

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(124)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTOR	Yenny Johanna Barriga Martínez		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería Civil		
DIRECTOR	Cristian Leonardo Rizo Sanguino		
TÍTULO DE LA TESIS	Apoyo a la empresa constructora C&C diseño, ingeniería y construcción en el seguimiento de obra durante la ejecución del proyecto “cabaña 37 ubicada en el condominio campestre torres del cable en el municipio de Ocaña Norte de Santander”		
TITULO EN INGLES	Support to the construction company C&C design, engineering and construction in the follow-up of the work during the execution of the project "cabin 37 located in the country condominium torres del cable in the municipality of Ocaña Norte de Santander"		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>El trabajo de grado bajo la modalidad pasantías, es el resultado del cumplimiento de una serie de objetivos planteados orientados en realizar seguimiento del proyecto asignado en cuanto a cantidades de obra, normas técnicas y especificaciones para el logro del alcance, asimismo incluye la revisión de las especificaciones técnicas a través de los diferentes formatos entregados por la empresa para así lograr verificar su cumplimiento en la obra.</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>The degree work under the internship modality is the result of fulfilling a series of stated objectives aimed at monitoring the assigned project in terms of quantities of work, technical standards and specifications to achieve the scope, it also includes the review of the technical specifications through the different formats delivered by the company in order to verify their compliance in the work.</p>			
PALABRAS CLAVES	Rendimiento, Bitácora, Mano de obra, Productividad		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Performance, Log, Manpower, Productivity		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 124	PLANOS:	ILUSTRACIONES:46	CD-ROM:



Apoyo a la empresa constructora C&C diseño, ingeniería y construcción en el seguimiento de obra durante la ejecución del proyecto “cabaña 37 ubicada en el condominio campestre torres del cable en el municipio de Ocaña Norte de Santander”

Yenny Johanna Barriga Martínez

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Civil

Ing. Cristian Leonardo Rizo Sanguino

03 Marzo del 2022

Índice

Capítulo 1. Apoyo a los procesos constructivos durante la ejecución de proyectos a cargo de la empresa constructora C&C INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN del Municipio de Ocaña Norte de Santander	13
1.1 Descripción breve de la empresa.....	13
1.1.1 Misión.....	13
1.1.2 Visión	14
1.1.3 Objetivos de la empresa.....	14
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.....	15
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado	16
<i>1.1.5.1 Generalidades del proyecto.</i>	<i>18</i>
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	27
1.2.1 Planteamiento del problema	29
1.3 Objetivos de la pasantía.....	31
1.3.1 Objetivo general	31
1.3.2 Objetivos específicos	31
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.	32
Capítulo 2. Enfoques Referenciales.....	34
2.1 Enfoque conceptual.....	34
2.1.1 Bitácora.....	34
2.1.2 Especificaciones Técnicas de Obra	34
2.1.3 Estructura de desglose del trabajo	35

2.1.4 Planos Estructurales.....	35
2.1.5 Rendimiento	36
2.1.6 Productividad.....	36
2.1.7 Seguimiento técnico	37
2.1.8 Mano de obra	38
2.1.9 Mano de obra no calificada	38
2.2 Enfoque legal.....	40
2.2.1 Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 (Ley 400 del 19 de agosto de 1997).....	40
2.2.2 Norma técnica colombiana NTC. (Decreto 2269 de 1993).....	41
Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	42
3.1 Presentación de resultados	42
3.1.1 Realizar seguimiento del proyecto asignado en cuanto a cantidades de obra, normas técnicas y especificaciones para el logro del alcance	42
<i>3.1.1.1 Estudiar toda la información necesaria acerca del proyecto asignado.....</i>	<i>42</i>
<i>3.1.1.2 Elaborar formatos que permitan efectuar un registro de las cantidades ejecutadas quincenalmente en la obra.....</i>	<i>44</i>
<i>3.1.1.3 Calcular las cantidades reales a ejecutar diariamente, registrarlas en los formatos y presentarlos en la empresa.</i>	<i>46</i>
<i>3.1.1.4 Diligenciar de manera manual la bitácora de obra el cual describa las actividades ejecutadas diariamente.....</i>	<i>47</i>
<i>3.1.1.5 Tomar registro fotográfico de todas las actividades que se realizaran para la construcción del proyecto para evidenciar su avance diario.....</i>	<i>48</i>

3.1.2 Revisar las especificaciones técnicas a través de los diferentes formatos entregados por la empresa para verificar su cumplimiento en la obra.....	49
3.1.2.1 <i>Observar que los materiales a emplear en la obra sean correctamente almacenados y tomar registro fotográfico.....</i>	49
3.1.2.2 <i>Realizar los ensayos de laboratorio a las muestras de concreto (resistencia a la compresión y asentamiento), y aceros.....</i>	59
3.1.2.3 <i>Analizar los resultados de los ensayos y compararlos con las especificaciones de diseño por medio de un cuadro comparativo.</i>	63
3.1.3 Examinar las diferentes actividades a ejecutar, teniendo en cuenta el factor tiempo- costo de ejecución del proyecto, mediante la herramienta Excel para el análisis de lo planificado vs ejecutado	68
3.1.3.1 <i>Estudiar y analizar el presupuesto de obra del proyecto.</i>	68
3.1.3.2 <i>Identificar si las cantidades de obra y los recursos estipulados están siendo ejecutados de acuerdo a lo contratado.....</i>	72
3.1.3.3 <i>Realizar un comparativo del presupuesto estipulado en el cronograma del proyecto y el presupuesto según el avance del proyecto.</i>	77
3.1.4 Estimar rendimientos de equipo y mano de obra del proyecto seleccionado a través de un muestreo en campo para el desarrollo de una base de datos para la empresa y la universidad	87
3.1.4.1 <i>Elaboración de formato para toma de muestras en campo.....</i>	87
3.1.4.2 <i>Cálculo de media aritmética de los rendimientos tabulados.....</i>	89
3.1.4.3 <i>Cálculo de la desviación estándar de los rendimientos tabulados.....</i>	91
3.1.4.4 <i>Cálculo de coeficiente de variación.....</i>	92

3.1.4.5 Cálculo de factor de incremento.....	92
3.1.4.6 Cálculo de rendimiento final para consolidar base de datos.....	93
3.1.5 Otras funciones desarrolladas en mi labor como pasante en el proyecto de vivienda tipo cabaña 37	103
3.1.5.1 Levantamientos arquitectónicos.....	103
3.1.5.2 Planos arquitectónicos.....	103
Capítulo 4. Diagnóstico Final.....	104
Capítulo 5. Conclusiones	105
Capítulo 6. Recomendaciones	107
Referencias.....	108
Apéndices	110

Lista de Figuras

Figura 1 Estructura organizacional	15
Figura 2 Localización del proyecto.....	16
Figura 3 Portal de acceso al Condominio Campestre Torres del Cable	17
Figura 4 Zona de ingreso al proyecto	17
Figura 5 Estado actual del proyecto.....	18
Figura 6 Modelo en 3D del proyecto cabaña 37	18
Figura 7 Fachada modelo en 3D del proyecto cabaña 37	19
Figura 8 Plano arquitectónico Sótano	20
Figura 9 Plano arquitectónico primera planta.....	21
Figura 10 Plano arquitectónico segunda planta	21
Figura 11 Plano arquitectónico planta de cubiertas	22
Figura 12 Planta estructural zapatas	23
Figura 13 Detalles estructurales zapatas	25
Figura 14 Planta estructural de entepiso.....	26
Figura 15 Planta estructural de cubierta.....	27
Figura 16 Planta estructural de cubierta.....	39
Figura 17 Formato de informes quincenales.....	45
Figura 18 Diligenciamiento de formato de informes quincenales	46
Figura 19 Campamento.....	56
Figura 20 Almacenamiento bultos de cemento.....	57
Figura 21 Almacenamiento de la mampostería inicialmente.....	58

Figura 22 Almacenamiento de la mampostería finalmente	58
Figura 23 Almacenamiento de mariales de rio inicialmente	59
Figura 24 Organización de la documentación	61
Figura 25 Cilindros para realizarles el ensayo	62
Figura 26 Asentamiento del concreto	65
Figura 27 Maleabilidad del concreto	66
Figura 28 Ensayo de asentamiento	66
Figura 29 Resultados ensayo de tracción del acero	67
Figura 30 Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37	69
Figura 31 Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37	70
Figura 32 Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37	71
Figura 33 Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37	72
Figura 34 Balance de Cantidades de Obra, Proyecto Cabaña 37	74
Figura 35 Balance de Cantidades de Obra, Proyecto Cabaña 37	75
Figura 36 Balance de Cantidades de Obra, Proyecto Cabaña 37	76
Figura 37 Total Ahorro Cantidades teóricas vs Cantidades reales en Obra, Proyecto Cabaña 37	76
Figura 38 Porcentajes de ejecución cronograma estimado vs ejecutado	78
Figura 39 Diagrama de porcentajes de ejecución cronograma estimado vs ejecutado	87
Figura 40 Formato para el registro de tiempos	88
Figura 41 Toma de registros en campo	89
Figura 42 Diligenciamiento del formato	95
Figura 43 Diligenciamiento del formato	97
Figura 44 Rendimientos en CONSTRUPRECIOS 2021	98

Figura 45 Rendimientos en CONSTRUPRECIOS 2021	100
Figura 46 Rendimientos en CONSTRUPRECIOS 2021	102

Lista de Tablas

Tabla 1 Dimensiones de las columnas del proyecto	23
Tabla 2 Matriz DOFA.....	28
Tabla 3 Actividades a desarrollar	32
Tabla 4 Formato de control de ejecución según NSR-10	50
Tabla 5 Formato de verificación del estado de los materiales	54
Tabla 6 Comparación de resultados de ensayo de resistencia columnas 2do piso	63
Tabla 7 Comparación de resultados de ensayo de resistencia para entrepiso 1	64
Tabla 8 Comparación de resultados de ensayo de resistencia para entrepiso 1	79
Tabla 9 Datos para calcular el rendimiento	90
Tabla 10 Rendimientos por cuadrillas	96
Tabla 11 Rendimientos de mano de obra para muro ladrillo de obra E=0.12m, Construprecios.	99
Tabla 12 Paralelo de rendimientos obtenidos en la investigación y los empleados por Construprecios	101

Lista de Apéndices

Apéndice A. Informes quincenales de obra.	111
Apéndice B. Memorias de cálculo de cantidades.	112
Apéndice C. Bitácora de obra.	113
Apéndice D. Registro fotográfico.	114
Apéndice E. Formatos de verificación de calidad de los materiales.	115
Apéndice F. Resultados de ensayos de laboratorio.	116
Apéndice G. Registro fotográfico del almacenamiento de materiales.	117
Apéndice H. Cronograma y cantidades de obra.	118
Apéndice I. Formatos A01 registro de campo.	119
Apéndice J. Formatos A02 cálculo de rendimientos.	120
Apéndice K. Tomas de muestra en campo.	121
Apéndice L. Cálculo de rendimientos.	122
Apéndice M. Otras funciones desarrolladas.	123

Resumen

El trabajo de grado bajo la modalidad pasantías titulado “Apoyo a la empresa constructora C&C Diseño, Ingeniería y Construcción en el seguimiento de obra durante la ejecución del proyecto “Cabaña 37 ubicada en el condominio campestre torres del cable en el municipio de Ocaña Norte de Santander””, es el resultado del cumplimiento de una serie de objetivos planteados orientados en realizar seguimiento del proyecto asignado en cuanto a cantidades de obra, normas técnicas y especificaciones para el logro del alcance, asimismo incluye la revisión de las especificaciones técnicas a través de los diferentes formatos entregados por la empresa para así lograr verificar su cumplimiento en la obra. Cabe resaltar que en el presente informe se realizó un estudio a profundidad de las diferentes actividades a ejecutar, teniendo en cuenta el factor tiempo-costo de ejecución del proyecto, empleando la herramienta Excel para el análisis de lo planificado vs ejecutado, del mismo modo se muestra una propuesta de estimación de rendimientos de equipo y mano de obra del proyecto seleccionado a través de un muestreo en campo para el desarrollo de una base de datos para la empresa y la universidad. Finalmente se presentan las conclusiones las cuales nos dan un balance positivo debido a que se logró dar cumplimiento sin inconveniente alguno a cada uno de los objetivos propuestos al inicio del proceso de la pasantía.

Introducción

En la actualidad el ámbito de las construcciones se basa en los pilares fundamentales de alcance, tiempo, costo y calidad; las cuales se emplean con el objeto de generar construcciones de gran desarrollo y que a su vez contribuyan al crecimiento y evolución de la sociedad; por tal motivo los proyectos a ejecutar deben contar con un ingeniero civil capaz de liderar y apoyar cada uno de los procesos constructivos a llevar a cabo durante la ejecución de proyecto. Es por esto que la empresa C&C INGENIERIA Y CONTRUCCION, apoyándose de profesionales idóneos y de pasantes, que en conjunto realizan seguimiento a los diferentes proyectos que se están ejecutando dentro de nuestro municipio.

El presente informe tiene como propósito dar a conocer los resultados del cumplimiento de una serie de objetivos y actividades planteadas como trabajo de grado bajo la modalidad pasantías, el cual contó con un trabajo en campo que se llevó a cabo en un periodo de cuatro meses comprendidos de septiembre a diciembre bajo la dirección de la empresa Constructora C&C INGENIERIA Y CONTRUCCION; en el mismo encontraremos un enfoque orientado hacia de apoyo al ingeniero residente del proyecto de vivienda tipo cabaña ubicada en el condominio campestre Torres del cable. Asimismo, una parte del trabajo se encuentra orientado al cumplimiento de un objetivo investigativo en el cual se basa en la estimación de los rendimientos de equipo y mano de obra del proyecto seleccionado a través de un muestreo en campo el cual nos permitirá desarrollar una base de datos capaz de brindar información actualizada que será un gran aporte para la empresa y la universidad.

Capítulo 1. Apoyo a los procesos constructivos durante la ejecución de proyectos a cargo de la empresa constructora C&C INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN del Municipio de Ocaña Norte de Santander

1.1 Descripción breve de la empresa

La constructora C&C INGENIERIA Y CONSTRUCCION, es una empresa comprometida con el crecimiento social y económico de la región y sus alrededores, la cual se encarga de desarrollar proyectos de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica.

Dirección y teléfono: Mnz. 1 lote 1 Urbanización Monte Lago

Nombre del jefe inmediato: Ingeniero Cristian Leonardo Rizo Sanguino

Cel. 3144113313

Función encargada: Apoyo a la empresa Constructora C&C Ingeniería y Construcción en el seguimiento de obra durante la ejecución del proyecto “Cabaña 37 ubicada en el Condominio Campestre Torres del Cable en el municipio de Ocaña Norte de Santander”

1.1.1 Misión

Somos una constructora Ocañera, innovadora, competente, con alta calidad humana, la cual cuenta con personal calificado, con amplia experiencia en diseño y construcción de proyectos habitacionales, locales comerciales, institucionales,

industriales, lo que nos convierte en una empresa sólida, que cumple con las expectativas de los clientes internos y externos. (Constructora C&C, 2021)

1.1.2 Visión

Para el año 2.030 la constructora C&C Ingeniería y construcción, estará en el rango de las mejores empresas constructoras a nivel nacional, destacándose por su compromiso, calidad e innovación; contando con la mejor tecnología, con personal altamente calificado, capaz de ofrecer el mejor portafolio de servicios en cuanto a infraestructura moderna. (Constructora C&C, 2021)

1.1.3 Objetivos de la empresa

- ✓ Diseñar y construir proyectos innovadores con calidad y eficiencia.
- ✓ Orientar correctamente el recurso humano y contribuir al mejoramiento de su calidad de vida.
- ✓ Formar equipos de profesionales y trabajadores de excelencia, con un claro compromiso con la Calidad.
- ✓ Planear y estructurar de manera eficaz las solicitudes del cliente para responder de manera oportuna a sus requerimientos.
- ✓ Posicionar a la Constructora C&C Ingeniería y Construcción en el competitivo mundo de la construcción como una empresa seria, fiel a sus compromisos con clientes, proveedores y

trabajadores y con capacidad para desarrollar proyectos de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica para así contribuir al desarrollo de la región.

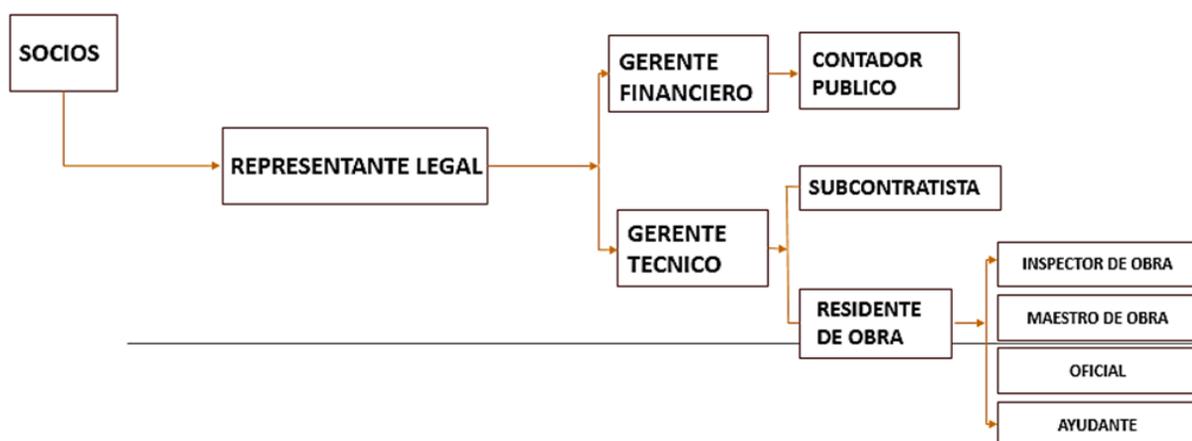
- ✓ Aumentar la productividad laboral a través de la capacitación del personal con el fin de obtener eficiencia, calidad y economía en los proyectos a ejecutar.
- ✓ Contribuir al desarrollo social y económico del país a través del desarrollo de una empresa sostenible y rentable capaz de responder a las necesidades del entorno.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

La empresa C&C Ingeniería y Construcción está constituida como una sociedad por acciones simplificadas, la cual cuenta con una estructura organizacional conformada por un representante legal, y a partir de allí se desglosa el área financiera y el área técnica tal y como se muestra en Figura 1.

Figura 1

Estructura organizacional



Nota. La información fue obtenida de (Constructora C&C, 2021)

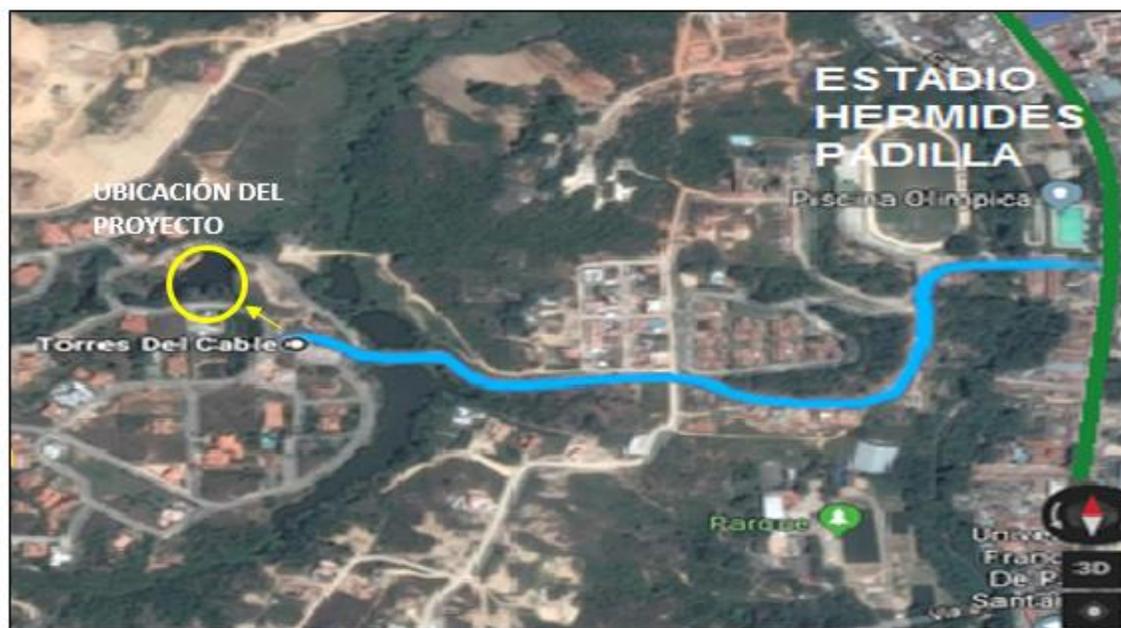
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado

El proyecto al cual será asignado el pasante para la realización del seguimiento a los diferentes procesos constructivos corresponde a la construcción de la cabaña 37 ubicada en el condominio campestre torres del cable del municipio de Ocaña Norte de Santander.

Cabaña ubicada en el lote 37 del Condominio Campestre Torres Del Cable. Se encuentra en la vía que comunica con el Estadio Hermides Padilla perteneciente a la zona rural del municipio de Ocaña – Norte de Santander. La ubicación detallada se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Localización del proyecto



-  Vía que comunica a la avenida Francisco Fernández con el condominio Torres del cable
-  Avenida Francisco Fernández de contreras
-  Ubicación del proyecto

Nota. La información fue obtenida de (Google Earth, 2021)

Del mismo modo, en las Figuras 3 y 4 se muestra el portal de acceso al condominio y la zona de ingreso del proyecto perteneciente a la cabaña.

Figura 3

Portal de acceso al Condominio Campestre Torres del Cable



Nota. La información fue obtenida de (López, 2012)

Figura 4

Zona de ingreso al proyecto



1.1.5.1 Generalidades del proyecto. Actualmente el proyecto se encuentra en la etapa de vaciado de columnas, por lo tanto, las actividades que se están llevando a cabo son el figurado y armado de acero de columnas, encofrado, y finalmente su vaciado para el posterior armado de la losa de entrepiso, como se puede observar en las Figuras 5 a la 7.

Figura 5

Estado actual del proyecto



Figura 6

Modelo en 3D del proyecto cabaña 37



Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Figura 7

Fachada modelo en 3D del proyecto cabaña 37



Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Descripción del proyecto desde el punto de vista arquitectónico. El proyecto cuenta con un lote cuya área es de 1.136,30 m², donde se tiene previsto construir una edificación de un sótano, dos niveles y cubierta, cuya área total construida será de 575.22 m².

En el sótano se tiene previsto llevar a cabo la ejecución de un parqueadero, cuya área es de 46.08 m². (Constructora C&C, 2021)

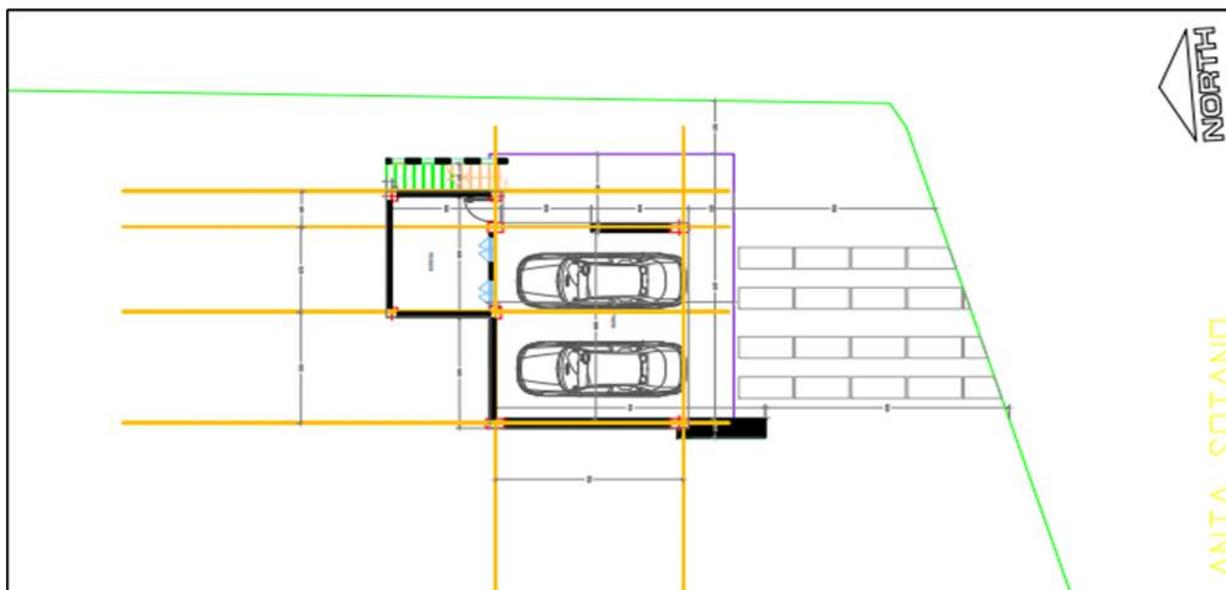
El primer piso de la vivienda corresponde a la construcción de un salón de juegos, 3 salas, comedor, cocina, 2 habitaciones, patio, 3 baños, una piscina y una zona social. Para este piso se destinará un área construida de 299.36 m². (Constructora C&C, 2021)

En el segundo piso se llevará a cabo la construcción 4 baños, 2 Vestier, 3 habitaciones, sala de cine, 3 habitaciones, zona de estudio, terraza, balcones. Este piso cuenta con un área construida de 229.78 m², además tendrá destinado un área para terrazas de 35.52 m² y por último, se construirá la cubierta en teja de arcilla. (Constructora C&C, 2021)

En las Figuras 8 hasta la 11, se muestra los detalles arquitectónicos del proyecto de construcción, en la que se detalla cada uno de los niveles descritos anteriormente. Cada uno de estos planos son insumos importantes para la correcta construcción de los diferentes elementos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la cabaña.

Figura 8

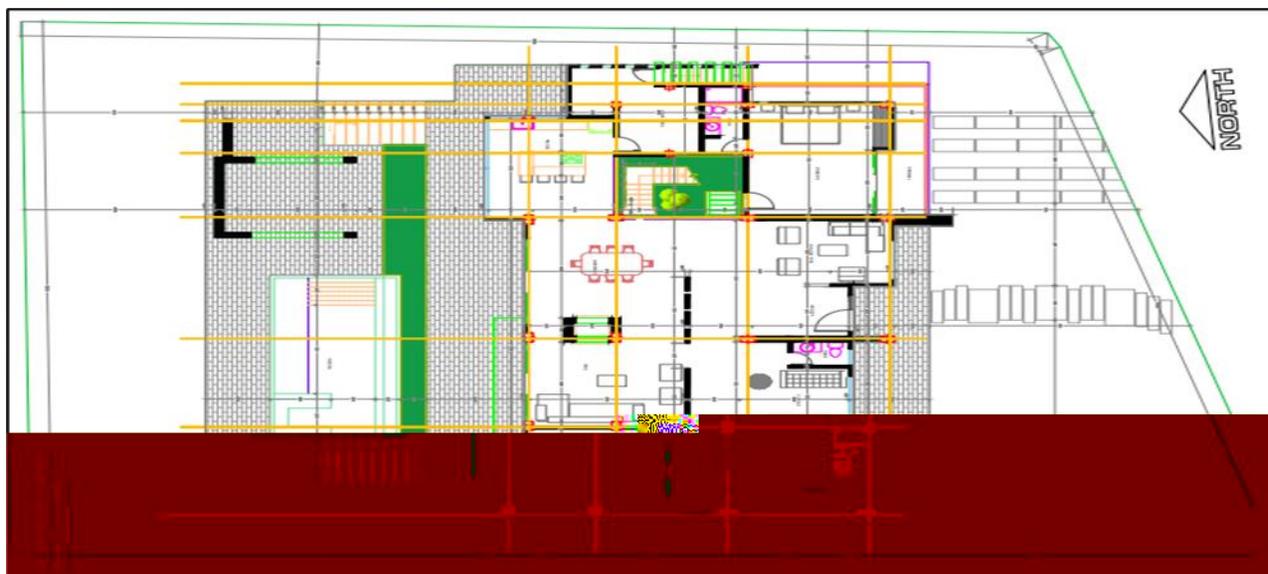
Plano arquitectónico Sótano



Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Figura 9

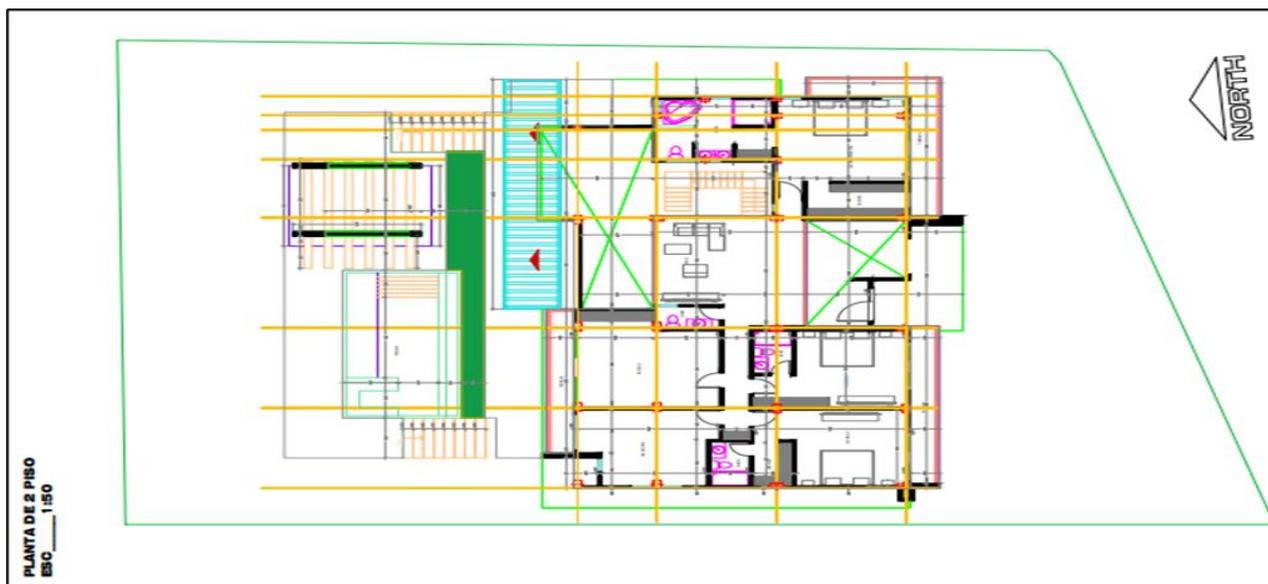
Plano arquitectónico primera planta



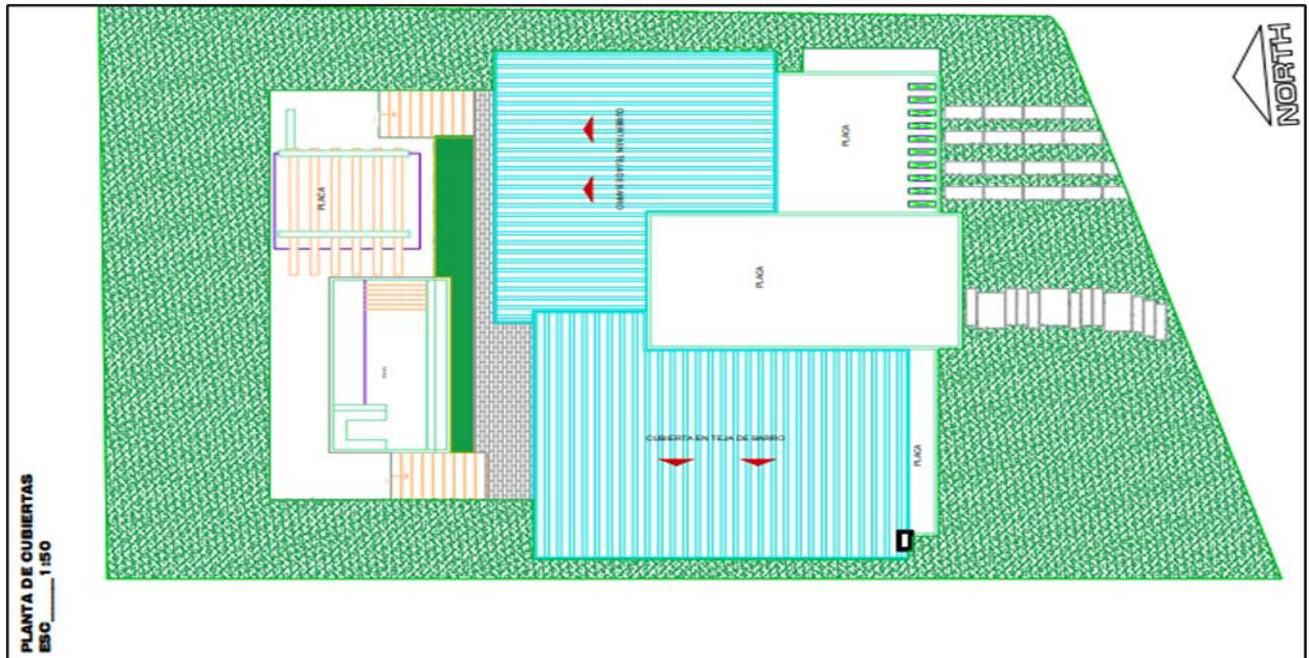
Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Figura 10

Plano arquitectónico segunda planta



Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Figura 11*Plano arquitectónico planta de cubiertas*

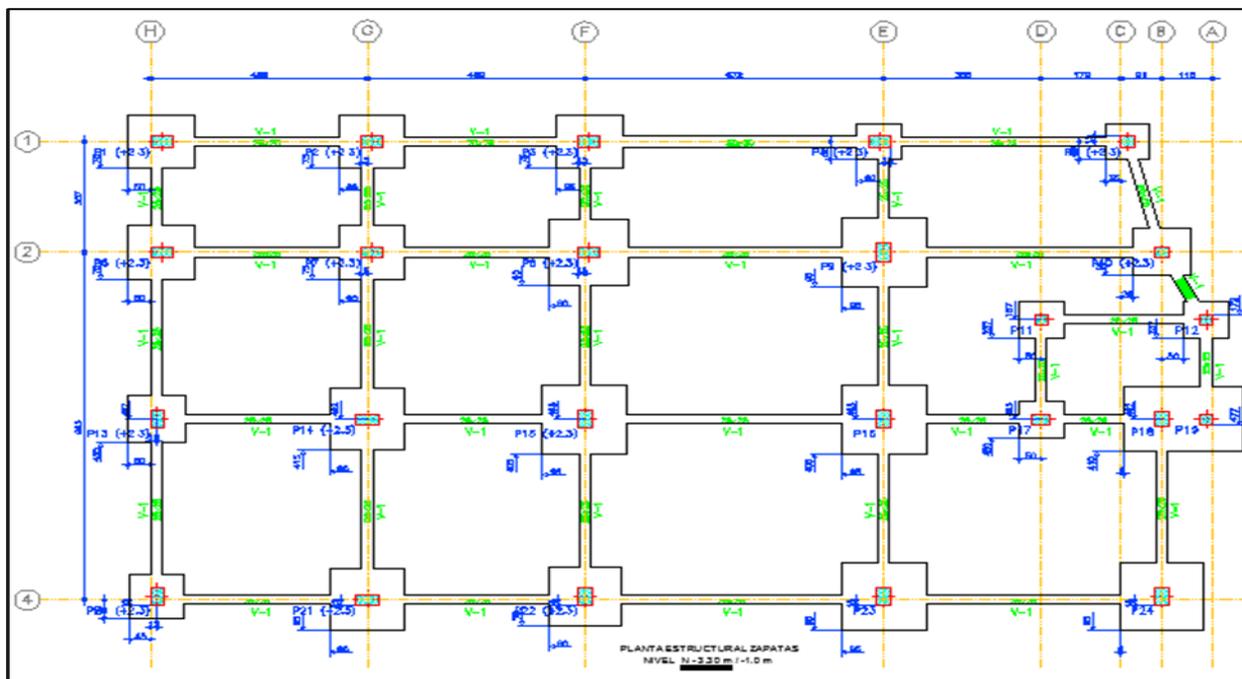
Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Descripción del proyecto desde el punto de vista estructural. El proyecto cuenta con diseños estructurales, planos y memorias de cálculo, contando con una estructura de sistema porticado con la mayoría de las zapatas aisladas y una zapata combinada, tal y como se muestra en la Figura 12.

Por otra parte, en la Tabla 1 se especifican las dimensiones de cada una de las columnas que hacen parte del sistema estructural de la cabaña. Estos datos fueron obtenidos de la lectura de los diferentes planos constituyentes del proyecto.

Figura 12

Planta estructural zapatas



Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Tabla 1

Dimensiones de las columnas del proyecto

COLUMNA	BASE	ALTURA
C1	0,30	0,50
C2	0,30	0,50
C3	0,30	0,50
C4	0,30	0,50
C5	0,30	0,30
C6	0,30	0,50
C7	0,30	0,50
C8	0,30	0,50
C9	0,30	0,50

Continuación de la Tabla 1

COLUMNA	BASE	ALTURA
C10	0,30	0,30
C11	0,30	0,30
C12	0,30	0,30
C13	0,30	0,50
C14	0,30	0,50
C15	0,30	0,50
C16	0,30	0,50
C17	0,30	0,40
C18	0,30	0,40
C19	0,30	0,30
C20	0,30	0,50
C21	0,30	0,50
C22	0,30	0,50
C23	0,30	0,50
C24	0,30	0,50

Nota. La tabla muestra cada una de las dimensiones de las columnas. Fuente: Autor (2021).

Por otra parte, se tiene en cuenta los siguientes parámetros a tener en cuenta para la construcción: La altura de piso es de 3m.

Del mismo modo, la cimentación de este proyecto cuenta con zapatas aisladas cuyas dimensiones se pueden apreciar en la Figura 13 que se muestra a continuación.

Figura 13*Detalles estructurales zapatas*

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN				
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y
P1, P2, P3, P6 y P7	150x150	35	7 ϕ 1/2" c/20	7 ϕ 1/2" c/20
P4	100x100	35	5 ϕ 1/2" c/20	5 ϕ 1/2" c/20
P5, P11, P12 y P17	100x100	35	5 ϕ 1/2" c/20	5 ϕ 1/2" c/20
P8	180x180	35	9 ϕ 1/2" c/20	9 ϕ 1/2" c/19
P9, P15 y P16	190x190	40	7 ϕ 5/8" c/27	7 ϕ 5/8" c/27
P10 y P13	130x130	35	6 ϕ 1/2" c/20	6 ϕ 1/2" c/20
P14 y P21	170x170	35	8 ϕ 1/2" c/20	8 ϕ 1/2" c/20
P20	120x120	35	6 ϕ 1/2" c/20	6 ϕ 1/2" c/20
P22	160x160	35	8 ϕ 1/2" c/20	8 ϕ 1/2" c/20
P23 y P24	190x190	40	7 ϕ 5/8" c/27	8 ϕ 5/8" c/24
(P18–P19)	270x180	35	9 ϕ 5/8" c/20	13 ϕ 1/2" c/20

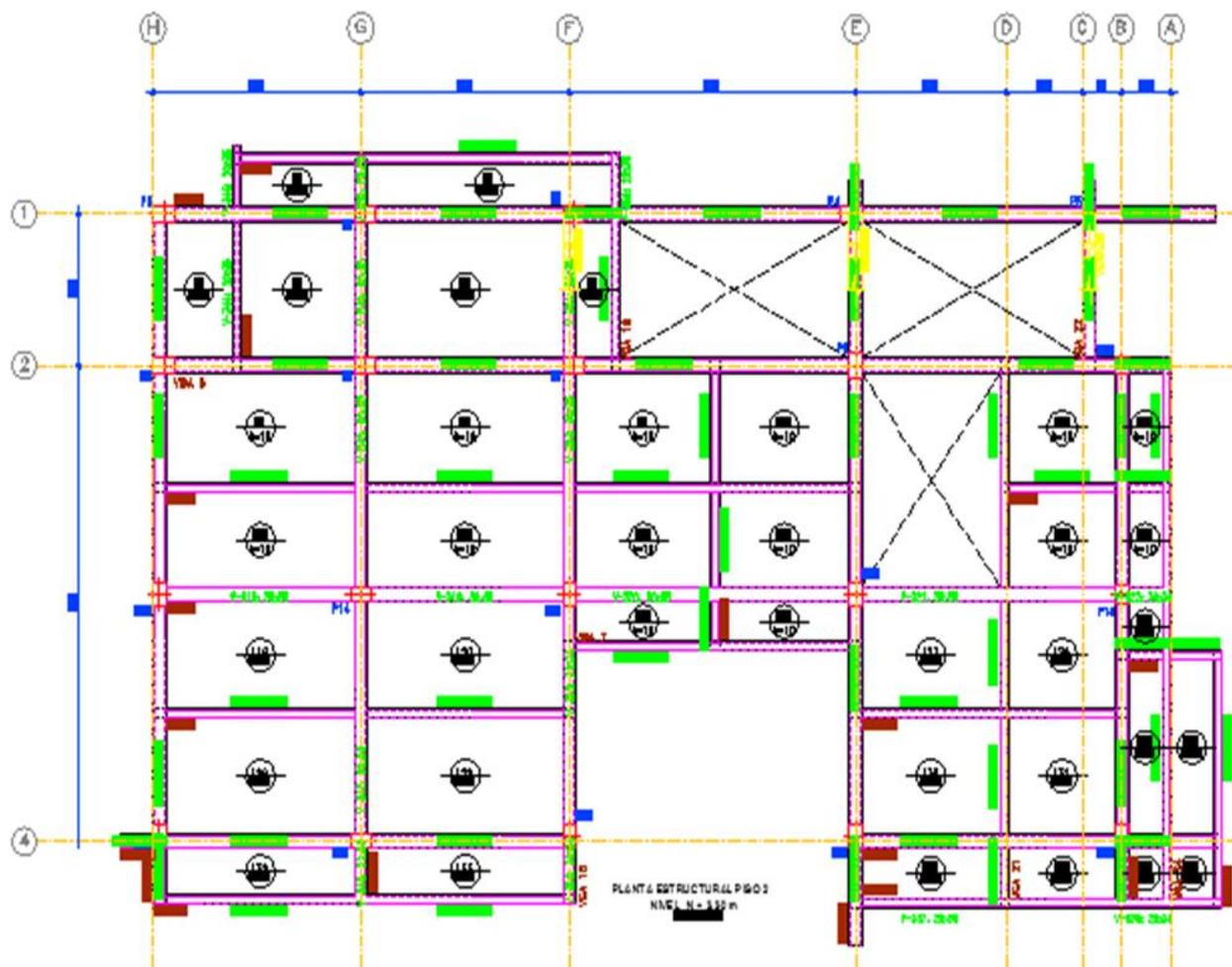
Nota. La información fue obtenida de (Bayona, 2021)

Por otra parte, se tiene que la losa de entrepiso es aligerada y tiene una altura de 0,30 m cuyas dimensiones de vigueta son de 0,12mX0, 25m; además, el espesor de la loseta será de 0,05 m. Así mismo, las vigas para la planta de entrepiso son de 30x35 y de 20x35 y para las vigas de la planta destinada a la cubierta son de 0,30x0,35. Los criterios de diseño y de construcción cumplen con los parámetros establecidos dentro de la Norma Sismorresistente Colombiana.

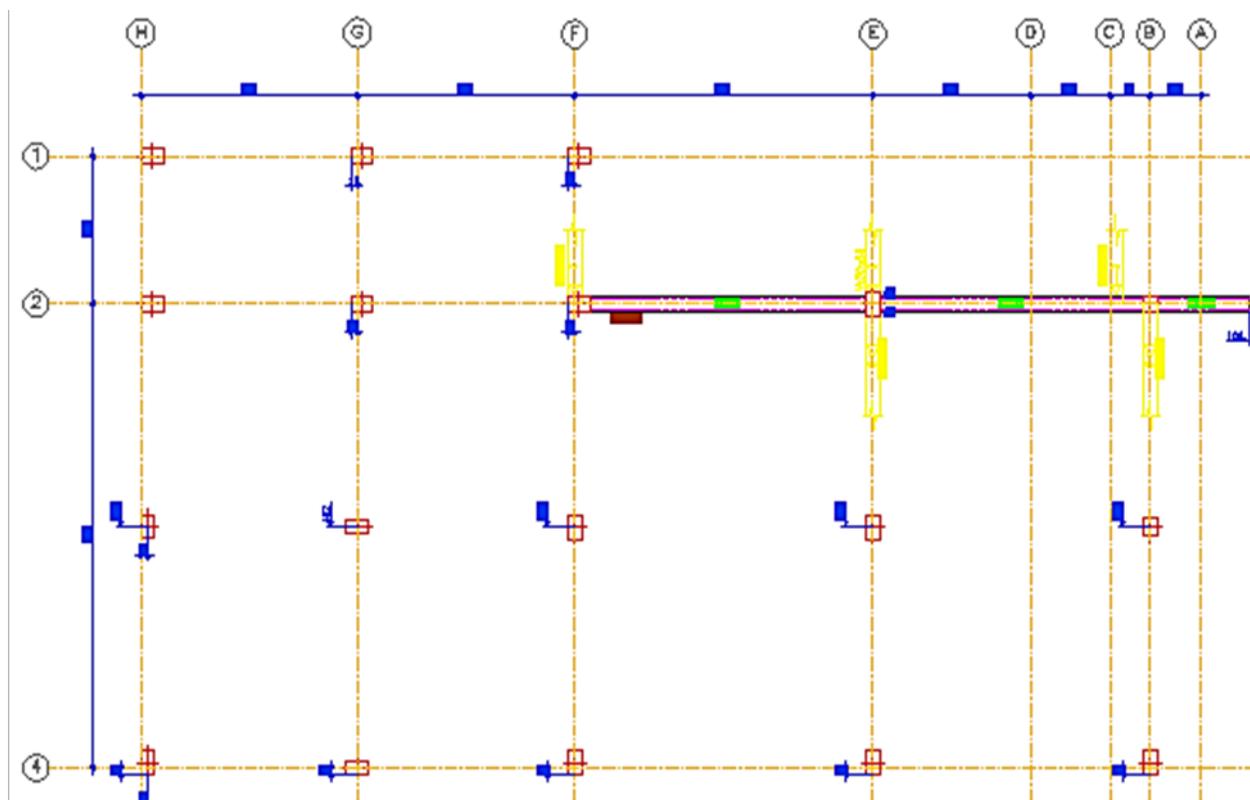
Por último, en la Figura 14 y 15, se muestra la planta de cubierta y entepiso del proyecto relacionado a la cabaña. Estos detalles contribuirán al adecuado seguimiento en la fase constructiva de la edificación en cuestión.

Figura 14

Planta estructural de entepiso



Nota. La información fue obtenida de (Constructora C&C, 2021). Modificado: Autor (2021)

Figura 15*Planta estructural de cubierta*

Nota. La información fue obtenida de (Constructora C&C, 2021). Modificado: Autor (2021)

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

A partir de la descripción anterior y haciendo uso de la herramienta matriz DOFA, se identificó el siguiente diagnóstico mostrado en la Tabla 2, donde se detalla las variables tanto internas como externas y cada una de las estrategias a implementar para superar las adversidades presentes; con ello, se busca contribuir a un mejor desarrollo de la empresa.

Tabla 2*Matriz DOFA*

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
VARIABLES INTERNAS	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de profesionales con experiencia en este tipo de proyectos de construcción. • La empresa cumple con todas sus obligaciones • Sus proyectos de infraestructura e ingeniería son de gran calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • No contar con un banco de maquinaria y equipo propio para la ejecución de los proyectos. • No contar con el suficiente personal técnico para la ejecución de las obras.
VARIABLES EXTERNAS	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizan los respectivos ensayos para el control de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • No aplicar a cabalidad las normas de seguridad y salud en el trabajo.
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> • Retrasos e imprevistos en las obras que afectan el presupuesto establecido en las condiciones iniciales de los diferentes contratos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regirse por la normatividad establecida la cual dispone información para los posibles efectos nocivos al proyecto. • Reportar los avances de obra para evitar inconformidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Concientizar a todos los involucrados en los diferentes proyectos de un buen desempeño para conseguir los objetivos

Continuación de la Tabla 2

OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
<ul style="list-style-type: none"> • El uso de la tecnología para tener más oportunidades y rapidez • Ideas frescas y nuevas • Mejor preparación técnica 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer el área técnica empleando el conocimiento del personal y la experiencia de los profesionales encargados de los proyectos. • Comunicación a la comunidad de los proyectos a llevar a cabo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar nota de los sucesos en obra e informar a los supervisores para determinar los procedimientos realizar. • Realizar reuniones periódicas para socializar los proyectos.

Nota. En la tabla se muestra los cuatros variables del diagnóstico inicial. Fuente: Autor (2021)

1.2.1 Planteamiento del problema

C&C ingeniería y construcción, siendo una empresa la cual se encargará del proceso de construcción y ejecución de diferentes proyectos, requiere de personal idóneo y facultado para realizar seguimiento a las diferentes funciones de procesos técnicos-prácticos para así dar cumplimiento a todos los requerimientos y especificaciones técnicas y demás lineamientos que sean necesarios.

Uno de los proyectos al cual se le realizará seguimiento es a la cabaña 37, ubicada en el Condominio Campestre Torres del Cable. Este es un proyecto que no cuenta con una persona que esté presente apoyando, controlando y garantizando el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas de manera permanente.

Es por esta razón, que se requiere del acompañamiento de un pasante perteneciente al área de ingeniería civil que esté presente en cada actividad que se ejecute en campo, con el fin de evitar que ocurran irregularidades que impidan que la ejecución de estos proyectos se realice bajo los requisitos de calidad y que aporte los conocimientos adquiridos en su formación académica en el transcurso de la pasantía.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado surge la siguiente pregunta ¿Cómo puede apoyarse la empresa constructora C&C diseño, ingeniería y construcción en el seguimiento de obra durante la ejecución del proyecto “cabaña 37 ubicada en el condominio campestre torres del cable en el municipio de Ocaña Norte de Santander”? en el transcurso de la pasantía se busca el desarrollo de componentes como lo son el control, y registro de las actividades que se realicen en obra por medio de visitas en el sitio , efectuando un registro de las cantidades ejecutadas diariamente, realizando los ensayos respectivos a los materiales para verificar que se ejecute de una forma correcta y eficaz lo pactado en las condiciones iniciales del contrato y de esta manera desarrollar eficientemente estos proyectos que generan un impacto positivo para el municipio de Ocaña ,bajo pilares importantes como lo son el tiempo, alcance , costo y calidad.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 Objetivo general

Apoyar a la empresa constructora C&C Ingeniería y Construcción en el seguimiento de obra durante la ejecución del proyecto “Cabaña 37 ubicada en el condominio campestre torres del cable en el municipio de Ocaña Norte de Santander”

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar seguimiento del proyecto asignado en cuanto a cantidades de obra, normas técnicas y especificaciones para el logro del alcance.

Revisar las especificaciones técnicas a través de los diferentes formatos entregados por la empresa para verificar su cumplimiento en la obra.

Examinar las diferentes actividades a ejecutar, teniendo en cuenta el factor tiempo-costos de ejecución del proyecto, mediante la herramienta Excel para el análisis de lo planificado vs ejecutado.

Estimar rendimientos de equipo y mano de obra del proyecto seleccionado a través de un muestreo en campo para el desarrollo de una base de datos para la empresa y la universidad.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma

En la Tabla 3 se detalla cada una de las actividades a desarrollar para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos.

Tabla 3

Actividades a desarrollar

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA HACER POSIBLE EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJ. ESPECÍFICOS
	Realizar seguimiento del proyecto asignado en cuanto a cantidades de obra, normas técnicas y especificaciones para el logro del alcance.	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar formatos que permitan efectuar un registro de las cantidades ejecutadas diariamente en la obra. - Calcular las cantidades reales a ejecutar diariamente, registrarlas en los formatos y presentarlos en la empresa - Diligenciar de manera manual la bitácora de obra el cual describa las actividades ejecutadas diariamente. - Tomar registro fotográfico de todas las actividades que se realizaran para la construcción del proyecto para evidenciar su avance diario.
Apoyar a la empresa constructora C&C Ingeniería y Construcción en el seguimiento de obra durante la ejecución del proyecto	Revisar las especificaciones técnicas a través de los diferentes formatos entregados por la empresa para verificar su cumplimiento en la obra.	<ul style="list-style-type: none"> - Observar que los materiales a emplear en la obra sean correctamente almacenados y tomar registro fotográfico. - Realizar los ensayos de laboratorio a las muestras de concreto (resistencia a la compresión y asentamiento), morteros y aceros. - Analizar los resultados de los ensayos y compararlos con las especificaciones de diseño por medio de un cuadro comparativo.
“cabaña 37 ubicada en el condominio campestre torres del cable en el municipio de Ocaña Norte de Santander”	Examinar las diferentes actividades a ejecutar, teniendo en cuenta el factor tiempo-costo de ejecución del proyecto, mediante la herramienta Excel para el análisis de lo planificado vs ejecutado.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudiar y analizar el presupuesto de obra del proyecto - Identificar si las cantidades de obra y los recursos estipulados están siendo ejecutados de acuerdo a lo contratado. - Realizar un comparativo del presupuesto estipulado en el cronograma del proyecto y el presupuesto según el avance del proyecto.

Continuación de la Tabla 3

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA HACER POSIBLE EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJ. ESPECÍFICOS
	Estimar rendimientos de equipo y mano de obra del proyecto seleccionado a través de un muestreo en campo para el desarrollo de una base de datos para la empresa y la universidad.	<ul style="list-style-type: none"> -Elaboración de formato para toma de muestras en campo. -Cálculo de media aritmética de los rendimientos tabulados. -Cálculo de la desviación estándar de los rendimientos tabulados. -Cálculo de coeficiente de variación. -Cálculo de factor de incremento. -Cálculo de rendimiento final para consolidar base de datos.

Nota. La tabla muestra cada una de las actividades correspondientes a los objetivos específicos para el cumplimiento del alcance del proyecto. Fuente: Autor (2021).

Capítulo 2. Enfoques Referenciales

2.1 Enfoque conceptual

A continuación, se muestran los principales conceptos que el lector debe conocer para poder realizar una comprensión adecuada del contenido del trabajo correspondiente al desarrollo de las actividades planteadas.

2.1.1 Bitácora

Es un instrumento que nos ayuda a identificar y conocer los eventos sobresalientes en una obra y nos ayudar a dar seguimiento a todos los trabajos que se están ejecutando, esto contribuye sustancialmente a mejorar la calidad de la obra y la supervisión. Debido a que la persona encargada de la misma tiene a la mano toda la información necesaria de la obra. (Arquinetpolis, 2017)

2.1.2 Especificaciones Técnicas de Obra

Estas especificaciones contienen las normas generales que regulan la realización de las obras necesarias para la ejecución, de acuerdo a lo indicado en los planos arquitectónicos correspondientes. Las especificaciones, planos y anexos que se entregan se complementan entre sí y tienen por objeto explicar las condiciones y características constructivas y el empleo de los materiales de acuerdo a como figuran en los planos y detalles constructivos. (Garces, 2014)

Cualquier detalle que se haya omitido en las especificaciones, en los planos, o en ambos, pero que deba formar parte de la construcción, no exime al Contratista de su ejecución, ni podrá tomarse como base para reclamaciones o demandas posteriores. (Garces, 2014)

2.1.3 Estructura de desglose del trabajo

Es una descomposición jerárquica orientada al trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto para lograr los objetivos del mismo y crear los entregables requeridos. Su gran contribución a la planificación radica en su capacidad para organizar y definir el alcance total del proyecto. (Bárcenas, 2012)

2.1.4 Planos Estructurales

Los Planos Estructurales son una representación gráfica de elementos estructurales, que siguen unas ciertas normas para su dibujo y su posterior interpretación. (Jacome, 2015)

Estos nos permiten guiarnos en la materialización de cualquier obra, por tal motivo, debe tener el orden secuencial del proceso constructivo, haciendo constar, cada etapa de manera general, mostrando además los detalles de cada elemento estructural que la conforma o que se construyen conjuntamente. La estructura es la distribución de las partes de un cuerpo, aunque también puede usarse en sentido abstracto. A partir de esta definición, la noción de estructura tiene innumerables aplicaciones. (Jacome, 2015)

Puede tratarse de la distribución y el orden de las partes principales de un edificio o de una casa, así como también de la armadura o base que sirve de sustento a la construcción. Por otro lado, podemos definir plano como la representación de la planta de un edificio, así como a las representaciones y esquemas de los diseños industriales. (Jacome, 2015)

2.1.5 Rendimiento

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/h (unidad de medida de la actividad por hora hombre). (Botero, 2002)

2.1.6 Productividad

Para todo tipo de industria, la productividad tiene gran importancia, puesto que esta representa un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recurso utilizado con la cantidad de producción obtenida, y a través de estas se logra la productividad optimizada, que es el principal objetivo de toda persona que lidera una empresa o proyecto.

Según Niebel (1996) menciona que la única manera en que una empresa puede aumentar y hacer crecer sus ganancias es incrementando la productividad y menciona como la principal herramienta el estudio del trabajo.

Es importante destacar que para lograr un aumento en la productividad, es necesario conocer cómo se emplean los recursos con los cuales se cuenta en obra, para que de esta manera se pueda maximizar y lograr rendimientos que se ajustan a la realidad. Por otra parte, Ortegón (2015) establece que un proyecto exitoso es aquel que cumple cuatro características fundamentales alcance, tiempo, costo y calidad. Cuando logramos conocer la productividad real de tan importantes recursos en obra, se pueden alcanzar proyectos éxitos, puesto que permitirá contar con una mejor planeación, programación, y presupuesto de obra.

2.1.7 Seguimiento técnico

Es el proceso que se desarrolla en la etapa de ejecución y operación del proyecto con el fin de reducir la brecha entre las fases de formulación y de implementación del proyecto. Se compone de la recolección y análisis continuo de información para tomar decisiones durante la implementación de una política, programa o proyecto, con base en una comparación entre los resultados esperado. (Departamento Nacional de Planeación, 2013)

Del mismo modo, permite al gerente del proyecto identificar y valorar los posibles problemas y logros frente a los mismos. Constituye la base para la adopción de medidas correctoras, con el fin de mejorar el diseño, aplicación y calidad de los resultados obtenidos. Siendo una ventana directa para ver los logros y analizar la gestión de las entidades del estado en materia de inversión pública. (Departamento Nacional de Planeación, 2013)

2.1.8 Mano de obra

Se refiere únicamente a la oferta que, de sus servicios personales, hacen los trabajadores predominantemente manuales. Pueden distinguirse dos géneros, por lo menos, de mano de obra: la calificada y la no calificada. (Borja, 2018)

2.1.9 Mano de obra no calificada

Esta mano de obra se caracteriza por no requerir un mayor aprendizaje ni conocimientos especiales. Está al alcance de cualquier persona de educación elemental. Y su remuneración es menor que la de los trabajadores calificados. (Borja, 2018).

La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible (Botero, 2002).

Frente a lo mencionado se muestra la Figura16, en la que se detallan los niveles de eficiencia de la productividad.

Figura 16*Planta estructural de cubierta*

Eficiencia de la productividad	Rango
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% - 100%

Nota. La información fue obtenida de (Borja, 2018)

De lo anterior, Botero (2002) considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o negativamente por diferentes factores, obteniéndose así rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente.

Es importante precisar que cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en la productividad los cuales se pueden agrupar bajo siete categorías las cuales son: La economía general, aspectos laborales, el clima, la actividad, el equipamiento, la supervisión y el trabajador. (Botero, 2002)

2.2 Enfoque legal

El presente trabajo se fundamenta en la Ley 400 del 19 de agosto de 1997 por la cual se crea la Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 y el decreto 2269 de 1993 en el cual de conformidad con el decreto 2153 de 1992 se crea el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, siendo este el organismo nacional de normalización.

2.2.1 Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 (Ley 400 del 19 de agosto de 1997)

En esta norma se presentan los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Estos pueden verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

El presente trabajo está regido según las especificaciones técnicas contenidas en el título C correspondiente a concreto estructural el cual cobra relevancia al ser el conducto regular para el cumplimiento del primer objetivo que consiste en realizar seguimiento del proyecto asignado en cuanto a cantidades de obra, normas técnicas y especificaciones para el logro del alcance.

2.2.2 Norma técnica colombiana NTC. (Decreto 2269 de 1993)

Este decreto confiere al Instituto Colombiano de normas técnicas funciones como establecer, coordinar, dirigir y vigilar los programas nacionales de control industrial de calidad, organizar los laboratorios de control de calidad, así como acreditar y supervisar los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de calibración que hagan parte del sistema nacional de certificación mediante las normas técnicas Colombianas NTC. Esta norma se empleó para dar cumplimiento al segundo objetivo en el cual se revisan las especificaciones técnicas del proyecto a través de los diferentes formatos entregados por la empresa para verificar su cumplimiento en la obra.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1 Realizar seguimiento del proyecto asignado en cuanto a cantidades de obra, normas técnicas y especificaciones para el logro del alcance

El seguimiento de obra es una labor fundamental para el logro del alcance de un proyecto, porque gracias a este se puede acompañar el proceso constructivo, hacer toma de información a través de formatos y registros fotográficos y para así corroborar el cumplimiento de los diferentes lineamientos necesarios para llevar a cabo la ejecución del proyecto de una manera óptima. Para darle cumplimiento de este objetivo, se desarrollaron las actividades descritas a continuación.

3.1.1.1 Estudiar toda la información necesaria acerca del proyecto asignado. Para brindar un correcto acompañamiento y apoyo al ingeniero residente del proyecto, es de gran importancia realizar la revisión y el estudio de toda la documentación vinculada con el proyecto a desarrollar, previo al inicio de las actividades de campo, de este modo contextualizarse con todos los detalles del proyecto.

De acuerdo a esto, se solicitó a la empresa la documentación y datos necesarios para desarrollar el seguimiento de tal manera que durante los primeros días de la pasantía se procedió a revisar y estudiar cada uno de los documentos e información suministrados, como: contrato de

obra, planos arquitectónicos, planos estructurales, planos hidrosanitarios, presupuesto de obra, cronograma y especificaciones técnicas del proyecto; a continuación, se describe de manera resumida la información.

Contrato de Obra. Se realizó la lectura del contrato de obra No. 008 del 01 de marzo del 2021, resaltando aspectos importantes de algunas cláusulas del contrato, que se detallan a continuación:

Contratista: C&C CONSTRUCTORA

Contratante: Robert Samuel Montes Bello

Objeto del contrato: El contratista se obliga para con el contratante a realizar a todo costo los trabajos correspondientes a la construcción de la cabaña ubicada en el lote 37 Mnz. 4 del condominio campestre torres del cable.

Localización y descripción del proyecto a ejecutar: Lote 37 Mnz. 4 del condominio campestre torres del cable.

Valor del contrato: El valor del contrato se encuentra estimado en la suma de mil cuatrocientos treinta y cuatro millones quinientos treinta y cuatro mil trescientos cincuenta y cuatro pesos (\$1, 434, 534,354.00) M/CTE. El valor del contrato y los pagos se reconocerán de

acuerdo a los valores que resulten de multiplicar las cantidades de obra medidas en sitio por los precios unitarios fijos establecidos.

Plazo: 544 días calendario a partir de la fecha acta de inicio y el cual podrá prorrogarse con antelación a la fecha de expiración mediante un acta de ampliación, debidamente justificada.

3.1.1.2 Elaborar formatos que permitan efectuar un registro de las cantidades ejecutadas quincenalmente en la obra. Para llevar a cabo dicha actividad, se realizó un formato para registrar de manera óptima y ordenada las cantidades ejecutadas quincenalmente, al cual se le añadió el logo actual de la empresa constructora y se distribuyeron los espacios de tal manera que se pudiera llevar la información de la manera más organizada posible.

En este formato se consignaban las cantidades ejecutadas según se iba llevando a cabo cada actividad, dicho formato se diligenciaba finalizando la quincena; relacionando el ítem, unidad de medida de dicha actividad, dimensiones, cantidades y registro fotográfico, tal y como se evidencia en el ejemplo plasmado en las Figuras 17 y 18, facilitando así la recopilación de la información.

Cabe resaltar que además de la información anteriormente mencionada, en la parte inferior del formato se puede observar el porcentaje de ejecución teórico y el porcentaje de ejecución real, con el fin de tomar las medidas pertinentes en caso de que el avance de la obra no esté reflejando los resultados óptimos.

Figura 18

Diligenciamiento de formato de informes quincenales

ITEM		UNIDAD	DESCRIPCIÓN					TOTAL
ÁREA O FOTOGRAFIA		DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD			DIMENSIONES			TOTAL
		UNIDAD	CANTIDAD	LONGITUD	ANCHO	ALTO		
		KG	12.76				12.76	
		M3	1.62				1.62	
		ML	139.70				139.70	
		UND	45.00				45.00	
		M2	155.49				155.49	
		M2	44.03				44.03	
		UND	14.00				14.00	
		UND	10.00				10.00	
		UND	1.00				1.00	
PORCENTAJE EJECUTADO TEÓRICO							29.31	
PORCENTAJE EJECUTADO REAL							36.47	
OBSERVACIONES								
REVISÓ:		ELABORÓ:			APROBÓ:			
ING. CAROL Y. BARRIGA		ING. AUXILIAR YENNY J. BARRIGA			ING. CRISTIAN L. RIZO SANGUINO			

3.1.1.3 Calcular las cantidades reales a ejecutar diariamente, registrarlas en los formatos y presentarlos en la empresa. El cálculo de las cantidades reales a ejecutar en obra, es un procedimiento sumamente importante, ya que por medio de este podremos tener con exactitud la cantidad de material a emplear por cada actividad o labor a desarrollar. Dicho objetivo, implicaba medir y comprobar que las dimensiones de cada elemento o detalle constructivo especificado en los planos correspondieran con las dimensiones ejecutadas en obra.

El registro de las cantidades ejecutadas se llevaba a cabo en el formato que se observa en la Figura 17 mencionado anteriormente donde se podía evidenciar los procesos constructivos ejecutados diariamente en obra.

La entrega de estos formatos debía realizarse a la empresa constructora C&C de manera quincenal como se muestra en la Figura 18, donde se debía justificar por medio de memorias de cálculo en Excel cada dato plasmado en dichos formatos. (Ver Apéndices A y B)

3.1.1.4 Diligenciar de manera manual la bitácora de obra el cual describa las actividades ejecutadas diariamente. En el transcurso del desarrollo de las pasantías, en lo referente a la ejecución del proyecto de vivienda unifamiliar tipo cabaña, se llevó a cabo el diligenciamiento diario de las diferentes actividades necesarias para la ejecución del proyecto por medio del registro de la bitácora manual; para esto se hizo uso de un libro de bitácora suministrado por la empresa constructora, en el cual en primera instancia se consignaban las características más importantes del contrato como el número del mismo, su objeto, nombre del contratista, ubicación, nombre del ingeniero responsable del proyecto.

Posteriormente se consignaba la fecha, las actividades se estaban siendo ejecutadas en ese día en el cual se estaba realizando el registro; además se cuenta con un espacio para referenciar el personal que trabajo en la obra, y las condiciones climáticas, aspectos muy fundamentales para determinar el rendimiento de la actividad ejecutada y el avance de obra.

En este formato también se cuenta con un espacio donde se realizaban anotaciones de acuerdo a las observaciones generales que se iban evidenciando en la ejecución de los procesos constructivos desarrollados en la obra y/o modificaciones acerca de la información consignada; finalmente se consignaban las firmas tanto del ingeniero responsable del proyecto como también del propietario de la vivienda. Este archivo es de gran ayuda, ya que, mantiene de manera organizada la información del proyecto. (Ver Apéndice C)

3.1.1.5 Tomar registro fotográfico de todas las actividades que se realizaran para la construcción del proyecto para evidenciar su avance diario. La toma de registro fotográfico es fundamental en el proceso de apoyo al ingeniero residente, puesto que permite evidenciar cada una de las actividades que se llevaron a cabo en los proyectos como también los procedimientos empleados durante la ejecución.

El registro fotográfico es un soporte para aquellas actividades que son difíciles de corroborar como lo son las excavaciones, la instalación y retiro de formaletas, la toma de niveles, localización y replanteo, curado del concreto, elaboración de ensayos, registro de ingreso y salida de equipos, visitas técnicas realizadas al proyecto, por lo tanto, la toma de registro fotográfico se convierte en una fuente de información indispensable para evidenciar el avance del proyecto.

En el desarrollo de este proyecto se tomó registro fotográfico de actividades como lo son excavaciones, armado de acero de vigas y columnas, Formaleteado de vigas y losa de entrepiso, el vaciado de losa aligerada de entrepiso, y elaboración de diversos ensayos para la posterior verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.

En base en lo anterior, el registro fotográfico se puede observar en el Apéndice D del presente informe.

3.1.2 Revisar las especificaciones técnicas a través de los diferentes formatos entregados por la empresa para verificar su cumplimiento en la obra

3.1.2.1 Observar que los materiales a emplear en la obra sean correctamente almacenados y tomar registro fotográfico. De acuerdo con los requisitos establecidos en el numeral I.4.6 de la norma sismo resistente del 2010, uno de ellos corresponde a las actividades preliminares de la construcción donde están establecidos los parámetros que se deben tener en cuenta para el correcto almacenamiento de los materiales. De tal manera que estos sean protegidos del deterioro y contaminación, al igual como la toma de muestras se hace de acuerdo con la norma. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Para dar el correcto cumplimiento a este objetivo, se realizó una inspección total del proyecto en el cual se verificó mediante los diferentes formatos y listas de chequeos suministrados por la empresa constructora (ver Tabla 4 y 5) que se realizara adecuadamente el almacenamiento y suministro de los diferentes materiales requeridos en el proyecto como lo fueron: arena, triturado, acero, ladrillos, bultos de cemento y el uso de las diferentes herramientas y/o equipos en obra.

A partir del control realizado por medio de los diferentes formatos de verificación y/o control de ejecución se lograron identificar que la empresa cumplía en su gran mayoría con los parámetros a evaluar según las normativas plasmadas en dichos formatos, pero a su vez también se identificaron algunos lineamientos que podrían mejorar, tal y como se evidencia a continuación. En el Apéndice E se detalla los formatos de verificación.

Tabla 4

Formato de control de ejecución según NSR-10

		CONTROL DE EJECUCIÓN SEGÚN NSR-10		OCAÑA 2021
		Constructora C&C Ingeniería y Construcción	FORMATO DE CONTROL DE EJECUCION	F1-02
CONTROL DE EJECUCIÓN SEGÚN NSR-10				
Proyecto:	Vivienda Unifamiliar, Cabaña 37			
Ingeniero Responsable:	Cristian Leonardo Rizo Sanguino			
Ubicación del proyecto:	Cabaña 37 Condominio Campestre Torres del Cable			
PREPARACIÓN DEL EQUIPO Y LUGAR DE COLOCACIÓN DEL CONCRETO				C.5.7
ACTIVIDAD				CUMPLE
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN			SI NO
C.5.7.1.A	Todo equipo de mezclado y transporte del concreto debe estar limpio			x
C.5.7.1.B	Deben retirarse todos los escombros y el hielo de los espacios que serán ocupados por el concreto.			x
C.5.7.1.C	El encofrado debe estar recubierto por un desmoldante adecuado			x
C.5.7.1.D	Las unidades de albañilería de relleno en contacto con el concreto deben estar adecuadamente humedecidas			x
C.5.7.1.E	El refuerzo debe estar completamente libre de hielo o de otros recubrimientos perjudiciales			x
C.5.7.1.F	El agua libre debe ser retirada del lugar de colocación del concreto antes de depositarlo, a menos que se vaya a emplear un tubo para colocación bajo agua o que lo permita la autoridad competente			x
C.5.7.1.G	La superficie del concreto endurecido debe estar libre de lechada y de otros materiales o deleznable antes de colocar concreto adicional sobre ella			x
MEZCLADO DE CONCRETO				C.5.8
C.5.8. 1.A	Todo concreto debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales y la mezcladora debe descargarse completamente antes de que se vuelva a cargar			x
C.5.8. 3.A	El mezclado debe hacerse en una mezcladora de un tipo aprobado			x
C.5.8.3. B	La mezcladora debe hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante			x

Continuación de la Tabla 4

	CONTROL DE EJECUCION SEGÚN NSR-10		OCAÑA 2021	
	Constructora C&C Ingeniería y Construcción	FORMATO DE CONTROL DE EJECUCION	F1-02	
CONTROL DE EJECUCIÓN SEGÚN NSR-10				
Proyecto:	Vivienda Unifamiliar, Cabaña 37			
Ingeniero				
Responsable:	Cristian Leonardo Rizo Sanguino			
Ubicación del proyecto:	Cabaña 37 Condominio Campestre Torres del Cable			
PREPARACIÓN DEL EQUIPO Y LUGAR DE COLOCACIÓN DEL CONCRETO			C.5.7	
ACTIVIDAD			CUMPLE	
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN		SI	NO
C.5.8.3.C	El mezclado debe prolongarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor		x	
C.5.8.3. D	El manejo, la dosificación y el mezclado de los materiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de la NTC 3318(ASTM C94M)		x	
C.5.8.3. E	Debe llevarse un registro de: 1.Numero de tandas de mezclado producidas 2.Dosificación del concreto producido 3.Localización aproximada de depósito final en la estructura 4.Hora y fecha del mezclado y de su colocación			x
TRANSPORTE DEL CONCRETO			C.5	
C.5.9.1	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación, empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida del material		x	
C.5.9.2	el equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de concreto en el sitio de colocación sin segregación de los componentes y sin interrupciones que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre capas sucesivas de colocación		x	
C.5.10.1	El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar su segregación debida a su manipulación o desplazamiento		x	
C.5.10.2	La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo		x	
C.5.10.3	No debe colocarse en la estructura concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales extraños		x	
C.5.10.4	No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial a menos que sea aprobado por el profesional facultado para diseñar		x	
C.5.10.5	Una vez iniciada la colocación del concreto, esta debe efectuarse en una operación continua que termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites		x	
C.5.10.6	La superficie superior de las capas colocadas entre los encofrados verticales por lo general debe estar a nivel		x	
C.5.10.7	Cuando se requieran juntas de construcción, éstas deben hacerse de acuerdo con c.6.4		x	
C.5.10.8	Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de las instalaciones embebidas y en las esquinas del encofrado		x	

Continuación de la Tabla 4

	CONTROL DE EJECUCION SEGÚN NSR-10		OCAÑA 2021
	Constructora C&C Ingeniería y Construcción	FORMATO DE CONTROL DE EJECUCION	F1-02
CONTROL DE EJECUCIÓN SEGÚN NSR-10			
Proyecto:	Vivienda Unifamiliar, Cabaña 37		
Ingeniero Responsable:	Cristian Leonardo Rizo Sanguino		
Ubicación del proyecto:	Cabaña 37 Condominio Campestre Torres del Cable		
PREPARACIÓN DEL EQUIPO Y LUGAR DE COLOCACIÓN DEL CONCRETO			C.5.7
ACTIVIDAD			CUMPLE
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	SI	NO
CURADO DEL CONCRETO			C.5.11
C.5.11.1	El concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10 ° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación.	x	
DISEÑO DE CIMBRAS Y ENCOFRADOS			C.6.1.
C.6.1.2	Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente heréticas para impedir la fuga del mortero	x	
C.6.1.3	Las cimbras y encofrados deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí, de tal manera que conserven su posición	x	
DESCIMBRADO			C.6.2
C.6.2.1	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficientemente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado	x	
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN			C.6.4
C.6.4.1	La superficie de las juntas de construcción del concreto debe limpiarse y debe estar libre de lechada	x	
C.6.4.2	Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada	x	
C.6.4.3	Las juntas de construcción deben hacerse y ubicarse de manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura. Deben tomarse medidas para la transferencia apropiada de cortante y de otras fuerzas a través de las juntas de construcción.	x	
GANCHOS ESTÁNDAR			C.7.1
C.7.1.1	Dobles de 180° más una extensión de 4db, pero no menos de 65 mm en el extremo libre de la barra	x	
C.7.1.2	Dobles de 90° más una extensión de 12db en el extremo libre de la barra	x	
C.7.1.3.A	Barra #5 y menores, dobles de 90 más 6 db de extensión en el extremo libre de la barra	x	
C.7.1.3.B	Barra #6#7#8, dobles de 90 más 12 db de extensión en el extremo libre de la barra	x	
C.7.1.3.C	Barra #8 y menor, dobles de 135 más 6 db de extensión en el extremo libre de la barra	x	
DIÁMETROS DE DOBLADO			C.7.2
C.7.2.1	Numero 3 ó número 8, diámetro mínimo de doblado 6db	x	
C.7.2.2	Numero 9 ó número 10 y número 11, diámetro mínimo de doblado 8db	x	
C.7.2.3	Número 14 y número 18, diámetro mínimo de doblado 10db	x	

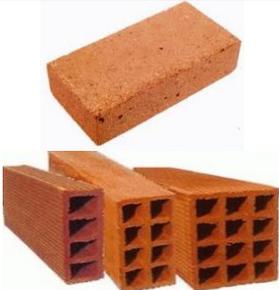
Continuación de la Tabla 4

	CONTROL DE EJECUCIÓN SEGÚN NSR-10		OCAÑA 2021
	Constructora C&C Ingeniería y Construcción	FORMATO DE CONTROL DE EJECUCION	F1-02
CONTROL DE EJECUCIÓN SEGÚN NSR-10			
Proyecto:	Vivienda Unifamiliar, Cabaña 37		
Ingeniero Responsable:	Cristian Leonardo Rizo Sanguino		
Ubicación del proyecto:	Cabaña 37 Condominio Campestre Torres del Cable		
PREPARACIÓN DEL EQUIPO Y LUGAR DE COLOCACIÓN DEL CONCRETO			C.5.7
ACTIVIDAD			CUMPLE
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	SI NO	
DOBLADO			C.7.3
C.7.3.1	Todo refuerzo debe doblarse en frio, a menos que el profesional facultado para diseñar permita otra cosa	x	
C.7.3.2	Ningún refuerzo parcialmente embebido en el concreto puede doblarse en la obra, excepto cuando así se indique en los planos de diseño o lo permita el profesional facultado para diseñar	x	
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE REFUERZO			
C.7.4.1	En el momento que es colocado el concreto, el refuerzo debe estar libre de barro, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia	x	
C.7.4.2	El refuerzo, excepto el acero de pre-esforzado, con oxido, escamas o una combinación de ambos, debe considerarse satisfactorio si las dimensiones mínimas /incluyendo la altura de los resaltes del corrugado) y el peso de una muestra limpiada utilizando un cepillo de alambre de acero, cumple con las especificaciones NTC (o ASTM en su defecto) aplicables indicadas en C.3.5	x	
COLOCACIÓN DEL REFUERZO			
C.7.5.1	El refuerzo incluyendo los tensores, los ductos de prees forzado, debe colocarse con precisión y estar adecuadamente asegurado antes de colocar el concreto, y debe fijarse para evitar su desplazamiento entro de las tolerancias aceptables dadas en c.7.5.2	x	
C.7.5.2	A menos que el profesional facultado para diseñar, especifique otra cosa, el refuerzo, incluyendo los tendones y ductos de prees forzado, debe colocarse en las posiciones especificadas dentro de las tolerancias indicadas en c.7.5.2.1 y c.7.5.2.2	x	
C.7.5.3	El refuerzo electrosoldado de alambre utilizada en losas con vanos menores de 3 m se puede doblar desde un punto situado cerca de la cara superior sobre el apoyo, hasta otro punto localizado cerca de la cara inferior en el centro de vano, siempre y cuando este refuerzo sea continuo sobre el apoyo o esté debidamente anclado en él	x	
C.7.5.4	No se permite soldar las barras que se intercepten con el fin de sujetar el refuerzo m, a menos que lo autorice el profesional facultado para diseñar.	x	

Nota. En la tabla se detalla cada una de las verificaciones. Fuente: Autor (2021).

Tabla 5

Formato de verificación del estado de los materiales

VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Proyecto: Vivienda Unifamiliar, Cabaña 37				
Nombre Ingeniero Responsable: Cristian Leonardo Rizo Sanguino				
Ubicación del proyecto: Cabaña 37 Condominio Campestre Torres del Cable				
MATERIAL	OBSERVACIÓN	CRITERIO A EVALUAR	SI	NO
<u>MADERA</u> 	No debe tener corteza ni grandes agujeros o demasiados nudos. Debe ser madera seca y no estar torcida ni partida. Conviene almacenarla horizontalmente en un lugar seco con buena circulación de aire.	¿Contiene corteza?		x
		¿Contiene grandes agujeros?		x
		Contiene demasiados nudos ¿		x
		¿Se encuentra húmeda?		x
		¿Se encuentra torcida?		x
<u>LADRILLOS Y/O BLOQUES</u> 	No debe contar con demasiadas irregularidades, grietas y poco o demasiado cocidos.	¿Cuenta con demasiadas irregularidades?		x
		¿Cuenta con demasiadas grietas?		x
		¿Se encuentran poco o demasiado cocidos?		x
<u>ARENA</u> 	Conviene utilizar una mezcla limpia y de buena granulometría de arena entre gruesa y finas partículas cuya dimensión oscile entre 0,2 y 5 mm; La arena no debe tener limo, arcilla, ni materiales orgánicos.	¿Es limpia y de buena granulometría?	x	
		¿La dimensión de sus partículas oscila entre 0,2 y 5 mm?	x	
		¿Posee limos, arcilla o materiales orgánicos?		x
<u>CEMENTO</u> 	Comprobar que se encuentre <i>fresco</i> . No debe tener grumos que no se puedan pulverizar haciendo presión con el pulgar y el índice.	¿Se encuentra en estado fresco?	x	
		¿Contiene grumos que no se pueden pulverizar haciendo presión con el pulgar y el índice?		x

Continuación de la Tabla 5

VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Proyecto: Vivienda Unifamiliar, Cabaña 37				
Nombre Ingeniero Responsable: Cristian Leonardo Rizo Sanguino				
Ubicación del proyecto: Cabaña 37 Condominio Campestre Torres del Cable				
MATERIAL	OBSERVACIÓN	CRITERIO A EVALUAR	SI	NO
<u>GRAVA</u>				
	Debe estar limpio, libre de suciedad y material orgánico	¿Se encuentra limpio, libre de suciedad y material orgánico?		x
<u>ACERO</u>				
	El acero de refuerzo debe estar libre de oxidación, sin grasa, quiebres, escamas, deformaciones e imperfecciones que afecten su uso.	¿Se encuentra libre de oxidación?		x
		¿Se encuentra libre de grasa?		x
		¿Se encuentra libre de deformaciones?		x
		¿Se encuentra libre de quiebres, escamas e imperfecciones?		x

Nota. En la tabla se detalla cada una de las verificaciones. Fuente: Autor (2021).

También se verificó que dentro del proyecto existiese un campamento en el cual se ubicaran y resguardaran los diferentes materiales como lo son el acero, los bultos de cemento y demás, como se muestra en la Tabla 4.

Dicho proyecto contaba con un campamento, dentro de este campamento se verificó que los materiales estuviesen correctamente almacenados para garantizar la seguridad y calidad de los materiales. Los aspectos que se verificaron fueron los siguientes:

Se inspeccionó que los bultos de Cemento estuvieran situados sobre una cama de estibas de madera que garantizara su protección contra la humedad y evitando el contacto directo con el suelo, tal y como se observa en la Figura 19.

Figura 19

Campamento



De manera simultánea, se verificó el estado del almacenamiento del cemento, siendo este uno de los insumos más importantes dentro de los procesos constructivo. Esto se muestra en la Figura 20.

Figura 20*Almacenamiento bultos de cemento*

A su vez también se verificó que las varillas de acero estuviesen almacenadas dentro del campamento y de manera temporal en los frentes de trabajo de los proyectos de acuerdo con la programación de la obra.

Cabe resaltar que inicialmente en el proyecto se observaba con frecuencia que la mampostería una vez ingresaba a la obra, era depositada de la manera en cómo se observa en la Figura 21.

Pero luego de realizar la respectiva revisión, se plasmaron una serie de anotaciones de aspectos a mejorar las cuales conllevaron a realizar diferentes recomendaciones a todo el equipo de trabajo, logrando así, que la ubicación de ellos cambiara notablemente puesto que gracias a que se llevaron a cabo estas recomendaciones actualmente la mampostería es ubicada de manera organizada en sitios cercanos a los frentes de obra para facilitar su traslado.

Tras finalizar cada jornada ellos proceden a recubrirlos con platicos con el fin de evitar el deterioro de los mismos, generando el menor número de fracturas en los ladrillos, el cual se evidenció notablemente en el transcurso del proyecto. Ver Figura 22

Figura 21

Almacenamiento de la mampostería inicialmente



Figura 22

Almacenamiento de la mampostería finalmente



Los materiales de río; la arena y triturado, fueron ubicados en una zona amplia en el interior del proyecto. Cabe resaltar que los materiales luego de ser ubicados si fueron protegidos desde un inicio contra la acción erosiva del agua, aire y evitar la contaminación de estos como se observa en la Figura 23.

Figura 23

Almacenamiento de mariales de rio inicialmente



En el proyecto se tuvo presente que los materiales de construcción que ingresaban a obra debían almacenarse en la zona destinada para dicho fin y si en su traslado hacia la obra se presentaban esparcimientos de material sobre las vías que conducía al proyecto, se procedía a recoger y realizar la limpieza de las zonas afectadas para evitar afectaciones a la comunidad aledaña.

3.1.2.2 Realizar los ensayos de laboratorio a las muestras de concreto (resistencia a la compresión y asentamiento), y aceros. En el presente objetivo se han venido realizando pruebas de campo, ensayos y verificaciones a los diferentes tipos de materiales de la construcción, para esto se han realizado diversas tomas de muestras en obra con el objetivo de

verificar que se cumplan las especificaciones técnicas en los materiales utilizados. En la Figura 24, se evidencia la toma de especímenes de concreto, con el fin de evaluar su resistencia a la compresión; seguidamente podemos observar la realización de ensayos de slump o ensayo de cono de Abraham, con el fin de verificar en obra, que el asiento o descenso de la mezcla está dentro de los estándares estipulados en el diseño de mezclas.

Ensayo de asentamiento del concreto (SLUMP). De acuerdo con la norma INVE 404-07, se humedeció el molde (cono de Abraham) y se colocó sobre una superficie horizontal y no absorbente. Se sujetó firmemente con los pies y se llenó con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente.

Cada capa se apisonó con 25 golpes con la varilla estándar, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal, después que la última capa ha sido compactada se pulió a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde se retira mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto. (INVIAS, 2012)

Seguidamente se midió el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen. (INVIAS, 2012)

Ensayo de compresión del concreto. Antes de vaciar el concreto en el molde, era necesario aceitar el interior del cilindro para evitar que el concreto quedara adherido a la superficie metálica del molde; para hacer esto se untaban las paredes y el fondo con una esponja

y/o brocha impregnada de aceite mineral; la capa de aceite debía ser delgada, de tal manera que en el fondo no se acumulara aceite.

El cilindro se llenaba en tres capas de igual altura y cada capa se apisonaba con una varilla lisa estándar, la cual se introducía 25 veces por capa en diferentes sitios de la superficie del concreto, teniendo en cuenta de que la varilla solo atravesara la capa que se estaba compactando, sin pasar a la capa siguiente.

Además se debía golpear firmemente de 10 a 15 veces los lados del recipiente con un mazo, para así llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire que podrían quedar atrapadas en el concreto, como se aprecia en la Figura 24.

Figura 24

Organización de la documentación



Finalmente, tras la compactación se completaba el llenado del molde con más mezcla y se alisaba la superficie con la ayuda del palustre para que la superficie quedara uniforme. Después de tener el concreto en los moldes se dejaban en un sitio cubierto evitando golpes o vibraciones, pasadas las 24 horas se retiraban del molde cuidadosamente y se marcaban, como se muestra en la Figura 25. Los resultados de laboratorio se muestran en el Apéndice F.

Inmediatamente se sometían a un proceso de curado sumergiéndolos en un tanque con agua, evitando la evaporación del agua que contiene el cilindro. Después de tener el concreto en los moldes se dejaban en un sitio cubierto evitando golpes o vibraciones, pasadas las 24 horas se retiraban del molde cuidadosamente y se marcaban; inmediatamente se sometían a un proceso de curado sumergiéndolos en un tanque con agua evitando la evaporación del agua que contiene el cilindro.

Figura 25

Cilindros para realizarles el ensayo



Ensayo de tracción del acero. De acuerdo a la norma NTC 2289 Y ASTM A 37 se realizó el ensayo a tracción de una varilla de acero el cual consistió en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la misma. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente.

3.1.2.3 Analizar los resultados de los ensayos y compararlos con las especificaciones de diseño por medio de un cuadro comparativo. El desarrollo del objetivo se evidencia en los siguientes detalles tanto para las columnas, como para las losas de entresijos, se le realizó a cada una su respectivo ensayo de compresión del concreto, obteniendo los resultados que se observan en la Tabla 6.

Tabla 6

Comparación de resultados de ensayo de resistencia columnas 2do piso

ENSAYO PARA COLUMNAS SEGUNDO PISO			
Columna	Resistencia teórica (psi)	Resistencia real (psi)	% con respecto al teórico
C1	3000	3066.7	103.67%
C2	3000	3218.6	107.29%
C3	3000	3206.5	106.88%
C4	3000	3066.7	103.67%
C5	3000	3110.2	103.67%
C6	3000	3218.6	107.29%
C7	3000	3206.5	106.88%
C8	3000	3066.7	103.67%
C9	3000	3206.5	106.88%
C10	3000	3110.2	103.67%
C11	3000	3066.7	103.67%
C12	3000	3218.6	107.29%
C13	3000	3066.7	103.67%
C14	3000	3066.7	103.67%
C15	3000	3110.2	103.67%
C16	3000	3206.5	106.88%
C17	3000	3218.6	107.29%

Continuación de la Tabla 6

ENSAYO PARA COLUMNAS SEGUNDO PISO			
Columna	Resistencia teórica (psi)	Resistencia real (psi)	% con respecto al teórico
C19	3000	3066.7	103.67%
C20	3000	3110.2	103.67%
C21	3000	3066.7	103.67%
C22	3000	3066.7	103.67%
C23	3000	3218.6	107.29%
C24	3000	3206.5	106.88%

Nota. La tabla muestra el comparativo realizado para las columnas del 2° piso.

Del mismo modo, en la Tabla 7 se muestra los resultados obtenidos en el primer entrepiso pertenecientes a la estructura en cuestión. En ella se detalla la resistencia proporcionada por días y el respectivo comparativo con la resistencia real y teórica.

Tabla 7

Comparación de resultados de ensayo de resistencia para entrepiso 1

ENSAYO PARA ENTREPISO 1			
Descripción	Resistencia teórica (psi)	Resistencia real (psi)	% con respecto al teórico
C 7 DIAS	3000	2018.2	67.27%
C 14 DIAS	3000	2469.2	82.31%
C 28 DIAS	3000	3137.3	104.59%
C 28 DIAS	3000	3066.7	102.22%

Nota. La tabla muestra el comparativo realizado para la losa de entrepiso del 1° piso.

Como se puede observar en las tablas comparativas anteriores los resultados reales obtenidos, estuvieron muy acertados con respecto a los valores teóricos proporcionados por medio del diseño de mezclas, evidenciando que la calidad en obra tanto de los agregados como también a su vez del control del agua en la realización de la mezcla de concreto, fueron los correspondientes a lo estipulado en las especificaciones técnicas proporcionadas.

Resultados de ensayo de asentamiento. Después de preparada la mezcla se realizó el ensayo de asentamiento, siguiendo el procedimiento descrito en la norma de Invias, se obtuvo un slump de 7.10 cm, lo cual determina una buena fluidez y la forma de derrumbamiento, apreciando la consistencia esperada del hormigón, este resultado fue el esperado de acuerdo con la Figura 26.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se consulta la información suministrada en la Figura 27, donde se detalla el rango de asentamiento de acuerdo a los diferentes elementos estructurales.

Figura 26

Asentamiento del concreto



Figura 27*Maleabilidad del concreto*

Asentamiento (cm)	Consistencia (tipo de concreto)	Grado de trabajabilidad	Tipo de estructura y condición de colocación
0-2,0	Muy Seca	Muy Pequeño	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibraciones de formaleta
2,0-3,5	Seca	Pequeño	Pavimento vibrado con maquina mecánica
3,5-5,0	Semi-Seca	Pequeño	Construcciones en masas voluminosas, losas medianamente reforzadas con vibración, fundaciones en concreto simple, pavimentos con vibraciones normales
5,0-10	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactados a mano, columnas, vigas, fundaciones y muros con vibración
10,0- 15,0	Húmeda	Alto	Secciones con mucho refuerzo, trabajos dónde la colocación sea difícil, revestimiento de túneles, no recomendable para compactarlo con demasiada vibración.

La realización del ensayo de asentamiento del concreto se observa en la Figura 28, tomando como referencia el cono.

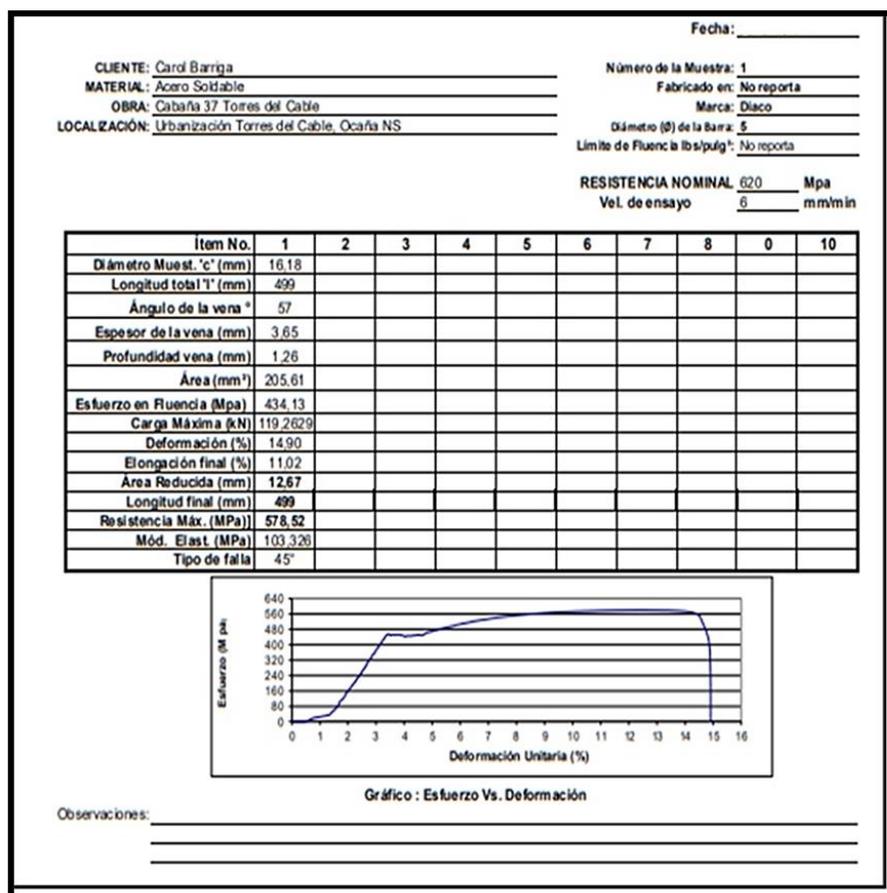
Figura 28*Ensayo de asentamiento*

Resultados de ensayo a tracción del acero. La verificación se realizó a una varilla de 5/8, marca Diaco, la cual es ensayada a tracción. Los resultados de dicho ensayo se presentan de manera organizada en la Figura 29.

De acuerdo con los resultados obtenidos de este ensayo, podemos resaltar que las varillas solicitadas cumplen con los requisitos de calidad para ser empleados con seguridad dentro de la construcción.

Figura 29

Resultados ensayo de tracción del acero



Nota. La información fue suministrada por (Constructora C&C, 2021)

Teniendo en cuenta el buen estado y la integridad de los diferentes materiales de construcción, se anexa un registro fotográfico en el Apéndice G.

3.1.3 Examinar las diferentes actividades a ejecutar, teniendo en cuenta el factor tiempo-costo de ejecución del proyecto, mediante la herramienta Excel para el análisis de lo planificado vs ejecutado

Para dar cumplimiento al presente objetivo fue necesario llevar a cabo una serie de actividades las cuales se mostrarán a continuación.

3.1.3.1 Estudiar y analizar el presupuesto de obra del proyecto. Para iniciar con esta primera actividad, se le solicitó a la empresa constructora C&C, el presupuesto de obra y a su vez las especificaciones técnicas del proyecto, y el cronograma estipulado para dicha vivienda (Ver Apéndice H). Por medio de dichos datos suministrados se logró examinar y analizar toda la información recopilada, consiguiendo identificar cada uno de los ítems que conformaban el presupuesto, cantidades de obra y los recursos estipulados para ser ejecutados conforme a lo contratado.

Después de analizar el presupuesto de obra, se logró observar que el costo para llevar a cabo dicho proyecto es de mil cuatrocientos treinta y cuatro millones quinientos treinta y cuatro mil trescientos cincuenta y cuatro pesos (\$1, 434, 534,354.00), los cuales están integrados en 17 ítems, los cuales a su vez desglosan diferentes sub-actividades. En las Figuras 30 a la 33, se muestra el desglose del presupuesto de obra,

Figura 30

Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT	V.PARCIAL	DURACIÓN DE ACTIVIDAD
REFERENCIA: PRESUPUESTO No 0040 DE 2021 CABAÑA 37 URBANIZACIÓN CAMPESTRE TORRES DEL CABLE CONSTRUCCIÓN DE CABAÑA 37						
PRESUPUESTO DE OBRA						
1	CONSTRUCCIÓN DE CABAÑA 37 EN LA URBANIZACIÓN CAMPESTRE TORRES DEL CABLE					
1.1	ACTIVIDADES PRELIMINARES				\$ 29,657,857	
1,1,1	Localización y replanteo	m2	1,269.00	\$ 6,000	\$ 7,614,000	7
1,1,2	Explanación	m3	800.00	\$ 7,000	\$ 5,600,000	7
1,1,3	Excavaciones para cimentación y alcantarillados	m3	164.28	\$ 48,000	\$ 7,885,488	42
1,1,4	Campamento y cerramiento provisional	und	1.00	\$ 1,500,000	\$ 1,500,000	1
1,1,5	Relleno y compactacion con material de excavacion	m3	9.11	\$ 34,000	\$ 309,706	15
1,1,6	Retiro de escombros	m3	213.57	\$ 31,600	\$ 6,748,663	3
1.2	ACEROS				\$ 149,116,049	
1,2,1	armado y figurado de Acero para cimentación	kg	2,194.43	\$ 4,713	\$ 10,342,367	21
1,2,2	armado y figurado de Acero Planta estructural piso 1 N + 0.000	kg	3,631.79	\$ 4,713	\$ 17,116,640	21
1,2,3	armado y figurado de acero para columnas piso 1	kg	5,043.29	\$ 4,713	\$ 23,769,030	14
1,2,4	armado y figurado de acero para columnas piso 2	kg	5,043.29	\$ 4,713	\$ 23,769,030	14
1,2,5	armado y figurado de acero de Planta nivel + 3.30 m	kg	4,855.07	\$ 4,713	\$ 22,881,945	55
1,2,6	armado y figurado de Acero planta nivel +4.67	kg	881.71	\$ 4,713	\$ 4,155,476	3
1,2,7	armado y figurado de Acero planta nivel + 5.92	kg	761.66	\$ 4,713	\$ 3,589,713	3
1,2,8	armado y figurado de Acero despiece nivel + 6.60	kg	1,519.02	\$ 4,713	\$ 7,159,155	36
1,2,9	armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18	kg	761.66	\$ 4,713	\$ 3,589,713	3
1,2,10	despiece nivel +8.60 m	kg	1,350.37	\$ 4,713	\$ 6,364,299	28
1,2,11	armado y figurado de acero para escaleras	kg	178.71	\$ 4,713	\$ 842,241	28
1,2,12	armado y figurado de Acero vigas de desniveles nivel +4.67 m	kg	130.00	\$ 4,713	\$ 612,690	3
1,2,13	armado y figurado de Acero vigas de desniveles cubierta nivel +5.92 m	kg	90.00	\$ 4,713	\$ 424,170	3
1,2,14	armado y figurado de Acero vigas de desniveles cubierta nivel + 7.18	kg	100.00	\$ 4,713	\$ 471,300	3
1,2,15	Instalación de malla electrosoldada para placas	m2	467.64	\$ 51,382	\$ 24,028,278	30
1.3	CONCRETOS				\$ 116,852,084	
1,3,1	Vaciado de concreto de saneamiento f'c 14 Mpa para solados	m2	61.12	\$ 27,000	\$ 1,650,132	28
1,3,2	Vaciado de concreto para zapatas	m3	22.38	\$ 377,300	\$ 8,445,445	14
1,3,3	Vaciado de concreto para vigas de enlace de cimentación	m3	33.37	\$ 377,300	\$ 12,589,105	14
1,3,4	Vaciado de Concreto para entrepiso Nivel + 3.30 m	m3	57.40	\$ 377,300	\$ 21,657,510	1
1,3,5	Vaciado de planta nivel +4.67	m3	1.77	\$ 377,300	\$ 667,783	1
1,3,6	Vaciado de planta estructural nivel + 5.92	m3	1.50	\$ 377,300	\$ 566,101	1
1,3,7	Vaciado de Planta estructural nivel + 6.60	m3	16.27	\$ 377,300	\$ 6,138,294	1
1,3,8	Vaciado de viga nivel + 7.18	m3	1.50	\$ 377,300	\$ 566,101	1
1,3,9	Vaciado de planta estructural nivel + 8.60 m	m3	17.37	\$ 377,300	\$ 6,552,079	1

Figura 31

Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37

1,3,10	Vaciado de Concreto para vigas de desniveles nivel +4.67 m	m3	9.90	\$ 377,300	\$ 3,735,270	1
1,3,11	Vaciado de Concreto para vigas de desniveles cubierta nivel +5.92 m	m3	2.07	\$ 377,300	\$ 781,501	1
1,3,12	Vaciado de Concreto para vigas de desniveles cubierta nivel + 7.18	m3	2.01	\$ 377,300	\$ 759,505	1
1,3,13	Vaciado de concreto para columnas piso 1	m3	25.96	\$ 377,300	\$ 9,795,123	14
1,3,14	Vaciado de concreto para columnas piso2	m3	25.96	\$ 377,300	\$ 9,795,123	14
1,3,15	Vaciado de concreto antepisos	m3	66.45	\$ 377,300	\$ 25,072,377	15
1,3,16	Vaciado de Rampa de acceso a parqueadero	m2	19.80	\$ 377,300	\$ 7,470,540	8
1,3,17	Vaciado de escaleras	m3	1.62	\$ 377,300	\$ 610,094	2
1.4	INSTALACIONES HIDROSANTARIAS				\$ 15,027,582	
1,4,1	Tubería sanitaria de 4" alcantarillado PVC.	ml	95.39	\$ 38,000	\$ 3,624,668	7
1,4,2	Tubería sanitaria de 3" alcantarillado PVC.	ml	28.05	\$ 28,354	\$ 795,273	7
1,4,3	Tubería sanitaria de 2" alcantarillado PVC.	ml	62.79	\$ 27,000	\$ 1,695,357	7
1,4,4	Tubería hidráulica de 1/2" PVC.	ml	114.87	\$ 15,270	\$ 1,754,065	7
1,4,5	puntos sanitarios de 4"	und	8.00	\$ 75,000	\$ 600,000	7
1,4,6	puntos sanitarios de 3"	und	10.00	\$ 75,000	\$ 750,000	7
1,4,7	puntos sanitarios de 2"	und	16.00	\$ 75,000	\$ 1,200,000	7
1,4,8	Suministro e instalacion tuberia 1/2" PVC para riego de zonas verdes	ml	139.70	\$ 15,270	\$ 2,133,219	7
1,4,9	punto hidráulico de 1/2" PVC.	und	45.00	\$ 55,000	\$ 2,475,000	7
1.5	MAMPOSTERÍA				\$ 73,836,840	
1,5,1	Levantamiento de muros en ladrillo común macizo primer piso	m2	563.64	\$ 43,000	\$ 24,236,520	56
1,5,2	Levantamiento de muros en ladrillo común macizo segundo piso	m2	563.64	\$ 43,000	\$ 24,236,520	56
1,5,3	Levantamiento de muros dobles en ladrillo común macizo	m2	281.82	\$ 90,000	\$ 25,363,800	32
1.6	PAÑETES				\$ 23,672,880	
1,6,1	instalación de pañetes e: 0.015 en mortero 1:4	m2	1,127.28	\$ 21,000	\$ 23,672,880	28
1.7	INSTALACIÓN DE CUBIERTA				\$ 118,815,643	
1,7,1	Instalación de cubierta en teja	und	283.81	\$ 176,669	\$ 50,140,429	15
1,7,2	instalación de Drywall	m2	950.84	\$ 43,000	\$ 40,886,215	28
1,7,3	Placa techo	m2	157.00	\$ 177,000	\$ 27,789,000	28
1.8	ACABADOS				\$ 176,484,661	
1,8,1	Enchapes para baños B.I.S ADZ 60*60 GRAFITO	m2	255.02	\$ 98,500	\$ 25,119,864	14
1,8,2	pegante para baños	und	143.00	\$ 38,000	\$ 5,434,000	1
1,8,3	piso para zonas libres y zona de parqueadero NEWPORT 30*60 GRIS	m2	403.17	\$ 87,000	\$ 35,075,964	14
1,8,4	piso zona interna vivienda PIETRA DI ITALIA - 80*80 BLANCO	m2	478.58	\$ 173,000	\$ 82,793,821	14
1,8,5	piso para escaleras de acceso PIEDRA DEN 20*90 NEGRO	m2	31.66	\$ 70,092	\$ 2,218,895	14
1,8,6	piso para escaleras internas 1 PIEDRA DEN 20*90 NEGRO	m2	18.90	\$ 70,092	\$ 1,324,907	14
1,8,7	piso para escaleras internas 2 PIEDRA DEN 20*90 NEGRO	m2	8.04	\$ 70,092	\$ 563,610	14

Figura 32

Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37

1,8,8	pegante para pisos	und	374.00	\$ 38,000	\$ 14,212,000	1
1,8,9	pedra para fachada	m2	79.20	\$ 123,000	\$ 9,741,600	14
1.9	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				\$ 44,012,673	
1,9,1	Elaboración de regatas para instalación electrica	ml	364.49	\$ 3,000	\$ 1,093,455	2
1,9,1	tuberia electrica para iluminación	ml	364.49	\$ 30,150	\$ 10,989,223	2
1,9,2	Salidas para alumbrado	und	110.00	\$ 70,000	\$ 7,700,000	2
1,9,3	salidas toma polo a tierra	und	150.00	\$ 70,000	\$ 10,500,000	2
1,9,4	salidas interruptor conmutable	und	30.00	\$ 70,000	\$ 2,100,000	2
1,9,5	salidas interruptor doble conmutable	und	9.00	\$ 70,000	\$ 630,000	2
1,9,6	salidas interruptor sencillo	und	60.00	\$ 70,000	\$ 4,200,000	2
1,9,7	salida de T.V	und	14.00	\$ 70,000	\$ 980,000	2
1,9,8	salida toma especial	und	10.00	\$ 92,000	\$ 920,000	2
1,9,9	sistema tierra normal	und	1.00	\$ 190,000	\$ 190,000	2
1,9,10	tablero	und	1.00	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000	2
1,9,11	lamparas	und	53.00	\$ 70,000	\$ 3,710,000	2
2	APARATOS SANTARIOS				\$ 27,255,500	
2.0.1	Lavamanos con mueble elevado SENSI DACQUA	und	8.00	\$ 830,000	\$ 6,640,000	7
2.0.2	Sanitario Combo SENSI DACQUA	und	7.00	\$ 700,000	\$ 4,900,000	7
2.0.3	Lavaplatos de acero inoxidable 1.20 m x.55 m	und	1.00	\$ 800,000	\$ 800,000	1
2.0.4	inscrustaciones en porcelana blanca	und	7.00	\$ 800,000	\$ 5,600,000	7
2.0.5	lavadero en granito	und	1.00	\$ 1,800,000	\$ 1,800,000	1
2.0.6	Tina	und	1.00	\$ 6,000,000	\$ 6,000,000	2
2.0.7	Regadera para duchas con Brazo Draa corona	und	7.00	\$ 216,500	\$ 1,515,500	7
2.1	PINTURA Y ESTUCO				\$ 50,728,500	
2.1.1	instalación de estuco	m2	2,254.60	\$ 15,000	\$ 33,819,000	28
2.1.2	pin tura	m2	2,254.60	\$ 7,500	\$ 16,909,500	28
2.2	CARPINTERÍA EN MADERA Y METÁLICA				\$ 160,317,600	
2.2.1	puertas para habitaciones .90 M X 2.1 M	und	8.00	\$ 1,300,000	\$ 10,400,000	3
2.2.2	Puertas para baños .80 M X 2.1 M	und	7.00	\$ 700,000	\$ 4,900,000	3
2.2.3	Ventanas para baños .60 M X .85 M	und	8.00	\$ 430,000	\$ 3,440,000	3
2.2.4	Ventanas para baños .60 M X 2.15 M	und	1.00	\$ 700,000	\$ 700,000	3
2.2.5	divisiones internas para baños	und	7.00	\$ 1,100,000	\$ 7,700,000	3
2.2.6	Puerta principal 2.1 M x 5.10 M	und	1.00	\$ 7,000,000	\$ 7,000,000	3
2.2.7	Ventana fachada principal 2.2 M X 7 M	und	2.00	\$ 10,000,000	\$ 20,000,000	3
2.2.8	Ventana fachada 2.2M X 2.5 M	und	1.00	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000	3
2.2.9	Ventana fachada 1 M X1.83 M	und	1.00	\$ 980,000	\$ 980,000	3
2.2.10	Puertas ventanas exteriores	m2	78.42	\$ 280,000	\$ 21,957,600	3
2.2.11	Barandas en vidrio templado	mL	64.00	\$ 560,000	\$ 35,840,000	3
2.2.12	Ventanas en aluminio	m2	55.00	\$ 230,000	\$ 12,650,000	3
2.2.13	Closet en madera	m2	57.50	\$ 300,000	\$ 17,250,000	3
2.2.14	Cocina integral	global	1.00	\$ 15,000,000	\$ 15,000,000	28
2.3	INSTALACION DE GAS NATURAL				\$ 5,000,000	
2.3.1	instalación red de gas natural	global	1.00	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	7

Figura 33

Presupuesto de Obra Proyecto Cabaña 37

2.4	MURO DE CONTENCIÓN EN LADRILLO					\$ 12,800,000
2.4.1	elaboración de muro de contención en ladrillo	ml	16.00	\$ 800,000	\$ 12,800,000	14
2.5	PISCINA					\$ 35,360,000
2.5.1	construcción piscina	m2	54.40	\$ 550,000	\$ 29,920,000	28
2.5.2	Enchape piscina MOS VI11-TRIP 32.7*32.7 MIX AZUL	m2	54.40	\$ 100,000	\$ 5,440,000	15
2.6	ZONA SOCIAL					\$ 50,240,000
2.6.1	Kiosco	m2	30.80	\$ 500,000	\$ 15,400,000	50
2.6.2	Pisos	m2	184.80	\$ 100,000	\$ 18,480,000	15
2.6.3	zonas verdes cesped	m2	418.00	\$ 20,000	\$ 8,360,000	7
2.6.4	escaleras	Und	2.00	\$ 4,000,000	\$ 8,000,000	15
2.7	IMPERMEABILIZACIÓN					\$ 5,267,350
2.7.1	impermeabilización viga canal y placa techo ADITIVO	m2	172.70	\$ 30,500	\$ 5,267,350	15
				COSTO DIRECTO	-	1,094,445,225.00
				ADMINISTRACIÓN	24%	262,666,854.00
				IMPREVISTOS	1%	10,944,452.00
				UTILIDAD	5%	54,722,261.00
				IVA SOBRE UTILIDAD	16%	8,755,562.00
				PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD	-	3,000,000.00
				TOTAL PROPUESTA	-	1,434,534,354.00
						EJECUCION DIARIA %

 C&C CONSTRUCTORA <small>CONSTRUCCION Y OBRAS</small>	ELABORÓ Y REVISÓ	
	CAROL YISED T BARRIGA MARTINEZ INGENIERA CIVIL	
   	C&C CONSTRUCTORA constructoraccing@gmail.com Urb. Monte Lago Mnz. 1 lote 1 Contacto: 3144113313 / 3138548459	DISEÑO-INGENIERIA-CONSTRUCCION

Nota. La información fue suministrada por (Constructora C&C, 2021)

3.1.3.2 Identificar si las cantidades de obra y los recursos estipulados están siendo ejecutados de acuerdo a lo contratado. Luego de observar y analizar los planos, se efectuó el cálculo de las cantidades que se ejecutarían día a día en obra esto se realizó con el fin de realizar un balance con respecto a las cantidades contratadas, este balance de cantidades, se convierte en una herramienta de suma importancia que nos permite llevar control de la obra de una manera

más eficiente, pues nos permite hacer un comparativo entre lo planificado y lo ejecutado, mostrando qué actividades disminuyeron o aumentaron una vez fueron puestas en marcha, a causa de los diferentes imprevistos que hacen que algunos ítems requieran una atención especial al momento de realizar balances presupuestales, pues puede representar pérdidas para el contratista.

Hablando en este contexto, se procedió hacer un balance de las cantidades ejecutadas desde el momento en que se dio inicio a mis pasantías hasta el transcurso y finalización de ellas, inicialmente con ayuda de la EDT del proyecto se definen las actividades que ya han sido ejecutadas, permitiendo contrastar la información; seguidamente se obtuvo de los planos las cantidades plasmadas al comienzo del contrato y de los ítems no previstos que surgieron dentro de la ejecución de la obra a partir de la revisión y análisis de los planos y el cambio de especificaciones en algunas actividades; posterior al cálculo de cantidades se toman medidas en obra, de aquellas actividades que así lo permitieran y se hace el respectivo cálculo en la medida correspondiente y definida para el desarrollo y pago de cada actividad.

Una vez obtenida toda la información, se procedió a tabular la información para que fuera más fácil su comprensión, tal y como se muestra en las Figuras 34 a la 36, donde se muestran las actividades con sus respectivos ítems, así como su unidad de medida, las respectivas cantidades (planificadas y ejecutadas).

Figura 34

Balance de Cantidades de Obra, Proyecto Cabaña 37

C&C CONSTRUCTORA		CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA		REGISTRO DE CANTIDADES REALES DE OBRA					
		E.D.T. ESTRUCTURA DE DIVISION DE TRABAJO		PROYECTO DE VIVIENDA CAMPESTRE N°37 TORRES DEL CABLE					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TEÓRICA	CANTIDAD CALCULADA	CANTIDAD DE PERDICIO	PRECIO UNITARIO	CO STO TOTAL	CO STO TOTAL TEÓRICO	
10 MOVIMIENTO DE TIERRAS							\$ 28.566.279,55	\$ 29.657.879,60	
11 PRELIMINARE Y MOVIMIENTO DE TIERRA									
11.1	Localización y replanteo	M 2	1.289,000	106,000	1.289,000	\$ 8,000,00	\$ 7,914,000,00	\$ 7,914,000,00	
11.2	Explanación	M 3	800,000	698,560	844,068	\$ 7,000,00	\$ 4,603,408,00	\$ 6,800,000,00	
11.3	Excavaciones para cimentación y alojar pilotes	M 3	184,231	162,112	184,231	\$ 48,000,00	\$ 7,536,501,80	\$ 7,536,483,00	
11.4	Campamento y cerramiento provisional	GLOBAL	1,000	1,000	1,000	\$ 1,600,000,00	\$ 1,600,000,00	\$ 1,600,000,00	
11.6	Relleno y compactación con material de excavación	M 3	9,109	2,424	9,109	\$ 34,000,00	\$ 309,898,77	\$ 309,708,00	
11.8	Relleno de escombros	M 3	213,688	97,748	213,688	\$ 21,800,00	\$ 8,748,876,16	\$ 8,748,836,80	
12 ACEROS							148.362.725,15	149.116.977,46	
12.1 Columnas 0.25m x 0.25m									
12.1	Corte armado y figurado de acero para columnas	KG	10,038,630	10,054,630	10688,809	\$ 4,713,00	\$ 48,906,068,82	\$ 47,632,051,64	
12.2 Estructura para cimentación, losa de entrepiso y vigas de cubierta									
12.2	Corte armado y figurado de acero	KG	18,276,724	14,724,710	16813,783	\$ 4,713,00	\$ 73,811,088,62	\$ 78,707,437,21	
12.3 Instalación de malla electrosoldada									
12.3	Instalación de malla electrosoldada para losas de entrepiso	m 2	487,840	487,840	487,840	\$ 6,138,20	\$ 2,982,273,40	\$ 2,982,273,40	
12.4 Escaleras									
12.4	Corte armado y figurado de acero	KG	173,710	160,710	173,687	\$ 4,713,00	\$ 818,020,33	\$ 842,280,23	
20 CONCRETOS							\$ 115.850.092,20	\$ 116.852.084,00	
2.1 Concreto para solados									
2.1	concreto de saneamiento f'c=14 Mpa	M 2	81,120	66,688	80,006	\$ 27,000,00	\$ 1,820,128,80	\$ 1,660,240,00	
2.2 concreto para zapatas									
2.2	Variado y vibrado de concreto	M 3	22,330	20,349	21,878	\$ 377,300,00	\$ 8,231,835,17	\$ 8,443,974,00	
2.3 concreto para vigas de entablado de cimentación según diseño estructural									
2.3	Variado y vibrado de concreto para vigas de amarre de 3000 P 81	M 3	33,370	33,370	39,240	\$ 377,300,00	\$ 14,687,741,00	\$ 12,689,601,00	
3.1 Concreto para entrepiso Nivel + 2.00 m									
3.1	Variado y vibrado de concreto	M 3	67,400	62,183	69,369	\$ 377,300,00	\$ 21,283,898,82	\$ 21,667,020,00	
3.2 concreto para vigas									
3.2	Variado y vibrado de concreto	M 3	62,380	36,886	33,714	\$ 377,300,00	\$ 14,814,200,29	\$ 16,788,747,00	
3.3 concreto para columnas									
3.3	Variado y vibrado de concreto	M 3	61,820	47,202	60,878	\$ 377,300,00	\$ 9,917,091,01	\$ 9,784,703,00	
3.4 concreto para escaleras									
3.4	Variado y vibrado de concreto	M 3	1,820	1,820	1,760	\$ 377,300,00	\$ 680,184,00	\$ 811,238,00	
3.6 Concreto para entepisos									
3.6	Variado y vibrado de concreto	M 3	88,480	80,411	86,244	\$ 377,300,00	\$ 24,818,460,70	\$ 26,071,688,00	
3.8 Concreto para entepisos									
3.8	Variado de Rampa de acceso a parqueadero	M 3	19,300	19,300	19,300	\$ 377,300,00	\$ 7,470,640,00	\$ 7,470,640,00	
6.0 INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS							15.157.985,26	15.027.582,00	
6.1 Instalaciones sanitarias									
6.1.1 Redes sanitarias									
6.1.1	Longitud de tubería de 2"	M	92,780	83,140	92,781	\$ 27,000,00	\$ 1,896,582,40	\$ 1,696,330,00	
6.1.1	Longitud de tubería de 3"	M	23,060	25,870	23,048	\$ 23,364,00	\$ 786,281,88	\$ 786,328,70	
6.1.1	tubería sanitaria en piso de 4	M	86,390	33,320	86,288	\$ 33,000,00	\$ 1,824,862,20	\$ 1,824,320,00	
6.1.1	puntos sanitarios de 4"	und	2,000	2,000	2,000	\$ 76,000,00	\$ 800,000,00	\$ 800,000,00	
6.1.1	puntos sanitarios de 3"	und	10,000	10,000	10,000	\$ 76,000,00	\$ 760,000,00	\$ 760,000,00	
6.1.1	puntos sanitarios de 2"	und	18,000	18,000	18,000	\$ 76,000,00	\$ 1,200,000,00	\$ 1,200,000,00	
6.2 Instalaciones hidráulicas									
6.2.2 Redes Hidráulicas									
6.2.2	Longitud de tubería de 1/2"	M	114,870	89,380	110,814	\$ 16,270,00	\$ 1,888,018,19	\$ 1,764,084,80	
6.2.2	Suministro e instalación tubería 1/2" PVC para riego de zonas verdes	ml	18,700	18,700	16,878	\$ 16,270,00	\$ 2,303,878,62	\$ 2,312,189,00	
6.2.2	punto hidráulico de 1/2" PVC.	und	46,000	46,000	46,460	\$ 66,000,00	\$ 2,498,760,00	\$ 2,476,000,00	

Figura 35

Balace de Cantidades de Obra, Proyecto Cabaña 37

							₡ 75,775,671.00	₡ 73,836,840.00	
6.0	MAMPUESTERIA								
	6.1	Levantamiento de muros							
	6.1.1	Levantamiento de muros en ladrillo común medio primer piso	M2	552.640	552.640	395.805	\$ 42.000.00	\$ 23.205.000.00	\$ 24.226.520.00
	6.1.2	Levantamiento de muros en ladrillo común medio segundo piso	M2	552.640	552.640	395.805	\$ 42.000.00	\$ 23.205.000.00	\$ 24.226.520.00
	6.1.3	Levantamiento de muros sobre estructura con malla prima y segunda piso	M2	28.120	28.120	28.120	\$ 90.000.00	\$ 25.363.000.00	\$ 25.363.000.00
7.0	PANDECES						₡ 24,150,000.00	₡ 23,672,880.00	
	7.1	panetas #. 0.05							
	7.1.1	instalacion de panetas #. 0.05 en mortero 1:4	M2	1,127.250	1,127.250	1150.000	\$ 21000.00	\$ 24,150,000.00	\$ 23,672,880.00
8.0	INSTALACION DE CUBIERTA						₡ 115,654,494.89	₡ 118,815,649.00	
	8.1	Instalacion de cubierta							
	8.1.1	instalacion de cubierta en teja	M2	283.350	283.000	283.500	\$ 78.880.00	\$ 50,140,428.80	\$ 50,140,428.80
	8.1.2	instalacion de piece techo	M2	157.000	157.000	160.140	\$ 87.000.00	\$ 28,344,780.00	\$ 27,789,000.00
	8.2	Cielo raso							
	8.2.1	instalacion de Drywall	M2	920.240	922.240	884.400	\$ 42.000.00	\$ 37,169,288.00	\$ 40,898,920.00
9.0	ACABADOS						₡ 176,702,431.12	₡ 176,454,591.20	
	9.1	ceramicas y enchapes							
	9.1.1	Instalacion de Enchapes							
	9.1.1.1	enchapes para baño	M2	255.000	213.840	213.840	\$ 38.500.00	\$ 22,816,240.00	\$ 25,110,470.00
	9.1.1.2	pepente para baño	M2	143.000	88.000	88.000	\$ 38.000.00	\$ 3,810,000.00	\$ 5,424,000.00
	9.1.2	Instalacion de Ceramicas							
	9.1.2.1	piso para zona libre y zona de parquadero	M2	492.070	338.520	388.520	\$ 87.000.00	\$ 3,188,720.00	\$ 35,075,790.00
	9.1.2.2	piso zona interna vivienda	M2	478.590	478.590	57.590	\$ 87.000.00	\$ 59,541,340.00	\$ 62,754,340.00
	9.1.2.3	piso para escaleras de acceso	M2	31.950	28.770	28.770	\$ 78.000.00	\$ 2,217,177.87	\$ 2,219,112.72
	9.1.2.4	piso para escaleras interna 1	M2	18.000	8.104	17.104	\$ 78.000.00	\$ 1,324,480.32	\$ 1,324,738.80
	9.1.2.5	piso para escaleras interna 2	M2	8.040	6.310	7.310	\$ 78.000.00	\$ 512,372.52	\$ 563,539.88
	9.1.2.6	ladrillo para fachada	M2	79.200	79.200	79.200	\$ 23.000.00	\$ 9,741,600.00	\$ 9,741,600.00
	9.1.2.7	pepente para pisos	M2	374.000	374.000	404.000	\$ 38.000.00	\$ 15,132,000.00	\$ 14,112,000.00
10.0	INSTALACIONES ELÉCTRICAS						₡ 46,712,400.00	₡ 44,012,943.50	
	10.1	Instalaciones electricas							
	10.1.1	Redes electricas domiciliarias							
	10.1.1.1	Salidas para alumbrado	Unidad	10.000	10.000	110.000	\$ 78.000.00	\$ 7,931,000.00	\$ 7,700,000.00
	10.1.1.2	salidas toma polo a tierra	Unidad	150.000	150.000	84.500	\$ 78.000.00	\$ 10,815,000.00	\$ 10,500,000.00
	10.1.1.3	salidas interruptor conmutable	Unidad	30.000	20.000	31000	\$ 78.000.00	\$ 2,170,000.00	\$ 2,300,000.00
	10.1.1.4	salidas interruptor doble conmutable	Unidad	9.000	9.000	8.000	\$ 78.000.00	\$ 700,000.00	\$ 820,000.00
	10.1.1.5	salidas interruptor sencillo	Unidad	60.000	60.000	62.000	\$ 78.000.00	\$ 4,240,000.00	\$ 4,200,000.00
	10.1.1.6	salida de 1.V	Unidad	14.000	14.000	8.000	\$ 78.000.00	\$ 1,050,000.00	\$ 980,000.00
	10.1.1.7	salida toma especial	Unidad	10.000	10.000	11.000	\$ 92.000.00	\$ 1,012,000.00	\$ 920,000.00
	10.1.1.8	sistema tierra normal	Unidad	1.000	1.000	2.000	\$ 50.000.00	\$ 380,000.00	\$ 50,000.00
	10.1.1.9	tablero	Unidad	1.000	1.000	2.000	\$ 1.000.000.00	\$ 2,000,000.00	\$ 1,000,000.00
	10.1.1.10	tubos electricos para iluminacion	M	384.400	384.40	378.000	\$ 30.000.00	\$ 11,328,400.00	\$ 10,989,373.30
	10.1.1.12	Elaboracion de repases para instalacion electrica	M	384.400	384.40	378.000	\$ 3.000.00	\$ 1,128,000.00	\$ 1,023,470.00
	10.1.1.13	tempere	Unidad	23.000	23	25.000	\$ 78.000.00	\$ 2,390,000.00	\$ 2,170,000.00
11.0	APARATOS SANITARIOS						₡ 27,255,500.00	₡ 27,255,500.00	
	11.1	Aparatos sanitarios							
	11.1.1	Aparato sanitario							
	11.1.1.1	Levamenox con mueble elevado SENSIOACQUA	und	*	8.000	8.000	\$ 830.000.00	\$ 6,640,000.00	\$ 6,640,000.00
	11.1.1.2	Sanitario Combo SENSIOACQUA	Unidad	7.000	7.000	7.000	\$ 700.000.00	\$ 4,900,000.00	\$ 4,900,000.00
	11.1.1.3	Lavaplatos de acero inoxidable 1.20 m x 55 m	Unidad	1.000	1.000	1.000	\$ 800.000.00	\$ 800,000.00	\$ 800,000.00
	11.1.1.4	microondas en porcelana blanca	Unidad	7.000	7.000	7.000	\$ 800.000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 5,600,000.00
	11.1.1.5	lavadero en granito	Unidad	1.000	1.000	1.000	\$ 1.800.000.00	\$ 1,800,000.00	\$ 1,800,000.00
	11.1.1.6	lima de Hidromassage Santoni Spa 1.50 M X 1.50 M Portatil	Unidad	1.000	1.000	1.000	\$ 6.000.000.00	\$ 6,000,000.00	\$ 6,000,000.00
	11.1.1.7	Regadera para duchas con Spray Drea corona	Unidad	7.000	7.000	7.000	\$ 278.500.00	\$ 1,949,500.00	\$ 1,930,500.00
12.0	PINTURA Y ESTUCCO						₡ 27,305,625.00	₡ 50,729,500.00	
	12.1	Pintura y estucco							
	12.1.1	Estucco							
	12.1.1.1	Instalacion de estucco	M2	2,254.800	927.250	240.250	\$ 8.000.00	\$ 18,039,750.00	\$ 12,318,000.00
	12.1.2	Pintura							
	12.1.2.1	Pintura	M2	2,254.800	927.250	240.250	\$ 7.500.00	\$ 16,911,875.00	\$ 18,900,000.00
13.0	CARPINTERIA EN MADERA Y METALICA						₡ 160,317,600.00	₡ 160,317,600.00	
	13.1	INSTALACION DE CARPINTERIA EN MADERA Y METALICA							
	13.1.1	puertas para habitaciones .90 M X 2.1 M	UNIDAD	8.000	8.000	8.000	\$ 1.300.000.00	\$ 10,400,000.00	\$ 10,400,000.00
	13.1.2	Puertas para baño .80 M X 2.1 M	UNIDAD	7.000	7.000	7.000	\$ 700.000.00	\$ 4,900,000.00	\$ 4,900,000.00
	13.1.3	Ventanas para baño .80 M X .85 M	UNIDAD	8.000	8.000	8.000	\$ 430.000.00	\$ 3,440,000.00	\$ 3,440,000.00
	13.1.4	Ventanas para baño .80 M X 2.15 M	UNIDAD	1.000	1.000	1.000	\$ 700.000.00	\$ 700,000.00	\$ 700,000.00
	13.1.5	divisoriox interna para baño	UNIDAD	7.000	7.000	7.000	\$ 1.100.000.00	\$ 7,700,000.00	\$ 7,700,000.00
	13.1.6	Puerta principal 2.1 M x 3.10 M	UNIDAD	1.000	1.000	1.000	\$ 7.000.000.00	\$ 7,000,000.00	\$ 7,000,000.00
	13.1.7	Ventana fachada principal 2.2 M X 7 M	UNIDAD	2.000	2.000	2.000	\$ 10.000.000.00	\$ 20,000,000.00	\$ 20,000,000.00
	13.1.8	Ventana fachada 2.2 M X 2.5 M	UNIDAD	1.000	1.000	1.000	\$ 2.500.000.00	\$ 2,500,000.00	\$ 2,500,000.00
	13.1.9	Ventana fachada 1M X 1.53 M	UNIDAD	1.000	1.000	1.000	\$ 900.000.00	\$ 900,000.00	\$ 900,000.00
	13.1.10	Puertas ventanas exteriores	M2	76.420	76.420	76.420	\$ 200.000.00	\$ 15,284,000.00	\$ 15,057,600.00
	13.1.11	Serandas en vidrio templado	M	84.000	84.000	84.000	\$ 560.000.00	\$ 47,040,000.00	\$ 45,840,000.00
	13.1.12	Ventanas en aluminio	M2	55.000	55.000	55.000	\$ 230.000.00	\$ 12,650,000.00	\$ 12,850,000.00
	13.1.13	Closet en madera	M2	87.500	87.500	87.500	\$ 300.000.00	\$ 26,250,000.00	\$ 17,250,000.00
	13.1.15	Cocina integral	Global	1.000	1.000	1.000	\$ 15.000.000.00	\$ 15,000,000.00	\$ 15,000,000.00
14.0	INSTALACION DE GAS NATURAL						₡ 5,000,000.00	₡ 5,000,000.00	
	14.1	Gas Natural							
	14.1.1	Gas Natural	Global	1.000	1.000	1.000	\$ 5.000.000.00	\$ 5,000,000.00	\$ 5,000,000.00

Figura 36

Balace de Cantidades de Obra, Proyecto Cabaña 37

								12,800,000.00	12,800,000.00
15.0	MURO DE CONTENCIÓN EN LA OBRA								
	15.1.1	elaboración de muro de contención en ladrillo	M L	18,000	18,000	18,000	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00	
								\$ 37,155,200.00	\$ 35,360,000.00
16.0	PISTONA								
	16.1.1	Construcción de piscina	M 2	54.400	54.4	57.854	\$ 350,000.00	\$ 20,520,000.00	
	16.1.2	enchape piscina MDS V111-H10" 32.7"X2.7 MIA A.CUL	M 2	54.400	54.4	54.400	\$ 100,000.00	\$ 5,440,000.00	
								\$ 52,752,000.00	\$ 50,240,000.00
17.0	ANNA SOCIAL								
	17.1.1	Construcción de piscina	M 2	30.800	30.8	32.340	\$ 300,000.00	\$ 9,700,000.00	
	17.1.2	enchape piscina MDS V111-H10" 32.7"X2.7 MIA A.CUL	M 2	104.000	104.0	104.040	\$ 100,000.00	\$ 10,404,000.00	
	17.1.3	Construcción de piscina	M 2	410.000	410	430.000	\$ 200,000.00	\$ 8,600,000.00	
	17.1.4	enchape piscina MDS V111-H10" 32.7"X2.7 MIA A.CUL	und	2.200	2	2.100	\$ 4,000,000.00	\$ 8,300,000.00	
								\$ 5,688,738.00	\$ 5,267,350.00
18.0	INSTRUMENTACIÓN								
	18.1 INSTRUMENTACIÓN VICA CANAL								
	18.1.1	ADITIVO SIK-1 20 KG	M 2	172.700	172.7	166.516	\$ 30,000.00	\$ 5,017,350.00	

Tras realizar el balance entre las cantidades de obra planificadas y las cantidades realmente ejecutadas en obra, se puede evidenciar que algunas de las actividades disminuyeron o aumentaron una vez fueron puestas en marcha, lo cual se vio reflejado en el costo total de la propuesta, obteniendo un ahorro significativo en el costo total de la propuesta de veintidós millones ochocientos ochenta mil cuatrocientos noventa pesos (\$22.880.490) tal y como se muestra en la Figura 37.

Figura 37

Total Ahorro Cantidades teóricas vs Cantidades reales en Obra, Proyecto Cabaña 37

	CANTIDADES REALES EJECUTADAS EN OBRA		CANTIDADES TEORICAS
COSTO DIRECTO	\$ 1,075,806,832.77		\$ 1,094,445,225.0
ADMINISTRACIÓN	17.00%	\$ 182,887,162.00	\$ 186,055,688.00
IMPREVISTOS	1.00%	\$ 10,758,068.00	\$ 10,944,452.00
UTILIDAD	4.00%	\$ 43,032,273.00	\$ 43,777,809.00
IVA SOBRE UTILIDAD	19.00%	\$ 8,176,132.00	\$ 8,317,784.00
PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD	\$ 3,000,000.00		\$ 3,000,000.00
TOTAL PROPUESTA REAL-TEORICO	\$ 1,323,660,468		\$ 1,346,540,958
AHORRO	\$ 22,880,490		

3.1.3.3 Realizar un comparativo del presupuesto estipulado en el cronograma del proyecto y el presupuesto según el avance del proyecto. El presupuesto obra es una herramienta de control, la cual consiste en la elaboración de una tabla de cantidades fundamentados valores memorias de cálculos y APU; generando así un costo total del proyecto a construir, esta valoración económica de la obra, debe ser lo más cercana a la realidad, no obstante el costo final puede no ser la estimación planteada inicialmente, esto puede generarse debido a retrasos en los plazos de ejecución de las diferentes actividades del proyecto.

De allí radica la importancia de controlar dicho presupuesto en base de un cronograma de obra bien establecido, ya que estas dos herramientas son la base si se fundamenta mutuamente para llevar a cabo de manera eficiente un proyecto.

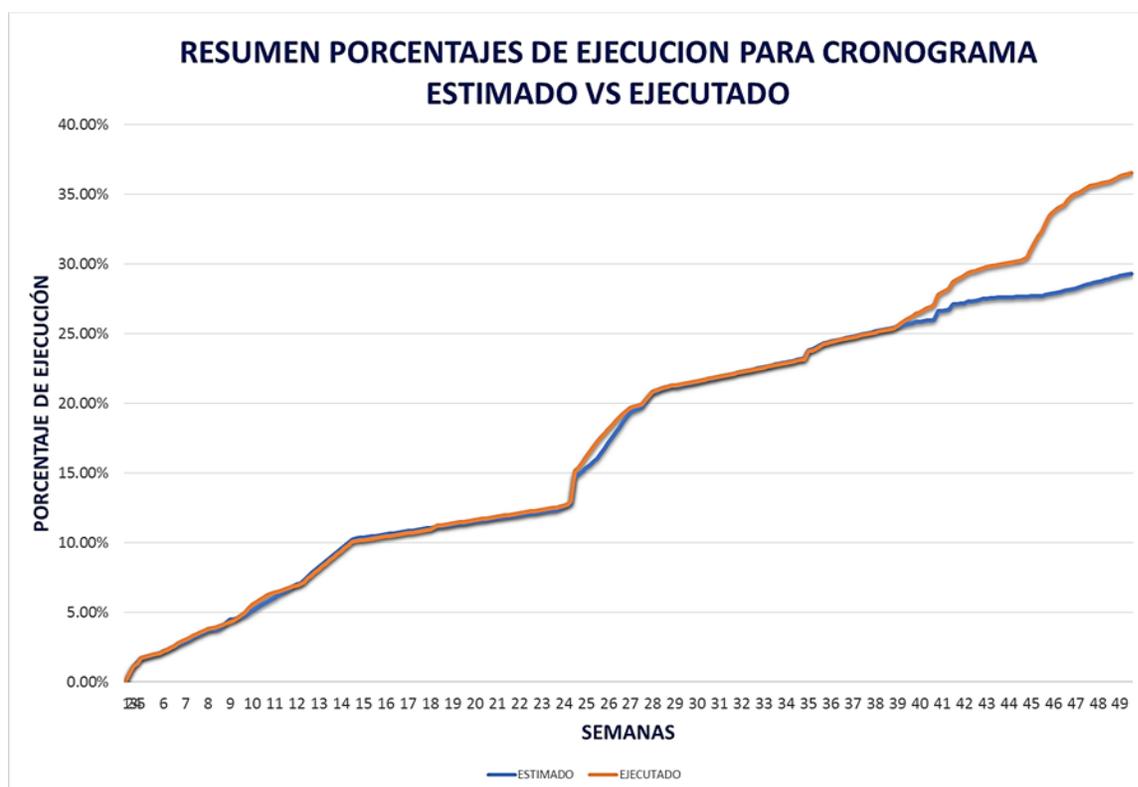
Para llevar a cabo el presente objetivo, se le solicitó a la empresa constructora C&C, el cronograma de obra establecido para dicho proyecto de vivienda tipo cabaña, logrando así realizar un estudio e identificando las actividades que debían realizarse de manera inmediata y seguidamente identificando aquellas tareas que por realizarse en una fecha menor a la estipulada y que al realizarse antes podría generar mayor evolución en la construcción del proyecto.

A continuación podremos observar en el Apéndice H una hoja de cálculo soportada en la herramienta Excel, en el cual se registraron los días de ejecución por cada actividad ejecutada durante mis pasantías.

A continuación se muestra un gráfico resumen, en la Figura 38, el cual representa el porcentaje de ejecución plasmado en el cronograma de obra estimado vs el porcentaje ejecutado, en donde se puede evidenciar notablemente la evolución del proyecto a través del tiempo en semanas respecto a su porcentaje de ejecución en base a las actividades y días de ejecución del proyecto de vivienda.

Figura 38

Porcentajes de ejecución cronograma estimado vs ejecutado



En base al gráfico anterior podemos observar que los porcentajes de ejecución programados vs ejecutados presentan un muy buen comportamiento, ya que el porcentaje de ejecución muestra un mayor desempeño respecto al porcentaje estimado para el proyecto.

A continuación se muestra en la Tabla 8, un resumen más detallado de los porcentajes de ejecución plasmados en el cronograma de obra vs los porcentajes ejecutados en obra:

Tabla 8

Comparación de resultados de ensayo de resistencia para entrepiso 1

RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
1	SEMANA 1	lunes, 01 de marzo de 2021	0.10%	0.12%
		martes, 02 de marzo de 2021	0.20%	0.23%
		miércoles, 03 de marzo de 2021	0.30%	0.35%
		jueves, 04 de marzo de 2021	0.40%	0.47%
		viernes, 05 de marzo de 2021	0.50%	0.58%
		sábado, 06 de marzo de 2021	0.60%	0.70%
2	SEMANA 2	domingo, 07 de marzo de 2021	0.70%	0.70%
		lunes, 08 de marzo de 2021	0.77%	0.77%
		martes, 09 de marzo de 2021	0.84%	0.85%
		miércoles, 10 de marzo de 2021	0.92%	0.92%
		jueves, 11 de marzo de 2021	0.99%	0.99%
		viernes, 12 de marzo de 2021	1.06%	1.07%
3	SEMANA 3	sábado, 13 de marzo de 2021	1.14%	1.14%
		domingo, 14 de marzo de 2021	1.21%	1.23%
		lunes, 15 de marzo de 2021	1.36%	1.25%
		martes, 16 de marzo de 2021	1.38%	1.27%
		miércoles, 17 de marzo de 2021	1.40%	1.28%
		jueves, 18 de marzo de 2021	1.42%	1.31%
4	SEMANA 4	viernes, 19 de marzo de 2021	1.45%	1.33%
		sábado, 20 de marzo de 2021	1.47%	1.35%
		domingo, 21 de marzo de 2021	1.49%	1.38%
		lunes, 22 de marzo de 2021	1.51%	1.44%
		martes, 23 de marzo de 2021	1.58%	1.56%
		miércoles, 24 de marzo de 2021	1.65%	1.67%
5	SEMANA 5	jueves, 25 de marzo de 2021	1.72%	1.74%
		viernes, 26 de marzo de 2021	1.79%	1.81%
		sábado, 27 de marzo de 2021	1.85%	1.87%
		domingo, 28 de marzo de 2021	1.92%	1.94%

Continuación de la Tabla 8

RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
		lunes, 29 de marzo de 2021	1.99%	2.01%
		martes, 30 de marzo de 2021	2.06%	2.08%
6	SEMANA 6	miércoles, 31 de marzo de 2021	2.18%	2.20%
		jueves, 01 de abril de 2021	2.30%	2.32%
		viernes, 02 de abril de 2021	2.43%	2.45%
		sábado, 03 de abril de 2021	2.55%	2.57%
		domingo, 04 de abril de 2021	2.68%	2.80%
		lunes, 05 de abril de 2021	2.80%	2.92%
		martes, 06 de abril de 2021	2.93%	3.05%
7	SEMANA 7	miércoles, 07 de abril de 2021	3.05%	3.17%
		jueves, 08 de abril de 2021	3.18%	3.30%
		viernes, 09 de abril de 2021	3.30%	3.42%
		sábado, 10 de abril de 2021	3.43%	3.55%
		domingo, 11 de abril de 2021	3.55%	3.67%
		lunes, 12 de abril de 2021	3.67%	3.80%
8	SEMANA 8	martes, 13 de abril de 2021	3.75%	3.88%
		miércoles, 14 de abril de 2021	3.78%	3.90%
		jueves, 15 de abril de 2021	3.80%	4.00%
		viernes, 16 de abril de 2021	4.02%	4.10%
		sábado, 17 de abril de 2021	4.24%	4.20%
		domingo, 18 de abril de 2021	4.47%	4.30%
9	SEMANA 9	lunes, 19 de abril de 2021	4.48%	4.40%
		martes, 20 de abril de 2021	4.58%	4.59%
		miércoles, 21 de abril de 2021	4.67%	4.77%
		jueves, 22 de abril de 2021	4.76%	4.96%
		viernes, 23 de abril de 2021	4.93%	5.25%
		sábado, 24 de abril de 2021	5.11%	5.54%
10	SEMANA 10	domingo, 25 de abril de 2021	5.28%	5.72%
		lunes, 26 de abril de 2021	5.44%	5.89%
		martes, 27 de abril de 2021	5.59%	6.06%
		miércoles, 28 de abril de 2021	5.75%	6.23%
		jueves, 29 de abril de 2021	5.91%	6.32%
		viernes, 30 de abril de 2021	6.06%	6.41%
11	SEMANA 11	sábado, 01 de mayo de 2021	6.22%	6.49%
		domingo, 02 de mayo de 2021	6.38%	6.58%
		lunes, 03 de mayo de 2021	6.53%	6.67%
		martes, 04 de mayo de 2021	6.69%	6.76%
		miércoles, 05 de mayo de 2021	6.85%	6.84%

Continuación de la Tabla 8

RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
12	SEMANA 12	jueves, 06 de mayo de 2021	7.00%	6.93%
		viernes, 07 de mayo de 2021	7.08%	7.02%
		sábado, 08 de mayo de 2021	7.31%	7.17%
		domingo, 09 de mayo de 2021	7.54%	7.43%
		lunes, 10 de mayo de 2021	7.83%	7.65%
		martes, 11 de mayo de 2021	8.05%	7.87%
13	SEMANA 13	miércoles, 12 de mayo de 2021	8.27%	8.09%
		jueves, 13 de mayo de 2021	8.49%	8.31%
		viernes, 14 de mayo de 2021	8.71%	8.53%
		sábado, 15 de mayo de 2021	8.93%	8.75%
		domingo, 16 de mayo de 2021	9.15%	8.97%
		lunes, 17 de mayo de 2021	9.36%	9.19%
14	SEMANA 14	martes, 18 de mayo de 2021	9.58%	9.40%
		miércoles, 19 de mayo de 2021	9.80%	9.62%
		jueves, 20 de mayo de 2021	10.02%	9.84%
		viernes, 21 de mayo de 2021	10.24%	10.06%
		sábado, 22 de mayo de 2021	10.30%	10.13%
		domingo, 23 de mayo de 2021	10.37%	10.19%
15	SEMANA 15	lunes, 24 de mayo de 2021	10.37%	10.19%
		martes, 25 de mayo de 2021	10.41%	10.23%
		miércoles, 26 de mayo de 2021	10.45%	10.27%
		jueves, 27 de mayo de 2021	10.48%	10.31%
		viernes, 28 de mayo de 2021	10.52%	10.36%
		sábado, 29 de mayo de 2021	10.56%	10.40%
16	SEMANA 16	domingo, 30 de mayo de 2021	10.60%	10.44%
		lunes, 31 de mayo de 2021	10.64%	10.48%
		martes, 01 de junio de 2021	10.68%	10.52%
		miércoles, 02 de junio de 2021	10.71%	10.56%
		jueves, 03 de junio de 2021	10.75%	10.60%
		viernes, 04 de junio de 2021	10.79%	10.64%
17	SEMANA 17	sábado, 05 de junio de 2021	10.83%	10.68%
		domingo, 06 de junio de 2021	10.87%	10.72%
		lunes, 07 de junio de 2021	10.91%	10.76%
		martes, 08 de junio de 2021	10.94%	10.80%
		miércoles, 09 de junio de 2021	10.98%	10.85%
		jueves, 10 de junio de 2021	11.02%	10.89%
18	SEMANA 18	viernes, 11 de junio de 2021	11.06%	10.93%
		sábado, 12 de junio de 2021	11.10%	11.07%

Continuación de la Tabla 8

RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
		domingo, 13 de junio de 2021	11.14%	11.21%
		lunes, 14 de junio de 2021	11.17%	11.26%
		martes, 15 de junio de 2021	11.21%	11.30%
		miércoles, 16 de junio de 2021	11.25%	11.34%
19	SEMANA 19	jueves, 17 de junio de 2021	11.29%	11.38%
		viernes, 18 de junio de 2021	11.33%	11.42%
		sábado, 19 de junio de 2021	11.37%	11.46%
		domingo, 20 de junio de 2021	11.40%	11.50%
		lunes, 21 de junio de 2021	11.44%	11.54%
		martes, 22 de junio de 2021	11.48%	11.58%
				miércoles, 23 de junio de 2021
20	SEMANA 20	jueves, 24 de junio de 2021	11.56%	11.66%
		viernes, 25 de junio de 2021	11.60%	11.70%
		sábado, 26 de junio de 2021	11.63%	11.75%
		domingo, 27 de junio de 2021	11.67%	11.79%
		lunes, 28 de junio de 2021	11.71%	11.83%
				martes, 29 de junio de 2021
21	SEMANA 21	miércoles, 30 de junio de 2021	11.79%	11.91%
		jueves, 01 de julio de 2021	11.83%	11.95%
		viernes, 02 de julio de 2021	11.86%	11.99%
		sábado, 03 de julio de 2021	11.90%	12.03%
		domingo, 04 de julio de 2021	11.94%	12.07%
				lunes, 05 de julio de 2021
22	SEMANA 22	martes, 06 de julio de 2021	12.02%	12.15%
		miércoles, 07 de julio de 2021	12.06%	12.19%
		jueves, 08 de julio de 2021	12.09%	12.24%
		viernes, 09 de julio de 2021	12.13%	12.28%
		sábado, 10 de julio de 2021	12.17%	12.32%
				domingo, 11 de julio de 2021
23	SEMANA 23	lunes, 12 de julio de 2021	12.25%	12.40%
		martes, 13 de julio de 2021	12.29%	12.44%
		miércoles, 14 de julio de 2021	12.32%	12.48%
		jueves, 15 de julio de 2021	12.36%	12.52%
		viernes, 16 de julio de 2021	12.47%	12.59%
				sábado, 17 de julio de 2021
24	SEMANA 24	domingo, 18 de julio de 2021	12.70%	12.74%
		lunes, 19 de julio de 2021	12.77%	12.97%

Continuación de la Tabla 8

RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
		martes, 20 de julio de 2021	14.82%	15.16%
		miércoles, 21 de julio de 2021	14.89%	15.39%
		jueves, 22 de julio de 2021	15.12%	15.76%
25	SEMANA 25	viernes, 23 de julio de 2021	15.35%	16.14%
		sábado, 24 de julio de 2021	15.58%	16.52%
		domingo, 25 de julio de 2021	15.80%	16.90%
		lunes, 26 de julio de 2021	16.03%	17.27%
		martes, 27 de julio de 2021	16.41%	17.56%
		miércoles, 28 de julio de 2021	16.79%	17.86%
		jueves, 29 de julio de 2021	17.16%	18.15%
26	SEMANA 26	viernes, 30 de julio de 2021	17.54%	18.44%
		sábado, 31 de julio de 2021	17.92%	18.73%
		domingo, 01 de agosto de 2021	18.29%	19.03%
		lunes, 02 de agosto de 2021	18.67%	19.26%
		martes, 03 de agosto de 2021	19.05%	19.48%
		miércoles, 04 de agosto de 2021	19.34%	19.71%
		jueves, 05 de agosto de 2021	19.48%	19.79%
27	SEMANA 27	viernes, 06 de agosto de 2021	19.62%	19.86%
		sábado, 07 de agosto de 2021	19.75%	19.93%
		domingo, 08 de agosto de 2021	20.13%	20.24%
		lunes, 09 de agosto de 2021	20.50%	20.55%
		martes, 10 de agosto de 2021	20.81%	20.86%
		miércoles, 11 de agosto de 2021	20.88%	20.93%
		jueves, 12 de agosto de 2021	21.01%	21.06%
28	SEMANA 28	viernes, 13 de agosto de 2021	21.08%	21.13%
		sábado, 14 de agosto de 2021	21.15%	21.21%
		domingo, 15 de agosto de 2021	21.23%	21.29%
		lunes, 16 de agosto de 2021	21.25%	21.31%
		martes, 17 de agosto de 2021	21.27%	21.32%
		miércoles, 18 de agosto de 2021	21.33%	21.38%
		jueves, 19 de agosto de 2021	21.38%	21.43%
29	SEMANA 29	viernes, 20 de agosto de 2021	21.44%	21.49%
		sábado, 21 de agosto de 2021	21.50%	21.54%
		domingo, 22 de agosto de 2021	21.56%	21.60%
		lunes, 23 de agosto de 2021	21.62%	21.65%
		martes, 24 de agosto de 2021	21.67%	21.71%
		miércoles, 25 de agosto de 2021	21.73%	21.76%
		jueves, 26 de agosto de 2021	21.79%	21.82%
30	SEMANA 30	viernes, 27 de agosto de 2021	21.85%	21.87%

Continuación de la Tabla 8

RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
31	SEMANA 31	sábado, 28 de agosto de 2021	21.91%	21.92%
		domingo, 29 de agosto de 2021	21.96%	21.98%
		lunes, 30 de agosto de 2021	22.02%	22.03%
		martes, 31 de agosto de 2021	22.08%	22.09%
		miércoles, 01 de septiembre de 2021	22.14%	22.14%
		jueves, 02 de septiembre de 2021	22.20%	22.20%
		viernes, 03 de septiembre de 2021	22.25%	22.25%
32	SEMANA 32	sábado, 04 de septiembre de 2021	22.31%	22.31%
		domingo, 05 de septiembre de 2021	22.37%	22.36%
		lunes, 06 de septiembre de 2021	22.43%	22.41%
		martes, 07 de septiembre de 2021	22.49%	22.47%
		miércoles, 08 de septiembre de 2021	22.54%	22.52%
		jueves, 09 de septiembre de 2021	22.60%	22.58%
33	SEMANA 33	viernes, 10 de septiembre de 2021	22.66%	22.63%
		sábado, 11 de septiembre de 2021	22.72%	22.69%
		domingo, 12 de septiembre de 2021	22.78%	22.74%
		lunes, 13 de septiembre de 2021	22.83%	22.80%
		martes, 14 de septiembre de 2021	22.89%	22.85%
		miércoles, 15 de septiembre de 2021	22.95%	22.91%
		jueves, 16 de septiembre de 2021	23.01%	22.96%
34	SEMANA 34	viernes, 17 de septiembre de 2021	23.07%	23.01%
		sábado, 18 de septiembre de 2021	23.12%	23.07%
		domingo, 19 de septiembre de 2021	23.18%	23.12%
		lunes, 20 de septiembre de 2021	23.22%	23.16%
		martes, 21 de septiembre de 2021	23.82%	23.76%
		miércoles, 22 de septiembre de 2021	23.86%	23.79%
		jueves, 23 de septiembre de 2021	24.01%	23.94%
35	SEMANA 35	viernes, 24 de septiembre de 2021	24.16%	24.08%
		sábado, 25 de septiembre de 2021	24.31%	24.25%
		domingo, 26 de septiembre de 2021	24.35%	24.31%
		lunes, 27 de septiembre de 2021	24.44%	24.41%
		martes, 28 de septiembre de 2021	24.50%	24.47%
		miércoles, 29 de septiembre de 2021	24.56%	24.53%
		jueves, 30 de septiembre de 2021	24.62%	24.59%
36	SEMANA 36	viernes, 01 de octubre de 2021	24.68%	24.64%
		sábado, 02 de octubre de 2021	24.74%	24.70%

Continuación de la Tabla 8

RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
37	SEMANA 37	domingo, 03 de octubre de 2021	24.80%	24.76%
		lunes, 04 de octubre de 2021	24.86%	24.81%
		martes, 05 de octubre de 2021	24.92%	24.87%
		miércoles, 06 de octubre de 2021	24.98%	24.93%
		jueves, 07 de octubre de 2021	25.04%	24.99%
		viernes, 08 de octubre de 2021	25.11%	25.04%
38	SEMANA 38	sábado, 09 de octubre de 2021	25.17%	25.10%
		domingo, 10 de octubre de 2021	25.23%	25.16%
		lunes, 11 de octubre de 2021	25.29%	25.21%
		martes, 12 de octubre de 2021	25.35%	25.27%
		miércoles, 13 de octubre de 2021	25.37%	25.33%
		jueves, 14 de octubre de 2021	25.44%	25.39%
39	SEMANA 39	viernes, 15 de octubre de 2021	25.51%	25.57%
		sábado, 16 de octubre de 2021	25.57%	25.75%
		domingo, 17 de octubre de 2021	25.64%	25.94%
		lunes, 18 de octubre de 2021	25.71%	26.12%
		martes, 19 de octubre de 2021	25.78%	26.27%
		miércoles, 20 de octubre de 2021	25.85%	26.42%
40	SEMANA 40	jueves, 21 de octubre de 2021	25.88%	26.56%
		viernes, 22 de octubre de 2021	25.91%	26.70%
		sábado, 23 de octubre de 2021	25.94%	26.83%
		domingo, 24 de octubre de 2021	25.97%	26.95%
		lunes, 25 de octubre de 2021	26.00%	27.07%
		martes, 26 de octubre de 2021	26.63%	27.81%
41	SEMANA 41	miércoles, 27 de octubre de 2021	26.66%	27.95%
		jueves, 28 de octubre de 2021	26.70%	28.08%
		viernes, 29 de octubre de 2021	26.72%	28.22%
		sábado, 30 de octubre de 2021	27.10%	28.71%
		domingo, 31 de octubre de 2021	27.14%	28.87%
		lunes, 01 de noviembre de 2021	27.17%	29.02%
42	SEMANA 42	martes, 02 de noviembre de 2021	27.19%	29.17%
		miércoles, 03 de noviembre de 2021	27.30%	29.36%
		jueves, 04 de noviembre de 2021	27.34%	29.44%
		viernes, 05 de noviembre de 2021	27.38%	29.51%
		sábado, 06 de noviembre de 2021	27.40%	29.58%
		domingo, 07 de noviembre de 2021	27.50%	29.71%

Continuación de la Tabla 8

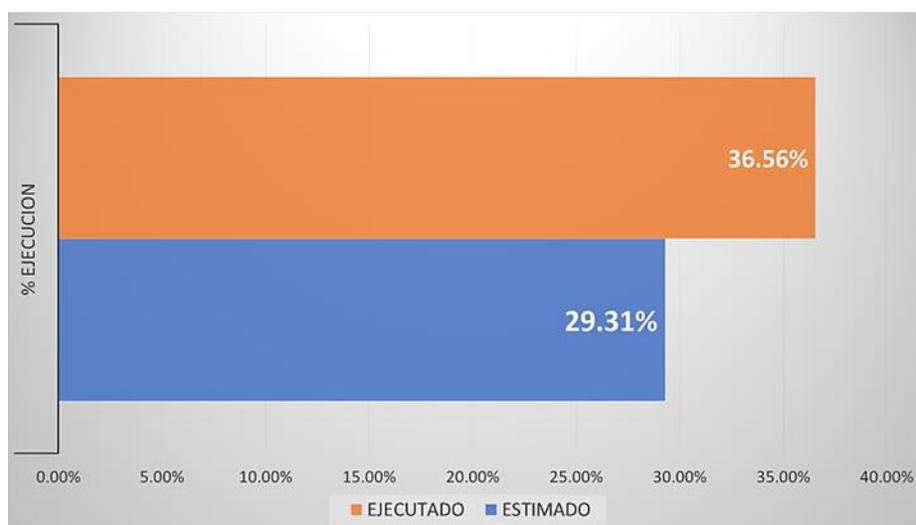
RESUMEN PORCENTAJES DE CRONOGRAMA ESTIMADO VS EJECUTADO				
N°	SEMANAS	FECHAS	% EJECUCION	
			ESTIMADO	EJECUTADO
43	SEMANA 43	lunes, 08 de noviembre de 2021	27.52%	29.78%
		martes, 09 de noviembre de 2021	27.55%	29.84%
		miércoles, 10 de noviembre de 2021	27.58%	29.91%
		jueves, 11 de noviembre de 2021	27.59%	29.96%
		viernes, 12 de noviembre de 2021	27.60%	30.00%
		sábado, 13 de noviembre de 2021	27.61%	30.05%
44	SEMANA 44	domingo, 14 de noviembre de 2021	27.62%	30.10%
		lunes, 15 de noviembre de 2021	27.63%	30.15%
		martes, 16 de noviembre de 2021	27.64%	30.20%
		miércoles, 17 de noviembre de 2021	27.65%	30.25%
		jueves, 18 de noviembre de 2021	27.67%	30.35%
		viernes, 19 de noviembre de 2021	27.68%	30.45%
45	SEMANA 45	sábado, 20 de noviembre de 2021	27.69%	31.01%
		domingo, 21 de noviembre de 2021	27.70%	31.56%
		lunes, 22 de noviembre de 2021	27.72%	31.96%
		martes, 23 de noviembre de 2021	27.73%	32.36%
		miércoles, 24 de noviembre de 2021	27.78%	32.89%
		jueves, 25 de noviembre de 2021	27.84%	33.50%
46	SEMANA 46	viernes, 26 de noviembre de 2021	27.90%	33.73%
		sábado, 27 de noviembre de 2021	27.96%	33.95%
		domingo, 28 de noviembre de 2021	28.01%	34.11%
		lunes, 29 de noviembre de 2021	28.07%	34.27%
		martes, 30 de noviembre de 2021	28.13%	34.59%
		miércoles, 01 de diciembre de 2021	28.19%	34.91%
47	SEMANA 47	jueves, 02 de diciembre de 2021	28.26%	35.02%
		viernes, 03 de diciembre de 2021	28.33%	35.14%
		sábado, 04 de diciembre de 2021	28.43%	35.30%
		domingo, 05 de diciembre de 2021	28.52%	35.47%
		lunes, 06 de diciembre de 2021	28.59%	35.61%
		martes, 07 de diciembre de 2021	28.66%	35.68%
48	SEMANA 48	miércoles, 08 de diciembre de 2021	28.72%	35.74%
		jueves, 09 de diciembre de 2021	28.80%	35.81%
		viernes, 10 de diciembre de 2021	28.87%	35.88%
		sábado, 11 de diciembre de 2021	28.94%	35.92%
		domingo, 12 de diciembre de 2021	29.01%	36.00%
		lunes, 13 de diciembre de 2021	29.08%	36.17%
49	SEMANA 49	martes, 14 de diciembre de 2021	29.16%	36.30%
		miércoles, 15 de diciembre de 2021	29.23%	36.38%
		jueves, 16 de diciembre de 2021	29.27%	36.47%
		viernes, 17 de diciembre de 2021	29.31%	36.56%

Nota. En la tabla de muestran los porcentajes de ejecución reales y estimados.

De la tabla resumen anteriormente observada, podemos observar que la obra para el día final del desarrollo de mis pasantías, acumula un porcentaje de ejecución del 36.56%, el cual representa el 7.25% de avance en comparación con el porcentaje estimado y/o programado para el proyecto de vivienda, generando resultados muy satisfactorios. Lo anterior se muestra en la Figura 39.

Figura 39

Diagrama de porcentajes de ejecución cronograma estimado vs ejecutado



3.1.4 Estimar rendimientos de equipo y mano de obra del proyecto seleccionado a través de un muestreo en campo para el desarrollo de una base de datos para la empresa y la universidad

3.1.4.1 Elaboración de formato para toma de muestras en campo. Para la realización del presente objetivo, dos se crearon los formatos A1 y A2 (Ver Apéndices I y J) los cuales se pueden observar a continuación en la Figura 40. El formato A1 se creó con el fin de tener una mayor facilidad y claridad en el momento de tomar las muestras en campo.

La toma de muestras se realizó empleando diferentes herramientas como cronómetros, cintas métricas, decímetros, cámaras de video y entre otros; al momento de iniciar la actividad se daba inicio a la medición, cada actividad realizada se relacionaba con los ítems plateados en el presupuesto y cronograma suministrados por la empresa constructora. Al finalizar la actividad se detenía el cronometro y se procedía a medir la producción que se había logrado realizar en cada observación realizada, es importante destacar que no interfirió en la realización de ninguna actividad en obra. En la Figura 41 se muestra un ejemplo de ello. En el Apéndice K se detallan evidencias del trabajo de campo.

Figura 41

Toma de registros en campo



3.1.4.2 Cálculo de media aritmética de los rendimientos tabulados. En la segunda fase del presente objetivo, se recopilaron los diferentes datos obtenidos en obra, consignados en la Tabla 9, y con la ayuda de la herramienta Excel se procedió a realizar el cálculo de los diferentes rendimientos generados por cada observación, para luego realizar el cálculo de la media aritmética el cual consistía en sumar cada uno de los rendimientos anteriormente calculado y dividirlo por el número total de observaciones, a continuación se mostrará el procedimiento realizado para la actividad de Muro en ladrillo de obra $E=0.12m$.

Tabla 9*Datos para calcular el rendimiento*

Horas	Cantidad de hombres	Cantidad Producida (m2)	Trabajo	Rendimiento
1	2	1.25	2	0.625
1	2	1.24	2	0.620
1	2	1.21	2	0.604
1	2	1.17	2	0.583

Nota. La tabla muestra cada uno de los datos para calcular los rendimientos.

Trabajo= Horas x Cantidad de hombres

Trabajo= 1h x 2H = 2.0hH

Rendimiento= Cantidad Producida/Trabajo

Rendimiento= 1.250m2 / 2 hH = 0.625 m2/hH

Trabajo= Horas x Cantidad de hombres

Trabajo= 1h x 2H = 2 hH

Rendimiento= Cantidad Producida/Trabajo

Rendimiento= 1.240m2 / 2 hH = 0.620 m2/hH

Trabajo= Horas x Cantidad de hombres

Trabajo= 1h x 2H = 2hH

Rendimiento= Cantidad Producida/Trabajo

Rendimiento= 1.21m2 / 2 hH = 0.605 m2/hH

Trabajo= Horas x Cantidad de hombres

Trabajo= 1h x 2H = 2hH

Rendimiento= Cantidad Producida/Trabajo

Rendimiento= 1.17m² / 2 hH = 0.585 m²/hH

Luego de calculados los rendimientos por cada observación, procedemos a calcular la media aritmética de los rendimientos calculados. Esta información se encuentra en el Apéndice L.

Rendimiento Promedio (R')= (∑Rendimientos por cada Obs.) / Cant. De Obs.

Rendimiento Promedio (R')= (0.625m²/hH + 0.620m²/hH + 0.604m²/hH + 0.583 m²/hH) /4

Rendimiento Promedio (R')= (2.432 m²/hH) /4

Rendimiento Promedio (R')= 0.610 m²/hH

3.1.4.3 Cálculo de la desviación estándar de los rendimientos tabulados. La desviación estándar una medida que nos indica qué tan dispersos están los datos alrededor de la media. La desviación estándar nos ayuda a medir la fiabilidad de las conclusiones estadísticas, logrando que el valor sea más ajustado a la realidad. Para obtener la desviación estándar de los rendimientos tabulados se realizaron los siguientes cálculos:

$$\text{Desviación Estándar} = \sqrt{\frac{|r - R'|^2}{n}}$$

R= Rendimientos calculados para cada observación

Rendimiento Promedio (R')= 0.608 m²/hH

n= 4 observaciones

$$| 0.625-0.608 |^2 = 0.017 \text{ m}^2/\text{hH}$$

$$| 0.620-0.608 |^2 = 0.012 \text{ m}^2/\text{hH}$$

$$| 0.604-0.608 |^2 = 0.004 \text{ m}^2/\text{hH}$$

$$| 0.583-0.608 |^2 = 0.025 \text{ m}^2/\text{hH}$$

$$\Sigma 0.059 \text{ m}^2/\text{hH}$$

$$\text{Desviación Estándar: } \sqrt{\frac{\left(\frac{0.059 \text{ m}^2}{\text{hH}}\right)^2}{4}} = 0.0165 \text{ m}^2/\text{hH}$$

3.1.4.4 Cálculo de coeficiente de variación. El coeficiente de variación es una medida de dispersión que nos permite analizar las desviaciones de los datos adquiridos anteriormente con respecto a la media y al mismo tiempo las dispersiones que tienen los datos dispersos entre sí.

Coeficiente de Variación (C.V)= Desviación Estándar / Rendimiento Promedio (R')

$$\text{C.V} = (0.0165 \text{ m}^2/\text{hH}) / (0.608 \text{ m}^2/\text{hH}) \times 100$$

$$\text{C.V} = 2.71\%$$

3.1.4.5 Cálculo de factor de incremento. En los cálculos de rendimientos, podemos evidenciar que éste muchas veces se ve afectada por tiempos no contributivos, los cuales son los tiempos que se emplean en obra, para realizar actividades no generan ningún valor agregado al proyecto, y que a su vez no son necesarias para la ejecución de las actividades productivas. Para la realización de este factor de incremento, fue necesario tomar registro de los tiempos en donde la cuadrilla realizaba labores ajenas a la actividad a

evaluar, entre estas se encontraban parámetros como lo es la charla, distracciones, lavado de manos y/o desinfección, hidratación y entre otros lineamientos.

Para calcular este factor se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de incremento (f.i)} = \frac{\Sigma TNC}{DIA LABORAL - \Sigma TNC} \times 100$$

TNC: Tiempos no contributivos en horas

Día laboral: 8 h/día

$$\text{Factor de incremento (f.i)} = \frac{0.29 h}{8h - 0.29h} \times 100$$

$$\text{Factor de incremento (f.i)} = 3.76\%$$

3.1.4.6 Cálculo de rendimiento final para consolidar base de datos. Con la creación del formato A2 se buscó organizar de una manera sistematizada mediante la herramienta Excel los datos obtenidos en campo, teniendo en cuenta el ítem, actividad, unidad de medida, personal, clima, el trabajo productivo, el no contributivo y la duración de cada una de ellas, y entre otros factores de gran influencia todos estos formatos se presentan en el Anexo IV.

Cabe resaltar que este formato incluye una serie de cálculos de diferentes variables anteriormente mencionadas que son de gran importancia al momento de realizar los respectivos cálculos de rendimientos reales en campo.

$$\text{Rendimiento final (m}^2/\text{(h-H))} = R'x (1 + f.i) + C.V$$

$$\text{Rendimiento final (m}^2/\text{(h-H))} = 0.608 \times (1 + 3.76\%) + 2.71\%$$

$$\text{Rendimiento final (m}^2/\text{(h-H))} = 0.66 \text{ m}^2/\text{(h-H)}$$

En la Figura 42 se muestra el formato diligenciado para la actividad de muro en ladrillo de obra.

Nota. En el Apéndice L se puede evidenciar los cálculos de los rendimientos finales correspondientes a las diferentes actividades medidas en obra.

Figura 42

Diligenciamiento del formato

Día Laboral (hrs/día)	8
-----------------------	---

Actividad	Muro en Ladrillo Macizo de 6x12x25cm con anclajes en acero
Unidad	m2
Cuadrilla	I:I
Clima	Soleado
Hora de inicio	1:00pm
Hora de finalización	5:00pm

OBSERVACIONES															
N° Observación	Intervalos de tiempos			Cantidad Producida	Unidad	Cantidad Hombres	Tiempo no contributivo T.N.C (Segundos)						Total T.N.C (hrs)	Trabajo	Rendimiento
	Hora inicial	Hora final	Horas				Hidratación	Lavado de manos y/o desinfección	Charla	Refrigerio	Sanitario	Otros			
1	1:00pm	2:00pm	I	1.50	m2	2	120	0	60	0	0	420	0.167	2	0.750
2	2:00pm	3:00pm	I	1.86	m2	1	240	0	0	0	180	0	0.117	1	1.860
3	3:00pm	4:00pm	I	2.05	m2	1	0	90	0	0	0	0	0.025	1	2.052
4	4:00pm	4:50pm	I	1.89	m2	2	300	0	54	378	0	0	0.203	2	0.945
												Σ	0.512		
Rendimiento Promedio (R')														1.40	
Desviación Estandar														0.56	
Coeficiente de Variación (C.V)														40.14%	
Factor de incremento (f.i)														6.83%	
Rendimiento Teorico m2/(h-H)														1.90	

Rendimientos por cuadrilla. Para hallar el rendimiento por cuadrilla de trabajo se multiplico el número de hombres de la cuadrilla por el rendimiento promedio de cada actividad, dando como resultado final de esta investigación los presentados en la Tabla 10.

Tabla 10

Rendimientos por cuadrillas

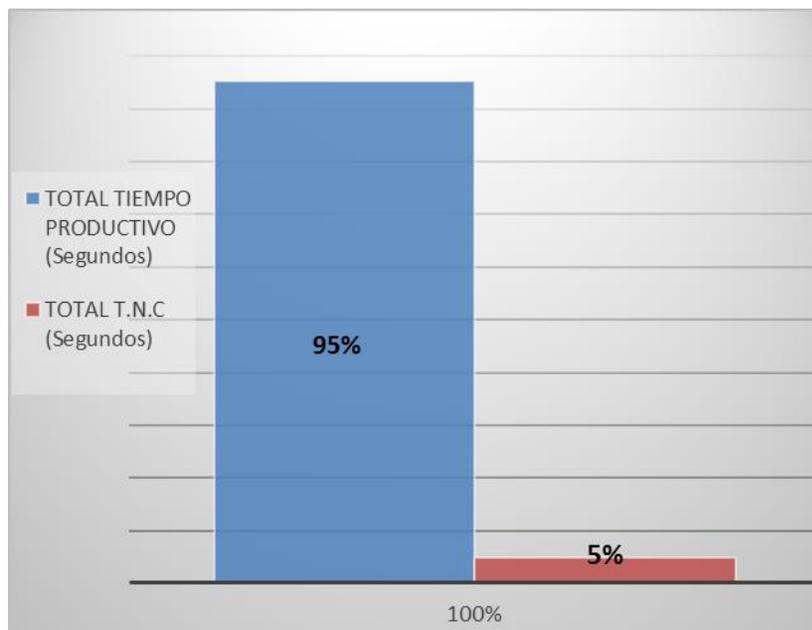
ITEM	CUADRILLA	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO UND/HH	UNIDAD	RENDIMIENTO POR CUADRILLA H/M2
1.5.2	1:1	Muro ladrillo de obra E=0.12m	0.66	M2	0.76
1.5.3	1:1	Muro ladrillo de obra E=0.25m	0.32	M2	1.56
1.1.3	0:1	Excavación de material común	.20	M3	4.88
1.2.9	1:1	Armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 Acero Fy: 4200kg/cm2 3/8"	8.05	kg	0.06
1.2.9	1:1	Armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 Acero Fy: 4200kg/cm2 1/2"	9.09	kg	0.06
1.5.3	1:1	Mortero 1:4	0.45	M3	1.10
1.4.1	1:1	Tubería sanitaria de 4" alcantarillado PVC.	0.30	mL	1.68
1.4.9	1:1	Punto hidráulico de 1/2" PVC.	0.85	Und	0.59
1.4.2	1:1	Tubería sanitaria de 3" alcantarillado PVC.	1.04	ml	0.48
1.3.2	1:1	Vaciado de concreto para zapatas	0.20	M3	2.55

Nota. La tabla muestra los rendimientos por cuadrillas.

Influencias de tiempos productivos y no contributivos, En la Figura 43 se detalla el comportamiento presentado entre los tiempos productivos y los no productivos.

Figura 43

Diligenciamiento del formato

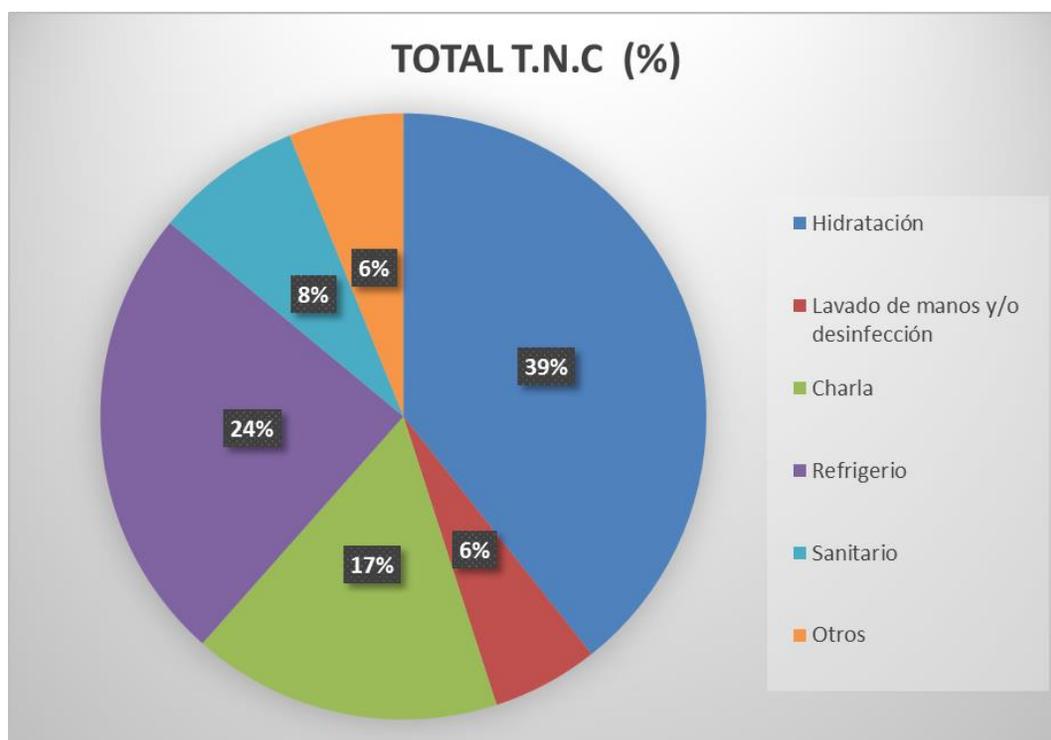


En base al anterior gráfico se puede deducir que según los datos calculados, el 95% del tiempo total se invierte en actividades productivas, es decir en actividades donde se realiza la actividad objeto del ítem, mientras que el 5% del tiempo total se invierte en actividades que no desarrollan la actividad objeto del ítem. Dentro de estas actividades podemos encontrar la hidratación, lavado de manos y/o desinfección, charlas entre trabajadores y/o externos, refrigerio, sanitario, y entre otras actividades.

En la Figura 44 que se detalla a continuación, se puede observar una serie de actividades no contributivas que se realizan con mayor frecuencia en obra, de lo cual se puede evidenciar que el 39% del total del tiempo no contributivo corresponde a la hidratación, seguidamente el refrigerio ocupando un 24%, también se puede observar que dentro de las actividades que representan menor frecuencia son las de lavado y/o desinfección y otras actividades con un 6% del tiempo total no contributivo.

Figura 44

Rendimientos en CONSTRUPRECIOS 2021



Para el desarrollo del presente objetivo se hizo necesario hacer uso de la revista CONSTRUPRECIOS, dicha revista contiene información sobre rendimientos constructivos de la ciudad de Cúcuta y Bucaramanga. Es importante destacar la forma en que la revista expresa los

rendimientos, se tomó un ítem puntual para demostrar el análisis realizado, en este caso se eligió el ítem 41.10.03. En la Tabla 11 se detalla la información utilizada.

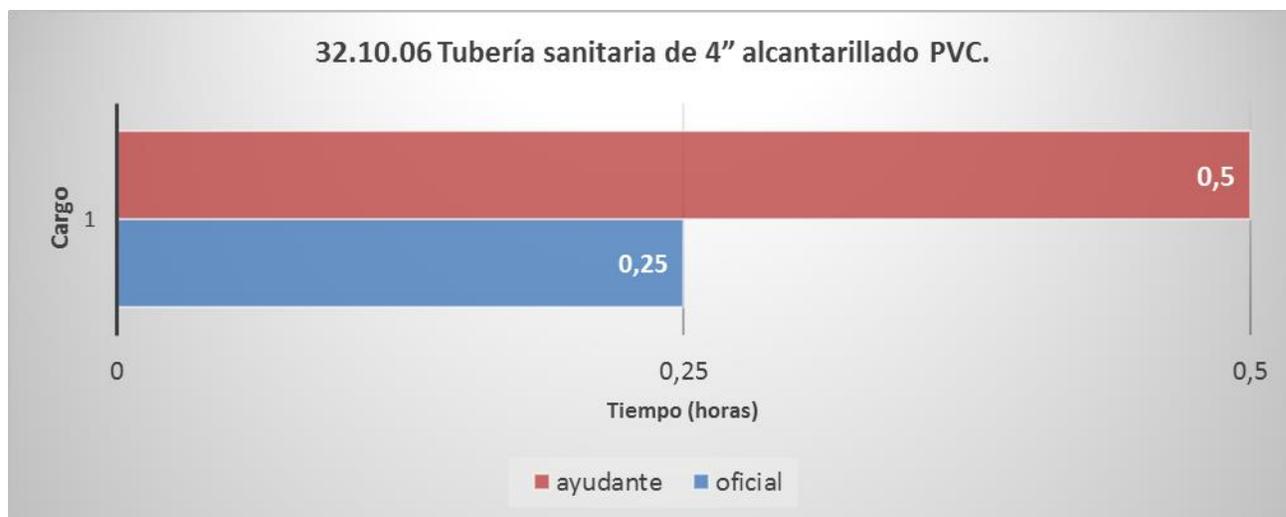
Tabla 11

Rendimientos de mano de obra para muro ladrillo de obra E=0.12m, Construprecios

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	OFICIAL HORA	AYUDANTE HORA
41.10.03	Muro ladrillo de obra E=0.12m	M2	0.87	0.87
41.10.06	Muro ladrillo de obra E=0.25m	M2	1.67	1.67
12.40.33	Excavación de material común	3	0	6
2.90.06	Armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 Acero Fy: 4200kg/cm2 3/8"	kg	0.040	0.160
22.90.09	Armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 Acero Fy: 4200kg/cm2 1/2"	kg	0.040	0.140
57.01.05	Mortero 1:4	M3	1	4
32.10.06	Tubería sanitaria de 4" alcantarillado PVC.	mL	0.25	0.5
31.10.06	Punto hidráulico de 1/2" PVC.	Und	0.25	0.5
32.10.03	Tubería sanitaria de 3" alcantarillado PVC.	ml	0.25	0.5
21.20.03	Vaciado de concreto para zapatas	M3	8.750	26.250

Nota. La tabla muestra los rendimientos por actividad.

Como se puede observar dicha revista proporciona la cantidad de horas hombre que se deben emplear para realizar una unidad de actividad seleccionada. Esta forma de expresar rendimientos se puede ver reflejada en la siguiente línea de tiempo. En la Figura 45 se muestra el comportamiento de los rendimientos para la actividad mencionada.

Figura 45*Rendimientos en CONSTRUPRECIOS 2021*

Esto nos permite ver que la inversión de tiempo realizada por el oficial tiene como objetivo dar inicio a la actividad y posteriormente idear un plan de trabajo para luego permitirle al ayudante terminar la tarea, siendo así 0.50 horas el tiempo total necesario para realizar la unidad de Tubería sanitaria de 4" alcantarillado PVC. Basados en lo mencionado anteriormente se toma la mayor inversión de tiempo entre el oficial y el ayudante como la duración total de la actividad realizada con el fin de comparar dicho rendimiento y el obtenido en la investigación.

Comparativo de rendimientos. La primera comparación realizada se presenta en la Tabla 12, en la cual se realizó una resta para conocer la diferencia de rendimiento de construprecios respecto al rendimiento obtenido mediante esta investigación, es decir, el rendimiento del municipio de Ocaña Norte de Santander, cuyo resultado negativo (-) representa que en el municipio existe un mayor rendimiento en la actividad y el resultado positivo (+) indica un menor rendimiento en el municipio.

Tabla 12

Paralelo de rendimientos obtenidos en la investigación y los empleados por Construprecios

ITEM	ACTIVIDAD	CUADRILLA	UNIDAD	AUTOR (und/hH)	CONSTRUPRECIOS (und/hH)	DIFERENCIA DE RENDIMIENTOS (und/hH)	CONCLUSIÓN
1.5.2	Muro ladrillo de obra E=0.12m	1:1	M2	0.76	0.87	-0.11	Existe mayor rendimiento en Ocaña
1.5.3	Muro ladrillo de obra E=0.25m	1:1	M2	1.56	1.67	-0.11	Existe mayor rendimiento en Ocaña
1.1.3	Excavación de material común	0:1	M3	4.88		1.12	Existe mayor rendimiento en Ocaña
1.2.9	Armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 Acero Fy: 4200kg/cm2 3/8"	1:1	kg	0.06	0.160	-0.1	Existe mayor rendimiento en Ocaña
1.2.9	Armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 Acero Fy: 4200kg/cm2 1/2"	1:1	kg	0.06	0.140	-0.08	Existe mayor rendimiento en Ocaña
1.2.9	Mortero 1:4	1:1	3	1.10	4	-2.9	Existe mayor rendimiento en Ocaña
1.4.1	Tubería sanitaria de 4" alcantarillado PVC.	1:1	mL	1.68	0.50	.18	Existe menor rendimiento en Ocaña
1.4.9	Punto hidráulico de 1/2" PVC.	1:1	Und	0.59	0.50	0.009	Existe menor rendimiento en Ocaña
1.4.2	Tubería sanitaria de 3" alcantarillado PVC.	1:1	ml	0.48	0.50	-0.02	Existe mayor rendimiento en Ocaña
1.3.2	Vaciado de concreto para zapatas	1:1	M3	2.55	26.250	-23.7	Existe mayor rendimiento en Ocaña

Nota. La tabla el comparativo de los rendimientos por actividad.

Paralelo respecto a la duración de la obra. Para lograr ver de forma más práctica las diferencias entre los rendimientos de las dos bases de datos, la constructora C&C facilitó los planos junto con el presupuesto, por medio de los datos suministrados se procedió a elaborar una EDT el cual incluía las actividades a las cuales se les realizó los respectivos cálculos de rendimientos, tal y como se muestra a en la Figura 46.

Figura 46

Rendimientos en CONSTRUPRECIOS 2021

REFERENCIA: PRESUPUESTO No 0040 DE 2021 CABAÑA 37 URBANIZACIÓN CAMPESTRE TORRES DEL CABLE CONSTRUCCIÓN DE CABAÑA 37				DURACIÓN DE ACTIVIDAD AUTOR	DURACIÓN DE ACTIVIDAD CONTRUPRECIOS
ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO EDT					
ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT		
1	CONSTRUCCIÓN DE CABAÑA 37 EN LA URBANIZACIÓN CAMPESTRE TORRES DEL CABLE				
1.1	ACTIVIDADES PRELIMINARES				
1,1,3	Excavaciones para cimentación y alcantarillados	m3	164.28	100	123
1.2	ACEROS				
1,2,9	armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 3/8"	kg	380.83	3	8
1,2,9	armado y figurado de Acero despiece nivel + 7.18 1/2"	kg	380.83	3	7
1.3	CONCRETOS				
1,3,2	Vaciado de concreto para zapatas	m3	22.38	7	73
1.4	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
1,4,1	Tubería sanitaria de 4" alcantarillado PVC.	ml	95.39	20	6
1,4,2	Tubería sanitaria de 3" alcantarillado PVC.	ml	28.05	2	2
1,4,9	punto hidráulico de 1/2" PVC.	und	45.00	3	3
1.5	MAMPOSTERÍA				
1,5,2	Levantamiento de muros en ladrillo común macizo segundo piso e=0.12m	m2	563.64	54	61
1,5,3	Levantamiento de muros dobles en ladrillo común macizo e=0.25m	m2	281.82	55	59
1.6	Otras Actividades				
1,6,1	Mortero 1:4	m2	1,127.80	155	564
DURACIÓN DE ACTIVIDAD AUTOR (DÍAS)				402.00	
DURACIÓN DE ACTIVIDAD CONTRUPRECIOS (DÍAS)				906.00	

Nota. La información fue obtenida de (Constructora C&C, 2021).

A partir de los rendimientos planteados por la revista CONSTRUPRECIOS se logró determinar que la duración de las diferentes actividades de estudio, para el cual para llevarse a cabo se tardaría 906 días hábiles, mientras que la duración de las diferentes actividades de estudio con los rendimientos basados en la investigación sería de 402 días. Esto propone que la planeación con los rendimientos encontrados en esta investigación repercute en una reducción del 44.37%.

3.1.5 Otras funciones desarrolladas en mi labor como pasante en el proyecto de vivienda tipo cabaña 37

Dentro de estas funciones desarrolladas en el transcurso de mis pasantías se adicionaron una serie de actividades referentes a la realización de planos arquitectónicos y levantamientos arquitectónicos de diferentes proyectos a cargo de la empresa constructora en el Apéndice M se puede observar de manera detallada los diferentes soportes de esta presente actividad.

3.1.5.1 Levantamientos arquitectónicos. Los levantamientos arquitectónicos consistían en visitar al lugar a un lugar determinado y con el apoyo de un ingeniero responsable, realizar la medición de dicho espacio y generar un croquis con las medidas reales del proyecto a medir.

3.1.5.2 Planos arquitectónicos. Luego de realizado el proceso de medición de los diferentes proyectos asignados por parte de la empresa constructora, se procedía a plasmar dichos diseños por medio del programa AUTOCAD. El objetivo de esta actividad era desarrollar destrezas en cuanto al empleo de diferentes softwares de ingeniería civil

Capítulo 4. Diagnóstico Final

De manera satisfactoria se da por finalizado esta etapa de pasantías en la constructora C&C Ingeniería y Construcción del municipio de Ocaña N de S, realizada dentro del proyecto que comprendía la ejecución de la cabaña 37 ubicada en el condominio campestre Torres del Cable; tiempo en el cual se dio cumplimiento a los diferentes objetivos propuestos inicialmente, por medio del trabajo realizado en campo y oficina, comprendiendo procesos de apoyo al ingeniero residente de obra en cada uno de los procesos constructivos, cálculo de cantidades de obra, elaboración de planos, y demás; permitiendo analizar y controlar el alcance, tiempo y calidad del proyecto.

En cuanto al desarrollo de la pasantía, el cumplimiento fue exitoso, ya que se logró culminar cada uno de los objetivos propuestos consiguiendo una disminución significativa en los retrasos e imprevistos los cuales afectaban el presupuesto establecido en las condiciones iniciales del proyecto, del mismo modo se consiguió mejorar la comunicación en todo el personal ya que al reportar quincenalmente los avances de obra, se lograba conseguir que las personas interesadas: la empresa y el propietario de la vivienda; estuvieran actualizados en todo lo referente al proceso de ejecución del proyecto.

Finalmente, la empresa manifestó un gran interés acerca de la labor realizada como apoyo en la ejecución del proyecto, en el cual se consiguió poner en práctica cada uno de los conocimientos adquiridos en el transcurso de la formación universitaria.

Capítulo 5. Conclusiones

Se apoyó el control del proyecto, velando por que cada una las actividades ejecutadas fueran desarrolladas de manera óptima en base a las especificaciones técnicas del proyecto, realizando mediciones diarias de cantidades de obra y generando formatos y registros fotográficos que fortalecen la labor de apoyo al ingeniero residente del proyecto, convirtiéndose en soportes para dar evidencia del cumplimiento del contrato.

Se logró revisar y verificar mediante los diferentes formatos y listas de chequeos suministrados por la empresa constructora C&C, el debido almacenamiento y suministro de los diferentes materiales requeridos en el proyecto como lo fueron: arena, triturado, acero, ladrillos, bultos de cemento y el uso de las diferentes herramientas y/o equipos en obra, de tal manera que estos fuesen protegidos del deterioro y contaminación.

Se consiguió verificar el avance del proyecto; teniendo en cuenta el factor tiempo-costo, mediante la herramienta Excel para el análisis de lo planificado vs ejecutado, en el cual tras realizar el balance entre las cantidades de obra planificadas y las cantidades realmente ejecutadas en obra, logró evidenciar que algunas de ellas, pueden aportar respecto a la disminución o incremento, tanto del tiempo como también del costo del proyecto una vez son puestas en marcha, lo cual se vio reflejado en el costo total del proyecto, demostrando así que un correcto control de estas variables tiempo-costo pueden llegar a representar un ahorro significativo del costo total del proyecto.

Se consiguió estimar rendimientos de mano de obra para diferentes actividades del proyecto a través de un muestreo en campo para el desarrollo de una base de datos para la empresa y la universidad, para el cual se logró determinar que es mucho más viable emplear rendimientos calculados en el presente estudio ya que constituyen un valor de rendimiento real calculado específicamente para nuestro municipio de Ocaña, Norte de Santander, el cual al implementarlo nos ayudaría a reducir notablemente la duración del proyecto, generando por ende disminución en el costo del proyecto.

A partir de los rendimientos planteados por la revista CONSTRUPRECIOS se logró determinar que la duración de las diferentes actividades de estudio, para el cual para llevarse a cabo se tardaría 906 días hábiles, mientras que la duración de las diferentes actividades de estudio con los rendimientos basados en la investigación sería de 402 días. Esto propone que la planeación con los rendimientos encontrados en esta investigación repercute en una reducción del 44.37%.

Capítulo 6. Recomendaciones

A los profesionales de la construcción se les recomienda manejar una constante comunicación referente a las diferentes actividades a desarrollar, con el propósito de optimizar y establecer con precisión las funciones y de esta manera lograr alcanzar los resultados esperados de una manera óptima.

Se deben considerar para futuros estudios, temas que incorporen algunas variables externas que pueden conducir a la disminución del desempeño de los trabajadores, como el clima, ambiente de trabajo, estado de ánimo, habilidades y otros factores que pueden causar la variación del desempeño planteado en el presente estudio.

Teniendo en cuenta que el municipio de Ocaña, Norte de Santander, no cuenta con una base de datos que presente de manera directa los rendimientos reales, el siguiente paso sería crear una base de datos de análisis de precios unitarios, teniendo en cuenta los diferentes precios de los materiales en el municipio.

Referencias

- Arquinetpolis. (2017). *¿Qué es una bitácora de obra?* Obtenido de <https://arquinetpolis.com/bitacora-obra-000370/>
- Bárceñas, G. (2012). *Tema N° 5 La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) según La Guía del PMBOK® / 30-04-2012 / Sesión 10 segunda parte.* Obtenido de [https://formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com/2012/05/09/tema-n-5-la-estructura-de-desglose-del-trabajo-edt-segun-la-guia-del-pmbok-30-04-2012-sesion-10-segunda-parte/#:~:text=La%20Estructura%20de%20Desglose%20del%20Trabajo%20\(EDT\)%20es%20una%20desco](https://formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com/2012/05/09/tema-n-5-la-estructura-de-desglose-del-trabajo-edt-segun-la-guia-del-pmbok-30-04-2012-sesion-10-segunda-parte/#:~:text=La%20Estructura%20de%20Desglose%20del%20Trabajo%20(EDT)%20es%20una%20desco)
- Bayona, F. (2021). *Modelación de la cabaña 37.* Ocaña.
- Borja, R. (2018). *Enciclopedia de la política.* Obtenido de https://www.encyclopediadelapolitica.org/mano_de_obra/
- Botero, L. (2002). *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción.* Medellín: EAFIT.
- Constructora C&C. (2021). *Estructura de la empresa constructora C&C.* Ocaña: Constructora C&C.
- Departamento Nacional de Planeación. (2013). *Sistema de información.* Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/inversiones-y-finanzas-publicas/Sistemas-de-Informacion>

- Garces, J. (2014). *Especificaciones técnicas*. Sucre: Findeter. Obtenido de https://www.findeter.gov.co/system/files/convocatorias/PAF-ICBF-O-025-2018/PAF-ICBF-O-025-2018%40Especificaciones_Centros_Especializados_Srpa.pdf
- Google Earth. (2021). *El globo terráqueo completo*. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- INVIAS. (2012). *Toma de muestras de concreto fresco*. Bogotá: INVIAS.
- Jacome, J. (2015). *Planos Estructurales*. Obtenido de <http://jacomeajj.blogspot.com/2015/06/planos-y-elementos-estructurales.html>
- López, J. M. (2012). *Portal de acceso*. Obtenido de <http://condominiocampestretorresdelcable.blogspot.com.co/2012/>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*. Bogotá: Dirección del Sistema Habitacional .
- Niebel, B. (1996). *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. Pensilvania: Alfaomega.
- Ortegon, E. (2015). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile : Naciones Unidas.
- Pérez, J., & Merino, M. (2017). *Definición de estructura organizacional* . Obtenido de <https://definicion.de/estructura-organizacional/>
- Ramírez, C. (2005). *Los presupuestos, sus objetivos e importancia*. Medellín: Cultural Unilibre.

Apéndices

Apéndice A. Informes quincenales de obra.

Ver archivo adjunto

Apéndice B. Memorias de cálculo de cantidades.

Ver archivo adjunto

Apéndice C. Bitácora de obra.

Ver archivo adjunto

Apéndice D. Registro fotográfico.

Ver archivo adjunto

Apéndice E. Formatos de verificación de calidad de los materiales.

Ver archivo adjunto

Apéndice F. Resultados de ensayos de laboratorio.

Ver archivo adjunto

Apéndice G. Registro fotográfico del almacenamiento de materiales.

Ver archivo adjunto

Apéndice H. Cronograma y cantidades de obra.

Ver archivo adjunto

Apéndice I. Formatos A01 registro de campo.

Ver archivo adjunto

Apéndice J. Formatos A02 cálculo de rendimientos.

Ver archivo adjunto

Apéndice K. Tomas de muestra en campo.

Ver archivo adjunto

Apéndice L. Cálculo de rendimientos.

Ver archivo adjunto

Apéndice M. Otras funciones desarrolladas.

Ver archivo adjunto