partir de la segunda semana de las prácticas, se realizaron recorridos en solitario o en compañía del maestro de obra, revisando detalladamente que el proceso constructivo se estuviera llevando a cabo de acuerdo a los estándares de calidad que la empresa M&S garantiza para una correcta y eficaz construcción de los diferentes elementos estructurales de los que se encarga en el proyecto Asturias, y se revisa que se cumplan los requisitos expuestos en los planos estructurales así como en la normativa vigente.

Durante esta etapa de aprendizaje, cualquier duda que se tenía acerca del correcto proceso constructivo se consultaba a la tutora, al maestro de obra o al ingeniero residente de la constructora; quienes fueron un apoyo fundamental para afianzar los conocimientos técnicos adquiridos durante el pregrado y verlos puestos en práctica en la obra. Y durante los últimos 2 meses se tomó un rol más activo en la supervisión, dando instrucción al personal de corregir aquellos detalles que se encontraban fuera de lugar para lograr una adecuada ejecución de la construcción.

De igual forma, a partir de la etapa 8, se llevó registro de las cantidades entregadas de estibas de mampostería de acuerdo a las cartillas estándar por parte de la constructora, llevando un

control diario del material entregado por pacha, y de las cantidades unitarias de ladrillos que no venían en condiciones aptas para ser utilizados, así como también las cantidades unitarias de ladrillo que se presentaba por desperdicio propio de la actividad. Se detectó a partir de la etapa 8 que las cantidades entregadas de estibas de mampostería no correspondían a la cantidad real utilizada para el levante de muros, por lo que en un recorrido revisando y haciendo un recuento total de ladrillo utilizado por casa, se demostró que las cantidades entregadas de ladrillo estructural de 19×29×12 [cm] eran inferiores a las requeridas; por lo que la constructora realizó el ajuste y corrección de las cartillas estándar.

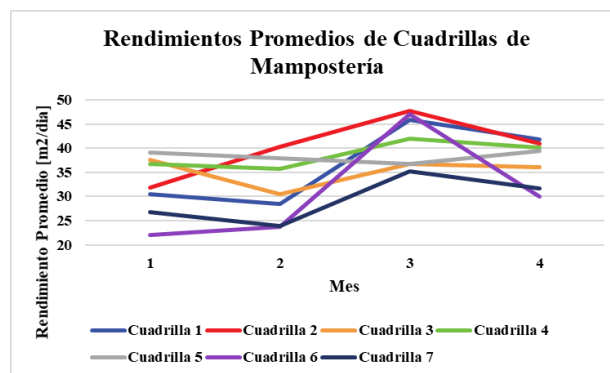
Asimismo, como parte de las actividades de seguimiento y control de actividades, se llevaba un registro diario del rendimiento de las cuadrillas, con las respectivas anotaciones cada vez que se presentaban condiciones fuera del control de la empresa que afectaban el rendimiento tales como los cortes de agua en el sector, la falta de material en obra o las condiciones climatológicas que afectaban el acceso de la maquinaria al sitio de trabajo o requerían una suspensión de actividades para la seguridad del personal por tormentas eléctricas.

El registro del rendimiento se llevaba por medio del formato de rendimiento que se muestra en el Apéndice E para el control interno de la empresa. A continuación, se muestra los datos de rendimiento promedio medido en [m²] de mampostería levantada en una jornada de trabajo para las cuadrillas de mampostería durante para los 4 meses de las prácticas empresariales.

Tabla 2*Rendimientos promedios de mampostería*

CUADRILLA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
	[m ² /día]	[m ² /día]	[m ² /día]	[m ² /día]
1	30.4	28.38	45.86	41.88
2	31.86	40.26	47.64	40.92
3	37.64	30.56	36.75	36.07
4	36.75	35.64	42.04	40.14
5	39.07	37.92	36.75	39.51
6	22.04	23.8	46.98	29.94
7	26.75	23.86	35.15	31.59

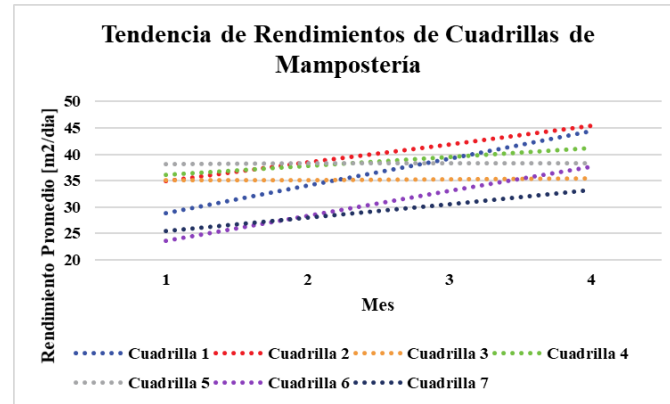
Nota. El rendimiento promedio bajo de las cuadrillas 6 y 7 en comparación al resto se debe a que estas cuadrillas ingresaron a trabajar durante la segunda semana del mes de noviembre de 2022

Figura 18*Rendimientos Promedios de Mampostería*

Nota. En la figura se ve el efecto de las temporadas de lluvias que afectaron las condiciones en sitio y dio lugar a una disminución del rendimiento en las cuadrillas de mampostería, excepto para la cuadrilla 2

Figura 19

Tendencia de rendimiento de mampostería



Nota. Se aprecia que la tendencia de los rendimientos, a pesar de las condiciones por lluvia, en términos generales, tuvieron un incremento o se mantuvieron casi constantes durante la ejecución de las prácticas.

3.3 Aportes y recomendaciones a M&S CONCIVEL

Se realizaron aportes en el tema de gestión de personal y materiales para una mejora significativa en el orden y aseo del área de trabajo de las cuadrillas de mampostería, ayudando a su vez en el control de cantidades de ladrillo de devolución por mal estado o por desperdicio propio. Se crearon e implementaron 2 formatos para esta actividad, que se pueden ver en los Apéndices A y B.

Adicionalmente se logró determinar la causa del error en las cantidades de entrega de ladrillo y se pudo corregir esto antes de que representara un descuento por ladrillo adicional utilizado para la empresa por parte de la constructora.

Asimismo, se implementó un formato basado en la Tabla I.4.3-2 de la NSR-10 para llevar el control de ejecución de las diferentes actividades en las que participaba el personal de M&S CONCIVEL dentro del proyecto como se ve en el Apéndice C.

4. Conclusiones

La supervisión técnica permanente en las actividades de obra permitió llevar un mejor control de calidad en las actividades constructivas, aportando así a que el personal a cargo mejorara algunos procesos constructivos como la adecuada colocación de los grafiles de refuerzo horizontal de los muros de mampostería o la separación de estribos en vigas de cimentación que deben estar a cada 20 [cm], haciendo la revisión de estas distancias previa a la instalación de alambre que fija el estribo a las barras de refuerzo horizontal. También el manejo del material de mampostería en obra en el que se les instruyó a las cuadrillas de mamposteros que debían organizar los ladrillos que no venían en condiciones aptas para el uso, permitiendo así un mejor control de las cantidades por devolución y desperdicio.

Se evidencia que para las actividades de mampostería, que son las actividades críticas para el avance de la obra, que se tuvo una mejora del rendimiento de 18% al comparar el rendimiento del primer mes contra el rendimiento de 4 meses después, al terminar las prácticas. El mal tiempo y las lluvias intensas que se presentaron durante el mes de diciembre y febrero, influyeron en la reducción de este rendimiento en comparación con el mes inmediatamente anterior.

Los recorridos diarios por todos los frentes de trabajo, permitieron no solo afianzar los conocimientos de los requerimientos técnicos de la estructura sino también de los procesos constructivos y los requerimientos diarios del personal para tener un adecuado flujo de trabajo, conocer las condiciones de sitio y proveer alternativas de solución a los inconvenientes que se pueden presentar diariamente.

También es de importancia recalcar la valiosa experiencia que fue la práctica empresarial para conocer la forma de trabajo en el medio profesional de un ingeniero civil, conocer de primera

mano los pormenores de la gestión de los recursos, no solo físicos sino humanos que hacen que esta práctica haya sido en extremo provechosa para los conocimientos del estudiante.

Referencias Bibliográficas

Aristizábal, V. (2004). *Manual de fachadas. Manejo y Protección del Ladrillo a la vista.*

Asociación de LADRILLERAS UNIDAS DE ANTIOQUIA.

<https://www.ladrilleraalcarraza.com/pdf/1.pdf>

Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010).

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

M&S CONCIVEL S.A.S. (2023). *Brochure M&S Concivel*


Pérez, L. (2009). *Supervisión Técnica en la construcción de edificaciones* (Tesis de pregrado).

Universidad de Sucre, Sincelejo.

Project Management Institute. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge*

(PMBOK guide). (6 edición)

Apéndice C. Formato de seguimiento de control

	SEGUIMIENTO DE CONTROL DE EJECUCIÓN Basado en NSR-10 §I.4.3.7		Formato FS003
	Proyecto: _____		V_001 N° 01 de 02 Fecha: ____/____/____
OPERACION		UBICACION / OBSERVACIONES	
1. CIMENTACION			
Replanteo geométrico			
Dimensiones geométricas de las excavaciones para fundaciones			
Limpieza de fondo de las excavaciones			
Sistema de drenaje			
Estratos y niveles de fundación			
Protección de las excavaciones			
2. CONSTRUCCION 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			
Aprobación de los cálculos de la cimbra			
Limpieza e impermeabilidad			
Aberturas de inspección			
Descimbrado - Aprobación del estudio y revisión del proceso			
3. COLOCACION DE LAS ARMADURAS			
Grado del acero (fy) diámetro, número de barras, ganchos y longitud			
Empalmes (Traslapados, conexiones mecánicas ó soldadas)			
Colocación, recubrimientos, distancia entre barras, sujeción			
limpieza de las barras y de la zona de vaciado y aspecto superficial			
4. MEZCLADO, TRANSPORTE, COLOCACION Y CURADO DE CONCRETOS Y MORTEROS			
Tiempo transcurrido entre 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			
Preparación de superficies, de juntas de construcción y juntas de dilatación			
Sistemas y procedimientos de curado			
5. TERMINACION DE LA ESTRUCTURA			
Aspecto general de las superficies			
Reparación de defectos superficiales			

	SEGUIMIENTO DE CONTROL DE EJECUCIÓN Basado en NSR-10 §I.4.3.7		Formato FS003
	Proyecto: _____		V_001 N° 02 de 02 Fecha: ____/____/____
OPERACION		UBICACION / OBSERVACIONES	
6. MUROS Y ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA			
Alineamiento, plomo y características geométricas			
Celdas para inyección, limpieza, ventanas de inspección			
Espesor de juntas de pega			
Traba adecuada			
Alturas de inyección			
Juntas de control			
Colocación de espigos, anclajes, traslazo y ubicación			
Apuntalamientos provisionales			
7. CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS			
Inspección de la estructura montada			
Conexión a los anclajes con las respectivas arandelas y tuercas			
Rectitud de los elementos instalados			
Correcta ejecución de todas las conexiones atornilladas, con los pernos, tuercas y arandelas completos e instalados			
Detección de defectos como insuficiente penetración, poros, socavaciones, escoria no removida, etc.			
8. CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ELEMENTOS NO-ESTRUCTURALES			
Muros interiores, que admitan deformaciones de la estructura			

Apéndice F. Registro fotográfico de seguimiento de rendimiento por parte de la constructora

RENDIMIENTO CUADRILLAS MYS											
	#	Cuadrilla	Mamp Piso 1	Dovelas p1	Mamp Piso 2	Dovelas p2	Mamp Patio	Vigas de Amarre	Mamp Cuchillas	Vigas Cintar/Cuchillas	Resanes
Cimentación	1										
	2										
	3										
	4		21.02m ²								
Mamposteros	5										
	6				91.86m ²						
	7				49.69m ²						
	8				26.25m ²						
	9				22.07m ²						
	10				36.46m ²						
Dovelas	11		206.84m ²		389.9m ²						
	12										
	13										
Placas	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
Vigas de amarre	19							80.4m ²		16.4m ²	
	20										
	21										
Cuchillas y patios	22										
	23									57.7m ²	
	24										
Cubiertas	25										
	26										
	27										
Resane general	28										
	29										
	30										1688plaz

2/10/23. ✓ 2/10/23

Apéndice G. Registro fotográfico de seguimiento de condiciones de lluvia en sitio

