Práctica empresarial en el CONSORCIO PLANTA INDUSTRIAL PENAGOS HERMANOS para el control de obra en la construcción de una planta en la zona industrial Guatiguará, Piedecuesta

Rubén Prada Avellaneda

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director:
Vladimir Ernesto Merchán Jaimes
Doctor en ingeniería del Terreno Cartográfica y Geofísica

Universidad Industrial De Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Civil
Ingeniería Civil
Bucaramanga
2022

Dedicatoria

A Dios sobre todas las cosas por brindarme la fuerza y sabiduría para culminar mis estudios.

A mi papá, Sergio, y mi mamá, Elcida, por educarme con amor y paciencia.

A mis hermanos y hermana por ser un apoyo incondicional durante mi formación profesional.

Agradecimientos

A las empresas PENAGOS HERMANOS & CIA S.A.S., OTACC S.A.S. y CAG S.A.S. por brindarme la oportunidad de desarrollar la practica empresarial en el CONSORCIO PLANTA INDUSTRIAL PH.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER por su formación académica y personal durante estos años de vida universitaria.

Tabla de contenido

Introducción 10

1. Objetivos. 12

2. La empresa. 13

3. Generalidades del proyecto 13

4. Descripción de actividades. 14

4.1. Cálculo de cantidades de material. 14

4.1.1. Concreto. 14

4.1.2. Acero de refuerzo 20

4.2. Modulación de elementos estructurales. 27

4.3. Control de rendimiento. 36

4.3.1. Rendimiento de instalación de estructura metálica bodega principal. 36

4.3.2. Rendimiento de instalación de cubierta en bodega principal. 38

4.4. Control de detalles constructivos. 40

4.6. Actualización modelos BIM. 44

4.7. Informes mensuales al cliente. 48

5. Conclusiones 51

Referencias bibliográficas 54

Lista de tablas

Tabla 1. Longitud de elementos por ST 16
Tabla 2. Volumen de concreto - placa zona admin 17
Tabla 3. Longitudes de barras de refuerzo transversal - intradós. 25
Tabla 4. Longitudes de barras de refuerzo transversal - trasdós 26
Tabla 5. Resumen cantidades de barras de refuerzo. 26
Tabla 6. Consolidado cantidades barras de refuerzo 27
Tabla 7. Dimensiones de distanciadores 33
Tabla 8. Cantidad de formaleta para tramo N-O 355
Tabla 9. Cantidad de enchape 43
Tabla 10. Costo instalación de enchape. 44
Tabla 11. Personal de obra 49
Tabla 12. Tabla avance de obra para informe 50

Lista de figuras

Figura 1. Planta estructural zona admin piso 1. 15
Figura 2. Sección vigueta 15
Figura 3. Sección riostra 16
Figura 4. Muro tipo 1 18
Figura 5. Muro tipo 2 19
Figura 6. Muro tipo 3 19
Figura 7. Muro rampa: Sección tipo 1 21
Figura 8. Muro rampa: Vista longitudinal tramo LM 21
Figura 9. Rampa de acceso a sótano: Vista en planta 28
Figura 10. Perfil previo margen izquierda. 29
Figura 11. Perfil previo margen derecha 30
Figura 12. Perfil muro margen izquierda 30
Figura 13. Perfil muro margen derecha 31
Figura 14. Tramo N-O 31
Figura 15. Modulación grapas 32
Figura 16. Corbata muro 40cm 33
Figura 17. Distribución de distanciadores 333
Figura 18. Ubicación parales 35
Figura 19. Avance EM bodega mes 1 366
Figura 20. Avance EM bodega mes 2 37
Figura 21. Avance EM bodega mes 3 377
Figura 22. Avance instalación cubierta mes 1 38
Figura 23. Avance instalación cubierta mes 2 39
Figura 24. Avance instalación cubierta mes 3 40
Figura 25. Detalle denominación de barras de refuerzo 41
Figura 26. Longitud de traslapo 41
Figura 27. Detalle flejes en viga 42
Figura 28. Muros con enchape en casino 43
Figura 29. Planta arquitectónica - casino 45
Figura 30. Ladrillos de mampostería (a) H12 y (b) H9 45

Figura 31. Fachada norte - casino 46
Figura 32. Detalles arquitectónicos en modelo BIM 466
Figura 33. Modulación de mampostería en casino. 47
Figura 34. Interferencia viga concreto-metálica 47
Figura 35. Mampostería con ajustes 48
Figura 36. Eliminación 2e interferencia..... 48
Figura 37. Inicio instalación cubierta ala corta 51
Figura 38. Inicio instalación ala larga..... 51
Figura 39. Vista panorámica de cubierta instalada 511
Figura 40. Vista aérea de instalación cubierta 511

Resumen

Título: Práctica empresarial en el CONSORCIO PLANTA INDUSTRIAL PENAGOS HERMANOS para el control de obra en la construcción de una planta en la zona industrial Guatiguará, Piedecuesta*

Autor: RUBÉN PRADA AVELLANEDA**

Palabras claves: Gestión, Control, Presupuesto, Cronograma, Cantidades de material, Modelo BIM, Modulación.

Descripción:

La gestión de proyectos de construcción es parte fundamental para llevar al éxito cada uno de los proyectos, esta se basa en controlar tres aspectos claves: El cronograma (tiempo de duración de las actividades), presupuesto (Recursos disponibles para el desarrollo del proyecto) y el alcance (los objetivos o entregables del proyecto). Teniendo en cuenta la importancia de la gestión de proyectos en el sector civil, se aplica esta metodología durante la ejecución del proyecto de construcción de la nueva planta industrial para Penagos Hermanos & cia S.A.S. La participación en este proyecto se realiza durante la ejecución de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil del Consorcio Planta Industrial PH (Asociación entre OTACC S.A.S. y CAG S.A.S), mediante el apoyo en la gestión, control y seguimiento de actividades de obra. En este documento se describen las principales características del proyecto, así como las actividades realizadas en el marco de la práctica empresarial como son el cálculo de materiales de obra, control de actividades de obra por medio de revisión de detalles constructivos y la cuantificación de rendimientos, apoyo en procesos de actualización de presupuesto y documentación de proyecto y al mismo tiempo en la redacción de informes de avance de obra.

*Trabajo de grado

**Facultad de ingenierías fisicomecánicas, Escuela de ingeniería civil. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes. Doctor en ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica.

Abstract

Title: Business practice at CONSORCIO PLANTA INDUSTRIAL PENAGOS HERMANOS for the control of the construction of a plant in the industrial zone of Guatiguará, Piedecuesta*.

Author: Rubén Prada Avellaneda**

Keywords: Project management, Check, Cost, Schedule, Material quantity, BIM model, Modulation.

Description:

Construction's project management is a fundamental part of the success of each project, which is based on controlling three key aspects: project schedule (time duration of activities), cost (resources available for the development of the project) and scope (the objectives or deliverables of the project). Considering the importance of project management in the civil sector, this methodology is applied during the execution of the construction project of the new industrial plant for Penagos Hermanos & cia S.A.S. The participation in this project is carried out during the internship program as civil engineering assistant of the Consorcio Planta Industrial PH (Association between OTACC S.A.S. and CAG S.A.S), through the support in the management, control and monitoring of construction activities. This document describes the main characteristics of the project, as well as the activities performed as part of the internship, such as the calculation of construction materials, control of activities through the review of construction details and quantification of performance, support in budget updating processes and project documentation and at the same time in the drafting of work progress reports.

*Degree work
**Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes. Ph.D. in ground engineering, cartography and geophysics.

Introducción

En Colombia, durante la pandemia de COVID 19, el agro fue uno de los sectores que mantuvo cifras positivas en su crecimiento económico, alcanzando un aumento del 3.8% en el segundo trimestre de 2021 y las exportaciones del sector agrícola incrementaron un 16.2% durante el primer trimestre del mismo año (Red de Comunicaciones - MINAGRICULTURA, 2021). El crecimiento del agro no solo destaca a nivel nacional, sino que a nivel mundial la OCDE prevé un crecimiento del 15% entre el año 2019 y 2028 (OCDE/FAO, 2019).

Este crecimiento genera la necesidad de reforzar la producción de maquinaria agroindustrial especializada que facilite el trabajo de los campesinos, para aumentar su productividad y rendimiento económico.

Penagos Hermanos Y Cia S.A.S. es una empresa Colombiana con 130 años de experiencia en la producción de maquinaria agroindustrial (Penagos Hermanos, 2021) como trapiches, despulpadoras, picadoras, ensiladoras, desgranadoras, lavadores de café, ecomil's, entre otras. (Penagos Hermanos, 2019). Debido al incremento en la demanda de maquinaria, Penagos Hermanos se vio en la necesidad de trasladar y ampliar su bodega de producción y almacenamiento, y por tal motivo ha decidido construir una nueva planta industrial con el objetivo de satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Penagos ha contratado a la empresa OTACC S.A. la cual se ha aliado con CAG S.A.S. para formar así el Consorcio Planta Industrial PH que tiene como propósito principal el diseño y construcción de la nueva planta industrial que está compuesta por una bodega de 8000 m^2 en estructura de acero de aproximadamente 370 toneladas, una zona administrativa de 1500m^2 de un solo nivel en estructura de acero de 50 toneladas junto con un sótano para parqueadero en concreto reforzado de igual área. Adicionalmente, se construirá un casino para los trabajadores que cuenta

con un área de 500m^2 en estructura de acero de 20 toneladas. Asimismo, se construirá un tanque para almacenamiento de agua con capacidad de albergar hasta 439m^3 de agua dividido en 4 cubículos: 331 m^3 para red contra incendios, 37m^3 de agua recuperada de la red de recolección de aguas lluvias, 71 m^3 para red de agua potable y un cuarto de máquinas y bombas.

El desarrollo de la practica empresarial en el Consorcio Planta Industrial PH se orientó en el apoyo a la gestión del proyecto, enfocándose en el control de tres aspectos claves como el tiempo de duración de las actividades (por medio del seguimiento de los rendimientos), el costo de las actividades (mediante el control en el presupuesto) y el alcance final de las actividades (por medio del control en los detalles expuestos en los diseños arquitectónicos y estructurales).

1. Objetivos.

1.1. Objetivo general.

Apoyar como auxiliar de ingeniería civil al Consorcio Planta Industrial PH en los procesos de gestión y control de la construcción de una Planta Industrial para la empresa Penagos Hermanos S.A.S.

1.2. Objetivos específicos

Realizar el control y seguimiento de las actividades de construcción del proyecto, a través de la cuantificación de rendimientos y la revisión directa en obra.

Apoyar los procesos de actualización del presupuesto de obra, modelos BIM y documentación requerida para la ejecución del proyecto.

Calcular las cantidades de material necesario para llevar a cabo las actividades requeridas en obra, con base en los diseños arquitectónicos y estructurales.

Apoyar en la elaboración de informes mensuales de obra.

2. La empresa.

El Consorcio Planta Industrial PH (A partir de ahora "**EL CONSORCIO**") está conformado por dos empresas: OTACC S.A.S. es una empresa santandereana con 55 años de experiencia, enfocada principalmente en la construcción de facilidades de Superficie en Oil & Gas, Desarrollos Inmobiliarios, Edificaciones, Plantas Industriales e Infraestructura Vial (OTACC S.A.S., 2017). Por otra parte, CAG S.A.S. es una empresa santandereana con cerca de 40 años de experiencia prestando servicios de diseño, construcción y estudios de factibilidad de proyectos de obra civil (CAG S.A.S., 2022).

EL CONSORCIO nace en 2017 gracias al interés de Penagos Hermanos & cia S.A.S. (A partir de ahora "**EL CLIENTE**") de trasladar su sede principal de operaciones del municipio de Girón a Piedecuesta.

3. Generalidades del proyecto

El 02 diciembre de 2019 se dio inicio al proyecto, en donde se contemplaba inicialmente la construcción de una bodega de 7000m^2, un edificio de 4 niveles para oficinas administrativas de 1500m^2, un casino de 500m^2 y un tanque de almacenamiento de 439m^3, dicho alcance tenía una duración por cronograma de obra de 13 meses (Fecha de entrega 01 de enero de 2021) y un presupuesto inicial de aproximadamente $25.000.000.000. La construcción comenzó realizando las actividades preliminares como descapote, ubicación de facilidades hidrosanitarias, levantamiento topográfico, instalación de campamentos provisionales y mejoramiento de vías de acceso. Posteriormente se iniciaron las labores de localización y replanteo de las cimentaciones de la bodega, zona administrativa y casino, para así realizar las respectivas excavaciones, armado de acero y vaciado de concreto.

El 21 marzo de 2020, el proyecto fue suspendido indefinidamente debido a la pandemia del COVID 19, periodo en el cual **EL CLIENTE** solicitó la modificación del alcance del proyecto,

debido a la alta demanda de sus productos, para ampliar la bodega de 7000m^2 a 8000m^2 y modificar la zona administrativa de 4 niveles a un solo nivel de oficinas, propuesta que fue aceptada por **EL CONSORCIO,** procediendo a realizar los respectivos ajustes a los diseños y generando un nuevo alcance con fecha de entrega el 23 de enero de 2022 y un presupuesto de $35.000.000.000.

Con este nuevo alcance, en abril de 2021 se retomó la construcción del proyecto, se terminó los vaciados de la estructura en concreto de la bodega, zona administrativa, casino y la construcción del 100% del tanque de almacenamiento de agua.

La fecha de entrega y presupuesto del proyecto se ha visto modificada por diversas problemáticas nacionales como el paro nacional en 2021 (Benotman, 2022) y problemáticas a nivel mundial como la crisis de contenedores a finales de 2021 e inicios de 2022 (Lesmes, 2022) y la actual incertidumbre de la economía mundial que ha generado un incremento en el valor del precio del dólar (Editorial La República S.A.S., 2022) generando sobrecostos y demoras en temas de importación de materias primas requeridos para la ejecución del proyecto. Actualmente la fecha de entrega estipulada es del 30 de noviembre de 2022 con un presupuesto de $48.000.000.000.

4. Descripción de actividades.

4.1. Cálculo de cantidades de material.

Para realizar el cálculo de las cantidades de material se tomó como base los planos suministrados por el diseñador y las especificaciones arquitectónicas solicitadas por el cliente. A continuación, se presentan cálculos tipo de diferentes materiales de obra.

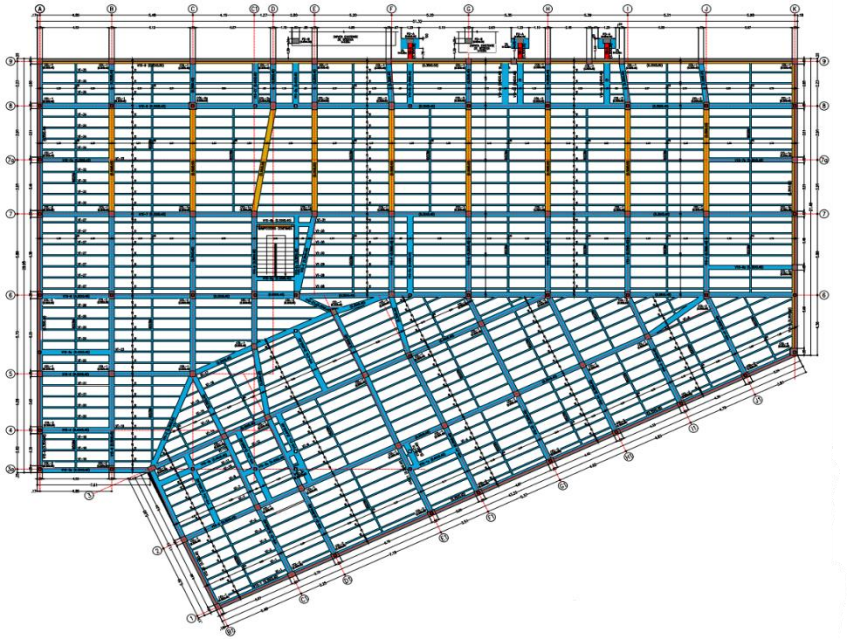
4.1.1. Concreto.

- Placa zona administrativa:

La placa de entrepiso de la zona administrativa está compuesta por una losa nervada con viguetas en una dirección, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1.

Planta estructural zona admin piso 1.

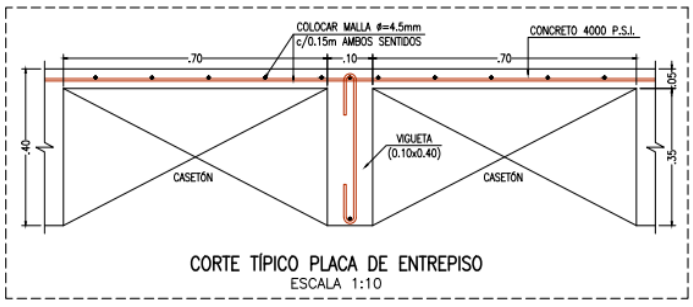


Adaptado de: Documentación del proyecto

La losa cuenta con diferentes secciones de vigas en toda su área, la sección de las viguetas y las riostras es de 0.10x0.40m como lo muestra la Figura 2 y la Figura 3 respectivamente.

Figura 2.

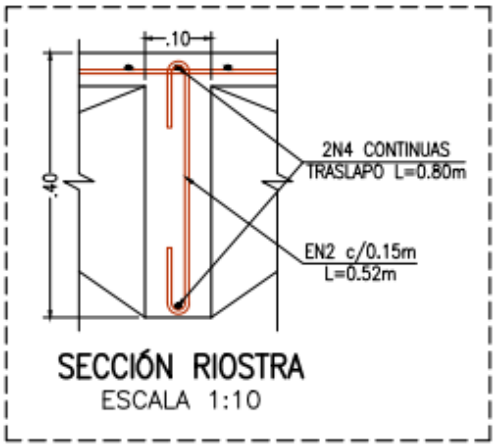
Sección vigueta



Adaptado de: Documentación del proyecto

Figura 3.

Sección riostra



Adaptado de: Documentación del proyecto

Para el cálculo de la cantidad de concreto de la placa de la zona administrativa, se tomó como base la Figura 1 y se calculó la longitud de vigas, viguetas y riostras de acuerdo con cada una de las secciones y el área de loseta dando como resultado la ***Tabla 1***.

Tabla 1.

Longitud de elementos por ST

Elemento	Sección	Longitud (m)
Viga	0.30x0.40	29,6
Viga	0.35x0.40	498,55
Viga	0.40x0.40	72,61
Viga	0.50x0.40	2,87
Viga	0.35x0.50	2,14
Vigueta	0.10x0.40	1701,17
Riostra	0.10x0.40	226,88
Loseta	H= 0.05	1589,82 m^2

Posterior a esto, se multiplicó dicha longitud por el área transversal del elemento, teniendo en cuenta que se restaron 5cm de altura del elemento debido a que este volumen se tendrá en cuenta con el espesor de la loseta.

Tabla 2.

Volumen de concreto - placa zona admin

Elemento	Sección	Longitud (m)	Volumen (m^3)
Viga	0.30x0.40	29,6	3,11
Viga	0.35x0.40	498,55	61,07
Viga	0.40x0.40	72,61	10,17
Viga	0.50x0.40	2,87	0,5
Viga	0.35x0.50	2,14	0,34
Vigueta	0.10X0.40	1701,17	59,54
Riostra	0.10X0.40	226,88	7,94
Loseta	H= 0.05	1589,82 m^2	79,49
		TOTAL	**222,16 m^3**

El volumen total calculado de concreto fue de 222.13 m^3.

Con base en este cálculo y asumiendo desperdicio teórico del 10% se realizó el pedido de 245.50 m^3 los cuales fueron reajustados durante el proceso de vaciado llegando a 250 m^3 para un desperdicio real del 12.6%. Este desperdicio es elevado ya que por lo general para este tipo de estructuras ronda entre el 5% y 10% pero se pudo haber generado por los equipos usados durante el vaciado (Bomba estacionaria y no autobomba) y por el sistema de soporte (Casetones de madera). Al mismo tiempo, la cantidad de concreto extra (No previsto) fue de 4.50 m^3 lo cual para una estructura de 1500m^2 es bajo.

- Muros de contención

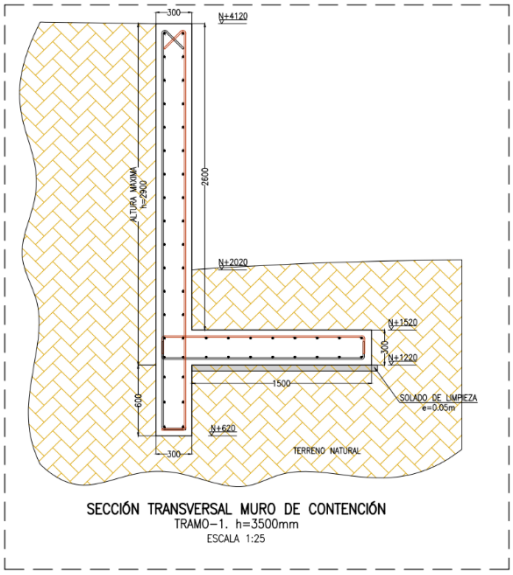
Como parte del cerramiento del proyecto se planteó la construcción de un muro de contención de aproximadamente 247.5ml en el costado norte del proyecto. Por facilidad en la construcción, el muro fue dividido en tramos de 7.5m, cada uno de estos tramos se vació en 2

partes, en una primera parte se realizó el vaciado de la zarpa (zapata) y en una segunda parte lo correspondiente al vástago. Con el objetivo de garantizar las respectivas dilataciones en el muro se decidió realizar vaciados intermedios, es decir, cada uno de los tramos se iban vaciando de forma intercalada garantizando así el correcto fraguado.

El muro de contención cuenta con 3 diferentes secciones transversales como se muestra en la **Figura *4***, **Figura *5*** y **Figura *6***

Figura 4.

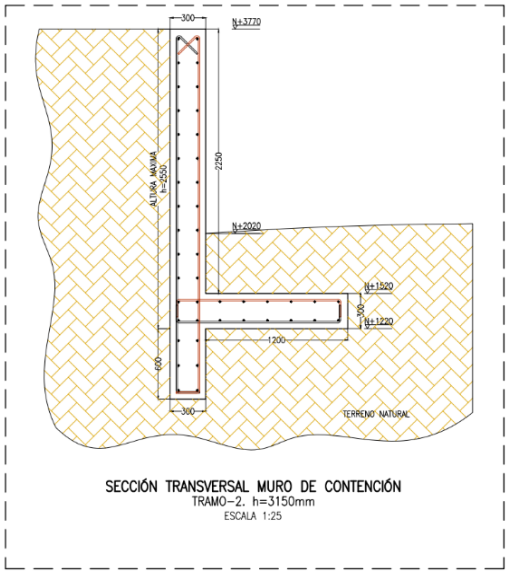
Muro tipo 1



Adaptado de: Documentación del proyecto

Figura 5.

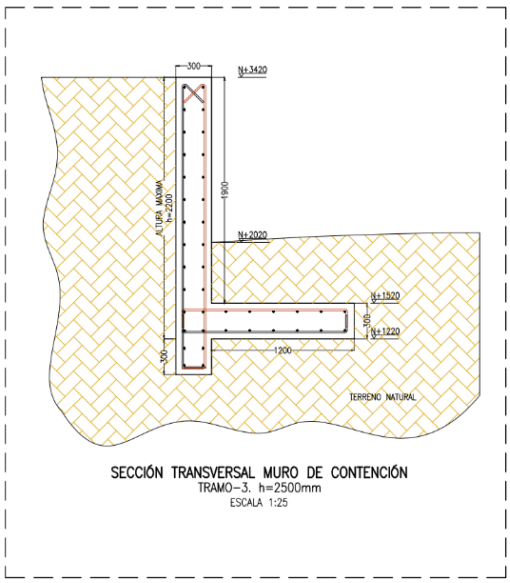
Muro tipo 2



Adaptado de: Documentación del proyecto

Figura 6.

Muro tipo 3



Adaptado de: Documentación del proyecto

A lo largo de los 250ml se presentan 33 tramos, como calculo tipo se determinó la cantidad de concreto de un tramo de 7.5m el cual cuenta con una sección tipo 1 (**Figura *4***) y una altura libre de vástago de 2.6m. El volumen de la zarpa incluyendo el tacón corresponde a:

$$Vz = Atz * L$$

$$Vz = (0.6x0.3 + 1.8x0.3) * 7.5$$

$$Vz = 5.4m^3$$

Y el volumen del vástago:

$$Vv = Atv * L$$

$$Vv = 0.3x2.6 * 7.5$$

$$Vv = 5.85m^3$$

Para un volumen total de dicho tramo es de $Vt = 11.25m^3$

4.1.2. Acero de refuerzo

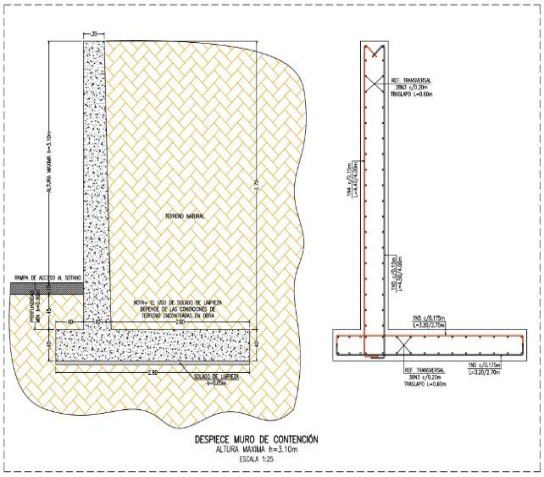
- Muro de contención para rampa de acceso al sótano

Para determinar la cantidad de barras de acero de refuerzo se realizó el cálculo teniendo en cuenta que el proveedor solo cuenta con disponibilidad de barras de 12m de longitud.

El diseño estructural muestra su sección tipo conforme a los niveles y alturas requeridos por arquitectura.

Figura 7.

Muro rampa: Sección tipo 1



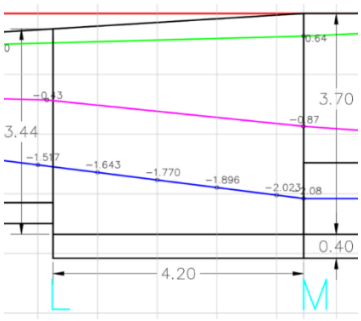
Adaptado de: Documentación del proyecto

Con base en la modulación descrita en la apartado

4.2. Modulación de elementos estructurales. y en la sección tipo, se determinó la cantidad de acero estructural. Como calculo tipo se presenta el tramo LM el cual cuenta con una longitud de 4.20m, un nivel de implantación de NE - 3.08, ancho de zarpa de 2.80m y una altura de vástago variable donde la altura máxima es de 3.70m (NE + 1.02) y altura mínima de 3.44m (NE + 0.76).

Figura 8.

Muro rampa: Vista longitudinal tramo LM



Como primer paso se identifica que en la **Figura *7*** el recubrimiento es de 5cm.

- Refuerzo transversal de zapatas:

Según se muestra en la **Figura *7***, el acero transversal cuenta con dos filas de acero N5, cada una de ellas cuenta con dos ganchos tipo escuadra (90°) de 25cm de longitud cada uno y una longitud de cuerpo igual a:

$$Lc = Ltzarpa - 2 * r$$

$$Lc = 2.80 - 2 * 0.05$$

$$Lc = 2.70m$$

Por lo que la longitud de la barra total es de 3.20m.

Dicho acero de refuerzo está espaciado cada 17.5cm tanto superior como inferior, por lo que la cantidad de barras N5 [3.20/2.70] se determina así:

$$Cant = \frac{Lzarpa - 2 * r - \emptyset}{s} * \#filas$$

$$Cant = \frac{4.20 - 2 * 0.05 - 0.159}{0.175} * 2$$

$$Cant = 45.04 \approx 46\ barras$$

Se aproxima al par superior más cercano con el fin de garantizar que la capa inferior y superior cuenten con la misma cantidad de barras (23 c/u).

Ahora se calcula la cantidad de barras N5 x 12m requeridas para realizar el respectivo figurado.

$$Cantxbarra = \frac{12}{3.20} = 3.75$$

Por cada barra de 12m se puede realizar el figurado de 3 barras N5 3.20/2.70, por lo tanto:

$$Cantx12m = \frac{46}{3} = 15.33 \approx 16\ barras\ N5x12m$$

Para realizar el figurado del refuerzo transversal de la zarpa es necesario contar con 16 barras N5x12m.

- Refuerzo longitudinal de zapatas:

Como se muestra en la **Figura *7*** el refuerzo longitudinal de las zapatas cuenta con una denominación N3 y se adoptarán ganchos a 180° de 15cm de longitud.

$$Lc = Llzarpa - 2 * r$$

$$Lc = 4.20 - 2 * 0.05$$

$$Lc = 4.10m$$

Por lo que la longitud total de la barra es de 4.40m.

Según la **Figura *7*** la cantidad de refuerzo longitudinal es de 30 barras (30N3 4.40/4.10).

Ahora se calcula la cantidad de barras N3 x 12m requeridas para realizar el respectivo figurado.

$$Cantxbarra = \frac{12}{4.40} = 2.73$$

Por cada barra de 12m se puede realizar el figurado de 2 barras N3 4.40/3.10, por lo tanto:

$$Cantx12m = \frac{30}{2} = \ 15\ N3x12m$$

Para realizar el figurado del refuerzo longitudinal de la zarpa es necesario contar con 15 barras N3x12m.

- Refuerzo longitudinal de vástago:

El figurado del refuerzo longitudinal del vástago es igual al refuerzo longitudinal de la zarpa. (N3 4.40/4.10)

Según la **Figura *7***, la separación del refuerzo longitudinal es cada 20cm, por lo tanto:

$$Cant = \frac{Lvastago - 2 * r - \emptyset}{s} * \#filas$$

$$Cant = \frac{3.44 - 2 * 0.05 - 0.095}{0.20} * 2$$

$$Cant = 32.55 \approx 34\ barras$$

Ahora se calcula la cantidad de barras N3 x 12m requeridas para realizar el respectivo figurado.

$$Cantxbarra = \frac{12}{4.40} = 2.73$$

Por cada barra de 12m se puede realizar el figurado de 2 barras N3 4.40/3.10, por lo tanto:

$$Cantx12m = \frac{34}{2} = \ 17\ N3x12m$$

Para realizar el figurado del refuerzo longitudinal del vástago es necesario contar con 17 barras N3x12m.

- Refuerzo transversal de vástago:

Como la altura del vástago es variable es necesario realizar el figurado del acero de refuerzo conservando la pendiente de la corona del muro.

Según la **Figura *7***, la denominación del refuerzo transversal en la cara intradós es N4 cada 15cm, por lo tanto:

$$Cant = \frac{Lmuro - 2 * r - \emptyset}{s}$$

$$Cant = \frac{4.20 - 2 * 0.05 - 0.125}{0.15}$$

$$Cant = 26.5 \approx 27\ barras$$

La variación de longitud entre cada barra está dada por:

$$\Delta = \frac{H - h}{cant}$$

$$\Delta = \frac{3.70 - 3.44}{27} = 0.0097$$

La menor longitud de barra de refuerzo es:

$$Lmenor = h - 2 * r + Lganchos$$

$$Lmenor = 3.44 - 2 * 0.05 + 0.40 = 3.74$$

Las longitudes se resumen en la **Tabla *3***, teniendo en cuenta que dichas longitudes incluyen la longitud de gancho.

Tabla 3.

Longitudes de barras de refuerzo transversal - intradós.

Para calcular la cantidad de barras rectas de 12m se toma una longitud promedio.

$$Cantxbarra = \frac{12}{3.865} = 3.10 \approx 3$$

Por cada barra de 12m se puede realizar el figurado de 3 barras N4, por lo tanto:

$$Cantx12m = \frac{27}{3} = \ 9\ N4x12m$$

Para realizar el figurado del refuerzo transversal de la cara intradós del vástago es necesario contar con 9 barras N4x12m.

Para la cara trasdós se debe tener en cuenta que la denominación es N5 y longitud total de ganchos de 0.50m, realizando el mismo procedimiento se consiguen las longitudes mostradas en la Tabla 4

Tabla 4.

Longitudes de barras de refuerzo transversal - trasdós

Longitudes de barras de refuerzo transversal cara trasdós								
3,84	3,85	3,86	3,87	3,88	3,89	3,9	3,91	3,92
4	4	3,99	3,98	3,97	3,96	3,95	3,94	3,93
4,01	4,02	4,03	4,04	4,05	4,06	4,07	4,08	4,09

Para calcular la cantidad de barras rectas de 12m se toma una longitud promedio.

$$Cantxbarra = \frac{12}{3.965} = 3.02 \approx 3$$

Por cada barra de 12m se puede realizar el figurado de 3 barras N5, por lo tanto:

$$Cantx12m = \frac{27}{3} = \ 9\ N5x12m$$

Para realizar el figurado del refuerzo transversal de la cara trasdós del vástago es necesario contar con 9 barras N5x12m.

Finalmente, las cantidades de barras de 12m de longitud se resumen a continuación:

Tabla 5.

Resumen cantidades de barras de refuerzo.

Denominación	**Cantidad**	**Ubicación**
N5	25	Refuerzo transversal en zarpa y vástago
N4	9	Refuerzo transversal vástago
N3	32	Refuerzo longitudinal zarpa y vástago

Después de realizar dicho proceso con cada tramo de muro se obtuvo como total:

Tabla 6.

Consolidado cantidades barras de refuerzo

Tipo	Cantidad
Varilla N5 x12m	261
Varilla N4 X12m	129
Varilla N3 X12m	297

4.2. Modulación de elementos estructurales.

La modulación es el proceso por medio del cual se determinan y calculan las cantidades de los diferentes componentes de formaleta requeridos para realizar los procesos constructivos de los diferentes elementos.

Entre los principales componentes, los cuales se van a modular, se encuentran:

- Formaletas metálicas (comúnmente conocidas latas): Son paneles metálicos rectangulares de largo 1.20m y ancho variable (entre 5cm y 60cm).
- Grapa (chapeta): Es usada para garantizar la unión entre paneles metálicos.
- Distanciador (corbata): Platina metálica usada para garantizar el ancho de muros. Las corbatas traspasan los paneles de lado a lado y se fijan al panel por medio de un pin.
- Pin: Su función es sujetar los distanciadores a la formaleta.
- Alineador: Como su nombre lo indica, se usa para dar un correcto alineamiento a una serie de paneles conectados entre sí.
- Tensor: Accesorio para sujetar los alineadores a la formaleta.
- Paral: Elemento metálico usado como apuntalamiento de la estructura soportando el peso del encofrado.

Otros componentes que conforman los encofrados son los ángulos, palomeras, cerchas, rinconeras, andamios, entre otros.

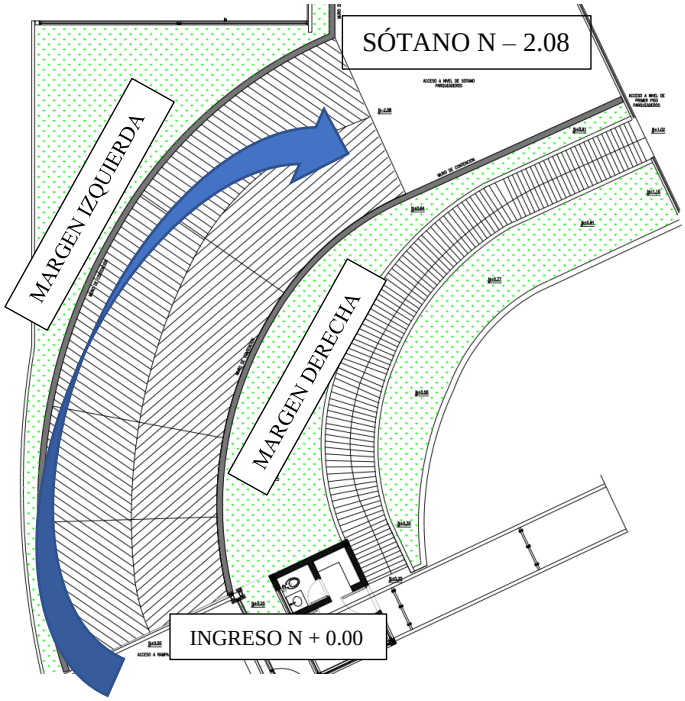
La modulación se realizó para los muros de contención de la rampa de acceso al sótano de la zona administrativa, los cuales cuentan con las siguientes características:

- Sección transversal variable.
- Nivel de terminado (corona) variable.
- Nivel de implantación variable.
- El muro (en sentido longitudinal) es curvo.
- Longitud de desarrollo de la rampa es de L= 21.48m

Para iniciar la modulación se debe tener en cuenta las condiciones, requisitos y especificaciones solicitadas por arquitectura.

Figura 9.

Rampa de acceso a sótano: Vista en planta



Adaptado de: Documentación del proyecto

A continuación, se procede a realizar un perfil longitudinal con el objetivo de terminar los posibles niveles de implantación y corona de cada tramo y así poder iniciar la modulación del muro de contención en cada margen. Para realizar el perfil se requiere contar con la pendiente de la rampa de acceso, el perfil longitudinal del terreno "actual" (para determinar alturas a excavar o rellenar) y el perfil longitudinal de niveles arquitectónicos propuestos.

La pendiente de la rampa de acceso viene dada por:

$$m_{rampa} = \frac{\Delta Y}{L}$$

$$m_{rampa} = \frac{0 - 2.08}{21.48}$$

$$m_{rampa} = -9.68\%$$

El perfil del terreno actual fue determinado por medio de un levantamiento topográfico y los niveles de relleno a contener fueron suministrados en los planos arquitectónicos.

Una vez tabulada dicha información se obtienen los siguientes perfiles:

Figura 10.

Perfil previo margen izquierda.

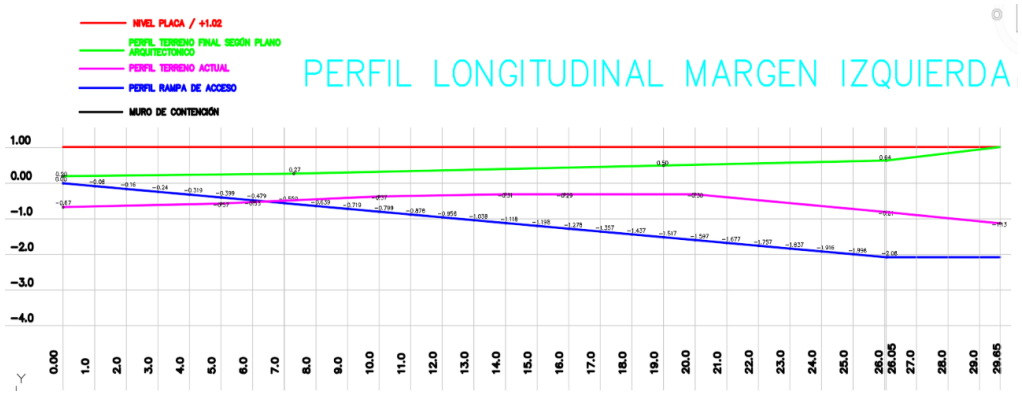
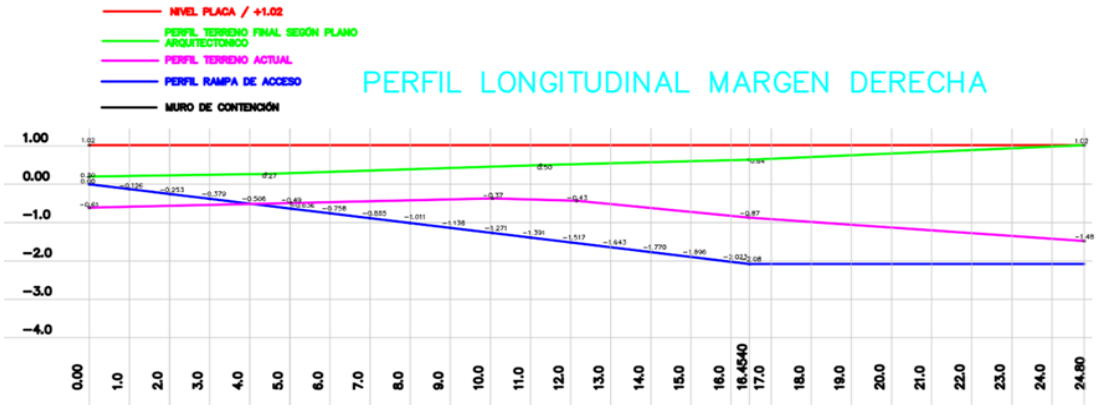


Figura 11.

Perfil previo margen derecha



Como se evidencia en la sección trasversal (**Figura *7***) se debe asegurar una altura de relleno de 60cm y al mismo tiempo garantizar que la corona sobresalga 20cm del terreno arquitectónico. Con el objetivo de controlar el alineamiento curvo se propuso dividir en tramos de 4.20m.

Figura 12.

Perfil muro margen izquierda

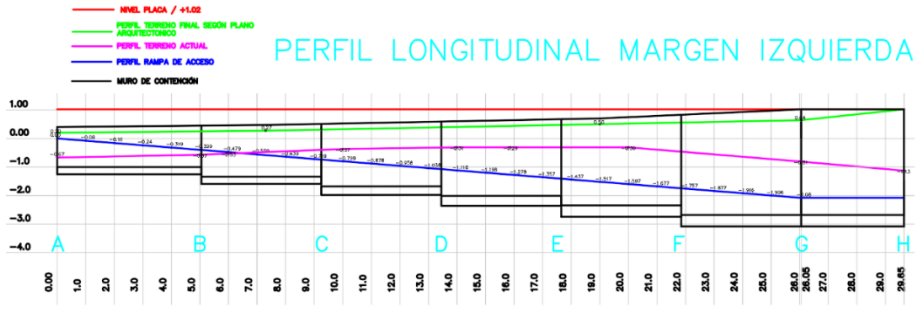
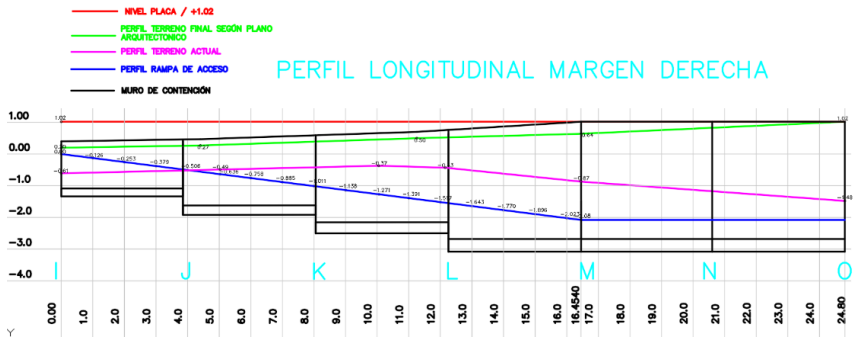


Figura 13.

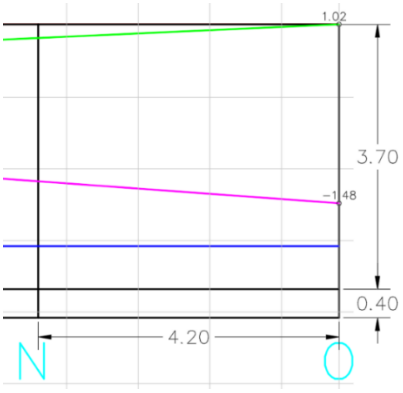
Perfil muro margen derecha



Como calculo tipo se modulará el tramo N-O (Sección Tipo 1, ver **Figura *7***)

Figura 14.

Tramo N-O

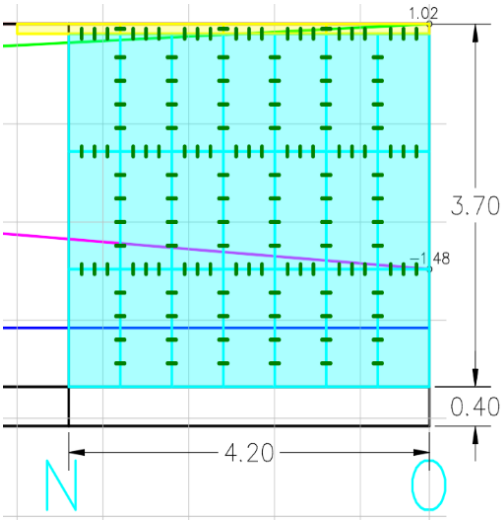


- Formaleta metálica: Se usaron latas de 60x1.20, las cuales se modularon en 3 filas de 7 paneles (base de 60cm y altura de 1.20m) cada una, logrando así cubrir un área de 4.20x3.60m, el tramo de 10cm en la parte superior será cubierto con 4 paneles de 1.20x10. Esta modulación se realiza en cada cara del vástago, dando en total una cantidad de 42 módulos de 60x1.20 y 8 módulos de 1.20x10.
- Grapas: Para asegurar el correcto anclaje entre paneles se deben enlazar continuamente por medio de una grapa, la cual debe agregarse cada 30cm en sentido longitudinal y

cada 20cm en sentido vertical, es decir por cada lata de 60x1.20 se requieren 4 grapas a lo largo y 3 grapas a lo ancho para un total de 7 grapas por lata y para los módulos de 1.20x10 se requiere 1 grapa por modulo como se muestra en la Figura ***15***. Cada cara de muro requiere 302 chapetas, es decir 604 chapetas por muro.

Figura 15.

Modulación grapas



	Módulo de 60x1.20
	Módulo de 1.20x10
	Grapa

- Distanciadores: Se deben insertar 4 corbatas por modulo, 2 en la parte inferior y 2 en la parte superior. Como la sección es de ancho variable se requiere fabricar corbatas especiales para cada fila.

  La variación del ancho de muro viene dada por la expresión:

$$Ancho = 40 - 2.70 * H$$

A nivel de zapata (H=0) el ancho de muro es de 40cm. Las corbatas, por estándar de fabricación, son 6cm más largas que el ancho de muro y sus medidas se distribuyen como se muestra a continuación (ejemplo para muro con ancho de 40cm).

Figura 16.

Corbata muro 40cm

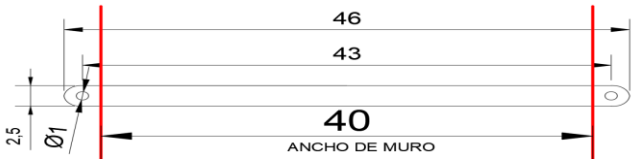


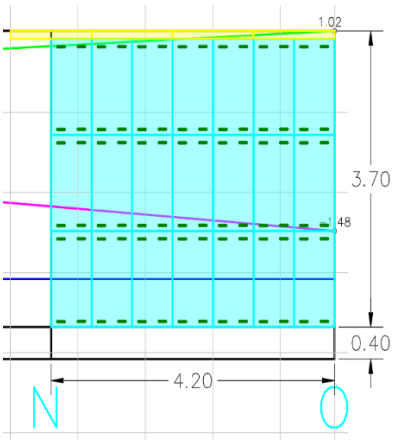
Tabla 7.

Dimensiones de distanciadores

Fila	H (m)	Ancho (cm)	Largo corbata (cm)
1	0	40	46
2	1,2	37	43
3	2,4	34	40
4	3,6	30	36

Figura 17.

Distribución de distanciadores



	Módulo de 60x1.20
	Módulo de 1.20x10
	Distanciador

Las cantidades de corbatas en cada fila son:

Fila 1 = 14 corbatas para muro de 40cm.

Fila 2 = 28 corbatas para muro de 37cm.

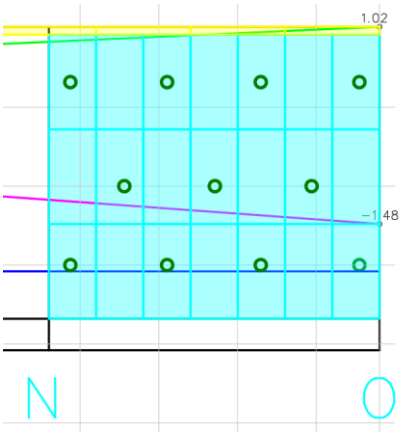
Fila 3 = 28 corbatas para muro de 34cm.

Fila 4 = 14 corbatas para muro de 30cm.

- Pin: Los pines se insertan en los agujeros de las corbatas asegurándolas a la formaleta. Por cada distanciador se debe hacer uso de dos pines, por lo tanto, se requieren 168 pines.
- Alineador: Se debe proveer de 2 filas (una superior y otra inferior) de alineadores por cada formaleta. Los alineadores más comunes son de longitud 2.40m y 3.60m por lo que en cada fila se agregó un alineador de 2.40m y otro de 3.60m traslapándolos 1.80m. En total se requiere 12 alineadores de cada uno por muro.
- Tensor: Se debe sujetar cada alineador por medio de un tensor ubicado cada 50cm. Para un alineado de 3.60m se requieren 7 tensores, mientras que para un alineador de 2.40m se requieren 5 tensores. Se requieren 12 tensores por fila, es decir, 144 tensores en total.
- Paral: Con el objetivo de retrancar o apuntalar la formaleta, se debe instalar un paral cada 2 paneles, así:

Figura 18.

Ubicación parales



Por lo tanto, se requieren 11 parales por cara, es decir 22 parales de 4m de longitud por cada muro.

A continuación, se muestra el resumen de la cantidad de formaleta requerida para construir el tramo N-O.

Tabla 8.

Cantidad de formaleta para tramo N-O

Tipo	Cantidad x muro
Paneles 60X1.20	42
Paneles 1.20X10	8
Grapas	604
Distanciador x 40cm	14
Distanciador x37cm	28
Distanciador x 34cm	28
Distanciador x 30cm	14
Pines	168
Alineador x 3.60m	12
Alineador x 2.40m	12
Tensor	144
Paral x 4m	22

4.3. Control de rendimiento.

Los rendimientos se controlaron registrando en cada jornada el avance realizado con el objetivo de cumplir el cronograma de actividades.

4.3.1. Rendimiento de instalación de estructura metálica bodega principal.

Antes de iniciar el proceso de instalación, el aliado presentó dentro de su propuesta el cronograma en el cual planteaban una duración estimada de 10 semanas de trabajo, lo cual, para el total de 370 toneladas representa un rendimiento de 6.17ton/día.

4.3.1.1. Mes 1. Se instalaron aproximadamente 115 toneladas en un total de 24 días laborados. Rendimiento mensual = 4.79ton/día. Conforme a los rendimientos planteados dicho peso se debió instalar en aproximadamente 19 días. Se presentó una demora de 5 días, de los cuales 2 días son atribuidos directamente a las condiciones climáticas de la zona y 3 días a demoras en la instalación.

Figura 19.

Avance EM bodega mes 1

4.3.1.2. Mes 2. Se instalaron aproximadamente 125 toneladas en un total de 24 días laborados. Rendimiento mensual = 5.21ton/día (total 240 toneladas y rendimiento 5 ton/día). A pesar de que se mejoró el rendimiento este no iguala al planteado inicialmente, se estima una

demora de cerca de 4 días de los cuales 1 día es atribuido a condiciones climáticas y 3 días a demoras del contratistas como lo son la puesta en obra de material y dificultades en obtener el equipos requeridos (Grúa telescópica).

Figura 20.

Avance EM bodega mes 2

4.3.1.2. Mes 3. Se instalaron aproximadamente 130 toneladas en un total de 24 días laborados. Rendimiento mensual= 5.42ton/día (Total 370 toneladas y rendimiento 5.14ton/día). En este último mes de instalación se obtuvo el mejor rendimiento con solo 3 días de retrasos los cuales se deben a condiciones climáticas de la obra.

Figura 21.

Avance EM bodega mes 3

4.3.2. Rendimiento de instalación de cubierta en bodega principal.

Al igual que en la instalación de la estructura metálica de la bodega, el aliado presentó dentro de su propuesta de trabajo una duración estimada de 7 semanas de trabajo, lo cual, para el total de 8000m^2 representa un rendimiento de 190m^2/día.

4.3.2.1. Mes 1. Se instalaron en total 2250m^2 de cubierta en 22 días trabajados con un rendimiento promedio de 102.27m2/día. Se estima una demora de 10 días los cuales se deben a que los paneles se elevaron de forma manual lo cual generó retrasos.

Figura 22.

Avance instalación cubierta mes 1

4.3.2.2. Mes 2. Se instalaron en total 34500m^2 de cubierta en 22 días trabajados con un rendimiento promedio de 156.82m2/día. En el segundo mes de instalación se hizo uso de un camión grúa para elevar la cubierta de una forma más rápida lo cual elevó sustancialmente el rendimiento

Figura 23.

Avance instalación cubierta mes 2

4.3.2.2. Mes 3. Se instalaron en total 2300m^2 de cubierta en 22 días trabajados con un rendimiento promedio de 104.55m2/día. En el tercer mes se realizó la elevación de la cubierta de forma manual, lo que generó un atraso de cerca de 10 días.

Figura 24.

Avance instalación cubierta mes 3

4.4. Control de detalles constructivos.

Para validar el cumplimiento de los detalles constructivos se realizó la retroalimentación de las especificaciones entregadas por el diseñador para posteriormente revisar en campo la correcta ejecución de los procesos constructivos.

Dentro de los controles realizados se revisó el armado de acero estructural, para lo cual se tomó como base los despieces entregados por el diseñador para posteriormente validar en campo dichos detalles. Con el objetivo de garantizar el cumplimiento de los planos estructurales se realizó la revisión de tres aspectos claves del proceso de armado de una placa de entrepiso:

4.4.1. Denominación de refuerzo

Se revisó que cada una de las barras de refuerzo fueran de la sección indicada por los planos garantizando así suministrar el refuerzo requerido.

Figura 25.

Detalle denominación de barras de refuerzo

4.4.2. Longitud de traslapo

La longitud de traslapo se garantizó por medio de la medición de su ubicación y longitud.

Figura 26.

Longitud de traslapo

4.4.3. Separación de estribos

Se realizó el control de la cantidad y la medición de la distancia entre estribos para validar con el despiece.

Figura 27.

Detalle flejes en viga

4.5. Actualización de presupuestos.

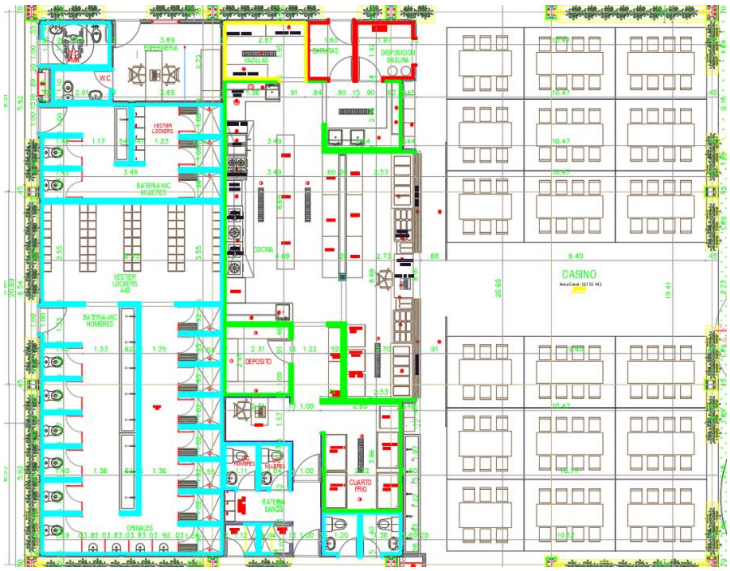
Para la actualización de los presupuestos se realizó el cálculo de las cantidades de obra conforme a los requerimientos arquitectónicos y estructurales. Posteriormente, se determinó el costo de fabricación, construcción e instalación por medio de cotizaciones con aliados o en consulta en bases de datos.

Como cálculo tipo se muestra la determinación de cantidades y la actualización de presupuesto para la instalación de pisos y enchapes para baños del casino. Como plan de construcción esta actividad será subcontratada, por lo que el costo final que se verá reflejado en el presupuesto será el resultado de las cantidades obtenidas por medio de los planos multiplicado por el precio por unitario del contratista que sea seleccionado.

Para el cálculo de área de enchape se determinó la longitud de muro para cada tipo de enchape y posteriormente se multiplicó dicha longitud por la altura efectiva de enchape, la cual según especificaciones arquitectónicas es de H=2.40m.

Figura 28.

Muros con enchape en casino



Adaptado de: Documentación del proyecto

Tabla 9.

Cantidad de enchape

Ubicación	Longitud [m]	Altura [m]	Área bruta [m2]
Baños, cuartos de aseo y lockers	169,78	2,4	411,39
Cocina, cuarto frío y deposito	58,56	2,4	140,54
Basuras	12,45	2,4	29,88
Vajillas	9,1	2,4	21,84
Total			603.66

Una vez calculadas las cantidades se inició el proceso de licitación en el cual se buscó que los diferentes aliados presentaran sus propuestas económicas de las cuales se revisó:

- Que los tiempos de entrega de los productos no generen atrasos en el cronograma de actividades.

- El costo total no supere lo presupuestado para dicha actividad.
- El resultado o alcance final se plantee de acuerdo con las especificaciones arquitectónicas. Con el fin de evitar retrocesos futuros es importante dejar estipulado la descripción de cada uno de los ítems especificando que incluye cada uno de ellos para así evitar no previstos que puedan generar retrocesos en obra.

Una vez seleccionado el contratista se determinó el nuevo costo de enchape en casino.

Tabla 10.

Costo instalación de enchape.

Ítem	Descripción	Und	Contratado		
			Cant.	Vr. Unitario	Vr. Total
1	Suministro e instalación de enchape tipo "Verona rectificada 30x60" en zona de casino. Incluye todo tipo de herramienta y/o equipo requerido para realizar dicha actividad. No incluye inspector de seguridad.	M2	603,66	$ 127.630	$ 77.045.126
	Subtotal				$ 77.045.126
	Admin			**7%**	$ 5.393.159
	Imprevistos			**2%**	$ 1.540.903
	Utilidad			**3%**	$ 2.311.354
	Iva sobre u			**19%**	$ 439.157
	Valor total				$ 86.729.698

Inicialmente se tenía estimado a fecha de 2021 un costo de $65.000.000, por lo que el nuevo presupuesto actualizado a 2022 presenta un sobre costo de $21.729.698.

4.6. Actualización modelos BIM.

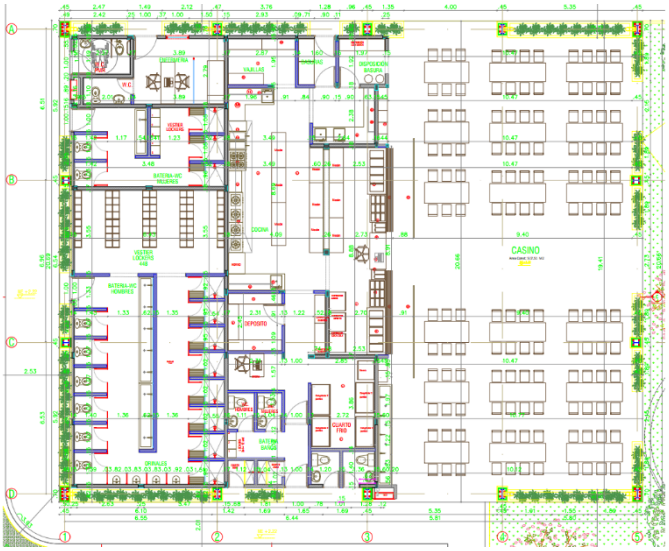
Los modelos BIM son una metodología de trabajo colaborativa la cual es usada principalmente para la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil. Centraliza toda la información de un proyecto en un modelo digital desarrollado por todos sus agentes, es

decir, en un mismo modelo se muestran todas las especialidades que tiene un proyecto de construcción (estructura, redes, acabados arquitectónicos, entre otros).

Para este caso se presentará la modulación de un tramo de muro de mampostería en ladrillo de cemento a la vista en la zona de casino, teniendo en cuenta las ubicaciones y niveles propuestos por arquitectura.

Figura 29.

Planta arquitectónica - casino

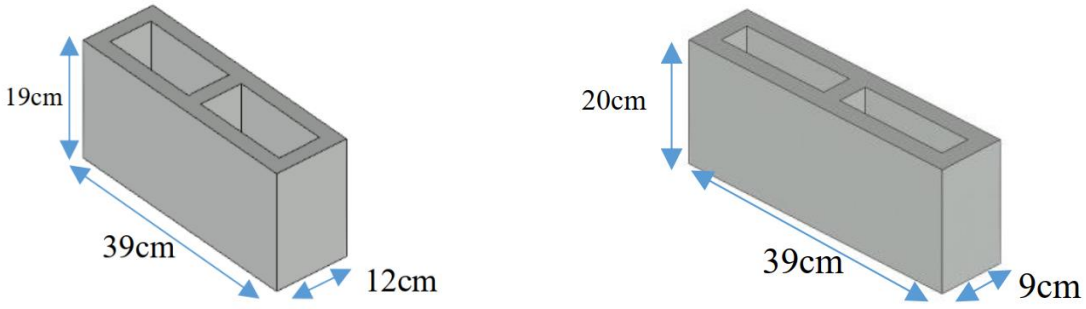


Adaptado de: Documentación del proyecto

Para iniciar la modulación se validaron las dimensiones de los ladrillos con el proveedor.

Figura 30.

Ladrillos de mampostería (a) H12 y (b) H9

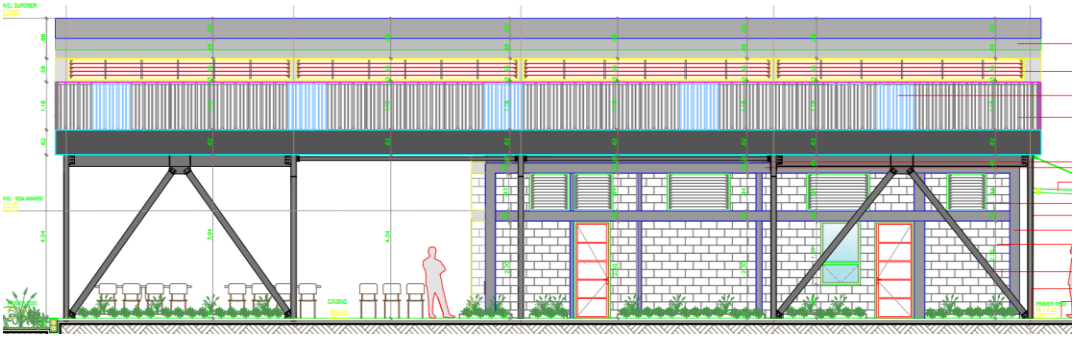


(a) *(b)*

Una vez validadas las dimensiones se procedió a modular iniciando por la fachada del eje norte.

Figura 31.

Fachada norte - casino

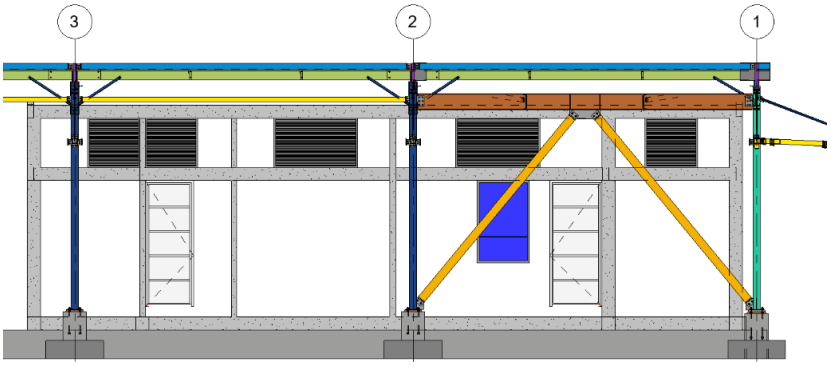


Adaptado de: Documentación del proyecto

Primero se ubicaron las columnas, vigas, puertas y ventanas conforme a los detalles arquitectónicos.

Figura *32*.

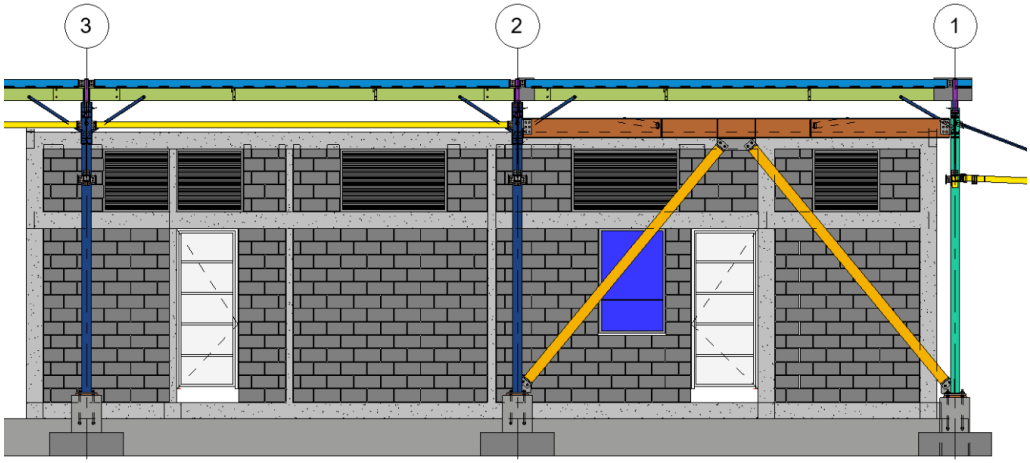
Detalles arquitectónicos en modelo BIM



Posteriormente se insertaron los ladrillos en el modelo de forma que se garantizará la ubicación de los elementos arquitectónicos y al mismo tiempo el ladrillo más pequeño no fuera inferior a 10cm de longitud. Obteniendo por resultado la siguiente modulación:

Figura 33.

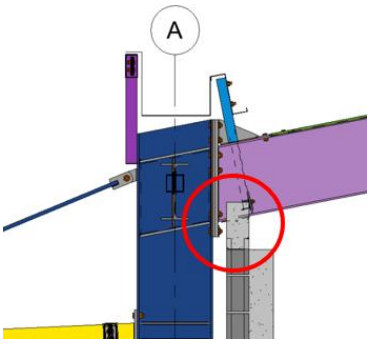
Modulación de mampostería en casino.



Después de realizar la modulación se detectó una interferencia entre la viga de remate de la mampostería y la viga de la estructura metálica como se muestra a continuación:

Figura 34.

Interferencia viga concreto-metálica



Por lo tanto, con el objetivo de garantizar que la mampostería sea independiente de la estructura metálica se decidió que el límite superior de la viga de remate sea N+5.72, así.

Figura 35.

Mampostería con ajustes

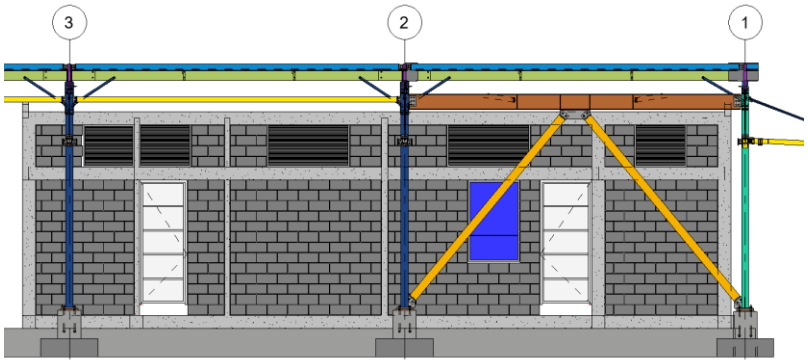
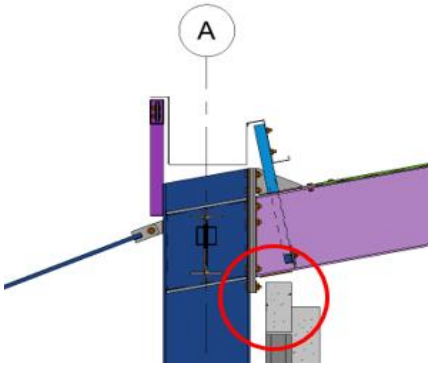


Figura 36.

Eliminación de interferencia



4.7. Informes mensuales al cliente.

Con el objetivo de generar un seguimiento mensual del rendimiento y avance de obra los cuales son validados en campo por **EL CLIENTE** mediante la participación de la interventoría de obra. La presentación de informes cobra gran importancia ya que por medio de ellos la interventoría junto con **EL CLIENTE** puede evaluar los avances en el alcance, cronograma y presupuesto (Los dos últimos ítems no son parte del alcance del presente proyecto) y poder reevaluar, en conjunto con **EL CONSORCIO**, futuras reinversiones o modificaciones en los tiempos de entrega y alcance del proyecto.

En la elaboración de los informes se relacionan dos aspectos claves de obra:

- Personal en obra:
    - Personal administrativo: Equipo de ingeniería, equipo de contabilidad, inspector de seguridad e interventoría.
    - Personal operativo: Maestro de obra, almacenista, topógrafo, oficiales y ayudantes.
    - Personal de contratistas: Se reporta la cantidad de personal con la que cuenta cada uno de los aliados.

A continuación, se presenta tabla resumen donde se relacionan el personal en obra en cada uno de los cargos durante de mayo.

Tabla 11.

Personal de obra

Cargo	Cantidad
Personal operativo	
Maestro de obra	1
Topografía	1
Almacenista	1
Oficiales	4
Ayudantes	10
Personal administrativo	
Equipo de ingeniería	3
Equipo de contabilidad	2
Inspector de seguridad	1
Interventoría	1
Personal de contratistas en obra	
Seguridad	1
Contratista instalación de casino	2
Contratista mampostería	5
Contratista instalación de cubierta	15
Contratista movimiento de tierra	2
Total	**49**

- Avance de las actividades

Dentro de esta sección se presenta al cliente el avance de obra de cada uno de los frentes de trabajo junto con un registro fotográfico.

- Cubierta zona de casino:

  La cubierta de la zona del casino está compuesta por dos tipos de cubierta: La primera es un tipo de teja opaca la cual ocupa 400m^2 y una segunda cubierta traslucida la cual cubre un área de 100m^2.

  La instalación tuvo una duración de 4 días de trabajo con un rendimiento de 125m^2/día, similar al obtenido en la instalación de la cubierta de la bodega principal.

Tabla 12.

Tabla avance de obra para informe

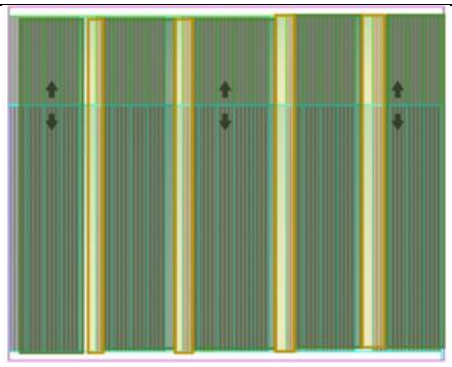
Instalación de cubierta en zona de casino	
	Instalación de 400m^2 de teja opaca Instalación de 100m^2 de cubierta traslucida

Figura 37.

Inicio instalación cubierta ala corta

Figura 38.

Inicio instalación ala larga

Figura 39.

Vista panorámica de cubierta instalada

Figura 40.

Vista aérea de instalación cubierta

5. Conclusiones

Para lograr el éxito en un proyecto de construcción se debe realizar un adecuado trabajo en la gestión de este, es decir, lograr una estimación idónea del costo del proyecto, el cual queda plasmado en el presupuesto de obra, de la duración de las actividades, por medio del cronograma de obra, y la determinación de un objetivo o alcance del proyecto.

La actualización de los presupuestos de cada una de las actividades es un procedimiento por medio del cual se puede estimar el sobrecosto de cada actividad con respecto al presupuesto

base. Inicialmente el proyecto contaba con un presupuesto estimado de $25.000.000.000 el cual se ha visto modificado por el nuevo alcance solicitado por el cliente, la incertidumbre de la economía global ha generado el aumento del valor de la materia prima requerida para ejecutar las actividades de obra, como es el caso del enchape en la zona del casino el cual tenía un costo inicial proyectado a 2021 de $65.000.000 el cual ajustado a precios de 2022 aumentó $21.729.698. Por todo lo anterior el nuevo presupuesto se elevó a $48.000.000.000. Al mismo tiempo, por medio de esta actividad se validó la importancia de determinar y especificar el alcance de cada entregable con el objetivo de evitar retrocesos en obra generados por la instalación o fabricación de estructuras o elementos no conformes con las especificaciones arquitectónicas y estructurales.

El control y actualización constante del cronograma de actividades es de vital importancia para evitar retrasos o demoras en las fechas de finalización de cada entregable. Durante el desarrollo de la práctica se efectuó el control del cronograma por medio del seguimiento de actividades, cuantificando los rendimientos obtenidos para así computarlos con los rendimientos o duraciones estimadas logrando así evidenciar retrasos en la instalación de la estructura metálica de la bodega principal, en donde se tenía programada una duración de 10 semanas y finalmente se obtuvo uno duración de instalación de 12 semanas. Estos retrasos fueron generados principalmente por demoras en el envío de material a obra, dificultades para obtener grúa telescópica para el izaje de la estructura y por las condiciones climáticas del proyecto que dificultaba el trabajo seguro en alturas. En general, el proyecto tenía estimada una duración inicial de 13 meses y actualmente se estima una duración de 25 meses.

La validación en campo de los detalles y especificaciones constructivas forman parte fundamental del desarrollo de cada actividad constructiva y es por medio de este proceso que se garantiza la seguridad estructural.

El uso de la tecnología del software REVIT en actividades de construcción juega un papel muy valioso en la proceso de concepción de un proyecto de obra civil ya que este esta herramienta es multidisciplinaria lo que facilita la detección de interferencias entre cada una de las especialidades de un proyecto. Durante el desarrollo de la práctica y haciendo uso de este programa se logró identificar interferencias entre dos especialidades: arquitectura e ingeniería civil (Estructura metálica), las cuales fueron resueltas antes de iniciar dichas actividades y así evitar un retroceso en el desarrollo de la obra.

La estimación de cantidades de material es un aspecto elemental para evitar sobrecostos en el proyecto ya que ayuda a controlar el desperdicio y a realizar solitudes de materiales más exactas. En el transcurso de la práctica se estimó y solicitó el concreto requerido para el vaciado de la placa de entrepiso de la zona administrativa con una alta precisión ya que la cantidad no prevista fue de $4.50m^3$ en $245.50m^3$ (1.83%). Dentro de la estimación de cantidades se encuentra el cálculo de formaleta requerida el cual se realiza mediante la modulación de elementos estructurales formando parte fundamental en el proceso constructivo, para realizar dicha tarea es importante contar con la documentación del proyecto (Diseño arquitectónico y estructural).

Durante la elaboración de informes de avance de obra se logra evidenciar y cuantificar el avance real de cada una de las actividades que se realizan durante el mes. Estos indicadores ayudan al **CLIENTE** a conocer el avance real del proyecto y a tomar medidas respecto al alcance, presupuesto y fechas de entrega.

Referencias bibliográficas

Benotman, A. (2022, 29 abril). *28 de abril de 2021: una fecha que sacudió la historia reciente de Colombia*. France 24. https://www.france24.com/es/am%C3%A9rica-latina/20220429-aniversario-protestas-pano-nacional-colombia

CAG S.A.S. (2022). *Nosotros*. cag.net. https://cag.net/#nosotros

Editorial La República S.A.S. (2022, 12 julio). *Alza del dólar por encima de $4.500 afectaría 20% de la canasta básica*. Diario La República. https://www.larepublica.co/finanzas/alza-del-dolar-por-encima-de-4-500-afecta-20-de-la-canasta-basica-3401643

Lesmes, L. (2022, 31 enero). *El impacto de la crisis de contenedores podría ir hasta 2023*. Portafolio.co. https://www.portafolio.co/revista-portafolio/el-impacto-de-la-crisis-de-contenedores-podria-ir-hasta-2023-561156

OTACC S.A.S. (2017). *Conócenos | Nosotros | OTACC S.A. - Ingeniería & Construcción*. Otacc - Ingeniería & Construcción. https://www.otacc.com/s8/nosotros/conocenos

OCDE/FAO (2019), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028, OECD Publishing, París/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es.

Penagos Hermanos. (2019). *Nuestros productos*. https://www.penagos.com/categoria-producto/picadoras-y-ensiladora/

Penagos Hermanos. (2021, 21 julio). *Quiénes somos*. Recuperado 20 de junio de 2022, de https://www.penagos.com/quienes-somos/

Red de Comunicaciones - MINAGRICULTURA. (2021, 17 agosto). *El sector agropecuario creció 3,8% en el PIB del segundo trimestre de 2021*. MinAgricultura. Recuperado 25 de junio de 2022, de https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-

agropecuario-creci%C3%B3-3,8-en-el-PIB-del-segundo-trimestre-de-2021.aspx#:%7E:text=Una%20muestra%20de%20esto%20son,variaci%C3%B3n%20de%203%2C8%25