



Implementación de un sistema de trazabilidad para el consumo de acero del megaproyecto Puerto Antioquia en la región de Urabá.

Didier Alfonso Chantaca Ayazo

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Semestre de Industria

Asesores

Juan Carlos Guzmán Martínez, asesor interno

Camilo Alberto Muñoz Rojas, ingeniero civil y Coordinador Offshore, asesor externo

Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Apartadó, Antioquia, Colombia

2024

Cita

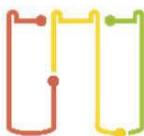
(Chantaca Ayazo, 2024)

Referencia Chantaca Ayazo, D. A. (2024) *Implementación de un sistema de trazabilidad para el consumo de acero del megaproyecto Puerto Antioquia en la región de Urabá* [Informe de práctica].
Estilo APA 7 (2020) Universidad de Antioquia, Apartadó, Colombia.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Vicerrectoría de Docencia



Sistema
de Bibliotecas

Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico de manera muy especial a mí madre Serlys Ayazo, gracias a ella y el apoyo que me ha brindado durante toda su vida se ve reflejado en la persona que soy. Sé que su sueño era verme convertirse en un profesional y gracias a su apoyo incondicional hoy se ven los frutos de su lucha.

Dedico también a Sandy Ayazo, Durbis Ayazo, Darly Ayazo, Saidy Ayazo y Oscar Chantaca quienes me han apoyado incondicionalmente en este proceso, siendo un pilar fundamental en mi desarrollo tanto como profesional como persona.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento al Consorcio Terminal Marítimo Antioquia COTEMA por la oportunidad de aprender de todos los grandes profesionales y personas que se cruzaron en el camino a lo largo de esta práctica profesional, quienes me han marcado de manera positiva. En especial agradezco al Ingeniero Camilo Muñoz, Nicolas Visomblain, Guillermo Cifuentes y Laurent Vial por depositar su confianza y paciencia en mí a lo largo de todo este recorrido, sumando las grandes enseñanzas tanto a nivel profesional como personal, permitiendo disfrutar este viaje acompañado de ustedes.

Agradezco a mis compañeros de la Universidad de Antioquia, especialmente a Eliasib Peña, Miguel Vanegas, Aiber Durango, Andres Perez. Su apoyo y amistad han hecho de este viaje una experiencia inolvidable.

Por otro lado, pero no menos importante, agradezco a amigos, en especial Leidy Salgado, Camilo Trejos, Juan Varelas, Andres Tirado, Andres Solano, Santiago Vanegas y Brayan Lozano quienes siempre me han apoyado en todo este proceso.

Finalmente, agradecer al profesor Juan Carlos Guzmán por su guía, de él me llevo su gran pasión por el aprendizaje, respetando la calidad de profesional y ser humano que es. Gracias a la Universidad de Antioquia que se convierte en mi alma mater.

A todos, mi más profundo agradecimiento

Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
1. Planteamiento del problema	15
2. Justificación.....	16
2.1. Reducción de los tiempos de Construcción.....	16
2.2. Disminución de los Costos.....	16
2.3. Impulso al desarrollo económico	16
3. Objetivos	17
3.1. Objetivo general.....	17
3.2. Objetivos específicos.....	17
4. Marco teórico	18
5. Metodología	20
5.1. Primera etapa: Identificación del formato y métodos de envío	20
5.2. Segunda etapa: Actualizar e implementación del formato	20
5.3. Tercera etapa: Optimización del sistema de trazabilidad del acero.....	21
6. Resultados y análisis	22
6.1. Recepción y acopio de acero	23
6.2. Pedido e identificación de acero para frentes de trabajo.....	24
6.3. Características de los elementos	26
6.3.1. Vigas longitudinales y transversales Q3/Q4 y Q1/Q2.....	26
6.3.2. Losas Q3/Q4 y Q1/Q2.....	29
6.4. Métodos de transporte hacia muelle de servicio	33

6.5. Descargue, cargue y envío de material.....	37
6.6. Transporte marítimo y manifiestos de salida.....	42
7. Conclusiones	46
8. Referencias bibliográficas.....	47
9. Anexos.....	48

Lista de tablas

Tabla 1, pesos y diámetros de acero	22
Tabla 2, programación de envíos semanal	25
Tabla 3, tabla de canasta de transporte de material	37

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del megaproyecto. Fuente: Cotema	12
Ilustración 2. Render de ONSHORE. Fuente: Cotema	12
Ilustración 3. Render OFFSHORE. Fuente: Cotema	13
Ilustración 4. Vista completa de los frentes de trabajo. Fuente: Cotema.....	14
Ilustración 5. Formato de pedido de acero para el proveedor. Fuente: Cotema.....	23
Ilustración 6. Grúa celosía en patio de acero. Fuente: Elaboración propia.....	24
Ilustración 7. Plano general de vigas Q3/Q4. Fuente: Cotema	26
Ilustración 8. Sección transversal de vigas Q3/Q4. Fuente: Cotema	27
Ilustración 9. Plano general de vigas Q1/Q2 costado sur. Fuente: Cotema.....	27
Ilustración 10. Plano general de vigas Q1/Q2 costado norte. Fuente: Cotema.....	28
Ilustración 11. Distribución de TYPE típicos de vigas. Fuente: Cotema	28
Ilustración 12. Despiece de acero de los TYPE. Fuente: Cotema.....	29
Ilustración 13. Distribución de losas de Q3/Q4. Fuente: Cotema	30
Ilustración 14. Sección transversal de Q3/Q4. Fuente: Cotema	30
Ilustración 15. Distribución de losas en el costado sur de Q1/Q2. Fuente: Cotema	31
Ilustración 16. sección transversal de Q1/Q2. Fuente: Cotema.....	31
Ilustración 17. Distribución de mesh en Q1/Q2. Fuente: Cotema	32
Ilustración 18. Despiece de mesh de losas. Fuente: Cotema	32
Ilustración 19. Transporte de acero longitudinal sobre cama baja. Elaboración propia	33
Ilustración 20. Transporte de canasta de material sobre cama baja. Elaboración propia....	34
Ilustración 21. Ficha técnica de la canasta de 3 metros x 2 metros. Elaboración propia	35
Ilustración 22. Vale de salida de acero. Elaboración propia	36
Ilustración 23. Steel consumption – Offshore. Fuente: Cotema	37

Ilustración 24. Ubicación de muelle de servicio en el megaproyecto. Fuente: Cotema.....	38
Ilustración 25. Cargue de material a la barcaza Leo VI. Fuente: Elaboración propia	39
Ilustración 26. Paquetes de acero con eslingas. Elaboración propia	40
Ilustración 27. Eslingas de cadena con acortador de cadena y gancho de seguridad.	41
Ilustración 28. Paquetes de acero con eslingas de cadenas. Fuente: Elaboración propia ...	42
Ilustración 29. Ruta de transporte al área de descargue. Fuente: Cotema	43
Ilustración 30. manifiesto de salida de la barcaza BORIS. Fuente: Elaboración propia	43
Ilustración 31. lugar de posicionamiento de la barcaza. Fuente: Elaboración propia	44
Ilustración 32. Multicat descargando material. Fuente: Elaboración propia.....	45

Siglas, acrónimos y abreviaturas

Q1/Q2	QUAY 1/ QUAY 2 – muelle 1 y muelle 2
Q3/Q4	QUAY 3 / QUAY 4 – muelle 3 y muelle 4
TP	Plataforma de transición

Resumen

Puerto Antioquia se encuentra en etapa de construcción por el consorcio marítimo Cotema, el cual está encargado de la materialización del puerto; siendo el acero uno de los principales materiales para la construcción y/o ejecución de este. Este trabajo busca proponer e implementar un sistema de trazabilidad para el consumo de acero en la obra, la metodología se llevará a cabo mediante tres fases: identificar y conocer los formatos y métodos de envíos que se han implementado durante la construcción del puerto. Luego, realizar una inspección para identificar oportunidades de mejora en los formatos. Finalmente, formular e implementar acciones de mejoramiento que fortalezcan el sistema de trazabilidad de los envíos de acero al área de offshore. Todas estas acciones pretenden optimizar y controlar el transporte y consumo de acero en las diferentes actividades de armado de acero para la construcción de los elementos estructurales.

Palabras claves: transporte marítimo, movimiento de material, trazabilidad, suministro, construcción, acero.

Abstract

Puerto Antioquia is under construction by the maritime consortium Cotema, which is responsible for the port's construction; reinforcement steel being one of the main materials for its construction and/or execution. This work aims to propose and implement a traceability system for the consumption of steel on site, will implement a methodology in three phases: identify, know the formats and methods of shipments that have been implemented during the port. Then, conduct an inspection to identify opportunities for improvement in the formats. Finally, formulate and implement improvement actions that strengthen the system of traceability of steel shipments to offshore area. All these actions seek to optimize and control the transport and consumption of steel in the activity of steel reinforcement for the construction of structural elements.

Keywords: maritime transport, material movement, traceability, supply, construction, steel.

Introducción

Dentro de las principales actividades agrícolas del país se encuentra el cultivo de banano, quien ocupa el 35.97% de las exportaciones nacionales (Instituto Colombiano Agropecuario, 2021), una cifra representativa que indica su contribución al crecimiento económico de Colombia.

En Colombia existen unas 42.600 hectáreas sembradas de banano de las cuales cerca de 32.600 hectáreas están en el Urabá Antioqueño, haciendo de esta la región más importante productora de banano en el país (Guarín Giraldo, 2011), teniendo en cuenta que la región tiene una participación del 76.53% de toda la producción de banano del país, se hace necesario la construcción de un puerto internacional que permita la conexión de Urabá con las principales ciudades del país y a nivel internacional, para brindar una salida marítima a través del golfo de Urabá y potencializar las exportaciones e importaciones de la región.

Desde 1871 se planteó la idea de realizar y construir un puerto para la exportación e importación de material, sin embargo, no fue hasta décadas más tardes que se iniciaron los procesos legales como la solicitud de licencias, acuerdos y contratos con el fin de dar inicio en 2022 a la construcción del Puerto. Para la materialización del puerto se contrata al consorcio marítimo y terrestre Cotema, el cual está constituido por las dos grandes empresas EIFFAGE y Termotecnica Coindustrial, las cuales están encargadas del proceso de planeación y construcción de Puerto Antioquia – Puerto Bahía Colombia. Como se muestra en la ilustración 1, este megaproyecto se encuentra localizado en la desembocadura del Río León y la Vereda el Canal, del corregimiento de Nueva Colonia, perteneciente al municipio de Turbo (Antioquia) en la Región de Urabá. Puerto Antioquia tiene como objetivo principal almacenar y transportar los productos agrícolas (plátanos, piña y aguacates), el transporte de las cargas generalmente se manejará mediante dos instalaciones interconectadas que constan de una plataforma marítima (la cual presenta diferentes muelles y una plataforma de transición) ubicada 1,38 kilómetros afuera de la costa, la cual será conectada a una

terminal terrestre mediante un viaducto y camino de acceso, el cual tendrá 3,8 kilómetros. (Puerto Antioquia, 2022)



Ilustración 1. Ubicación del megaproyecto. Fuente: Cotema

Este gran megaproyecto se divide en tres grandes departamentos los cuales se encargan de la ejecución del puerto.

- **ONSHORE:** este frente es encargado de la construcción de la vía de acceso al megaproyecto, la plataforma terrestre que contiene los patios de contenedores, los graneles y la infraestructura para la inspección aduanera.



Ilustración 2. Render de ONSHORE. Fuente: Cotema

- BRIDGE: la cual se encarga de la construcción del puente y una parte del viaducto (1, 2, 3 y la mitad del 4) que se encarga de conectar de manera eficiente y prolongada la plataforma terrestre con la plataforma marítima.
- OFFSHORE: es el departamento encargado de toda la parte marítima y de obra civil para la construcción del viaducto, la plataforma de transición y los muelles. Este frente es uno de los que más genera desafíos, puesto que, toda la construcción se establece en el mar, lo cual genera una gran cantidad de factores externos que pueden retrasar e impedir el avance de la obra, ver la ilustración 3.

Este frente comprende un muelle de acceso de 3.8 km "Trestle", una plataforma de transición de 89.75 metros x 33 metros (TP), la cual sirve como un puente que permite conectar el viaducto o Trestle con los muelles. Además, con un muelle Ro-Ro roll on-roll off y remolque de 169 x 33 metros (Q3-Q4) y un muelle de carga de 570 metros x 91 metros (Q1-Q2)



Ilustración 3. Render OFFSHORE. Fuente: Cotema

A continuación, se puede evidenciar la consolidación de una perspectiva de los distintos frentes de trabajo, con una mayor visibilidad, comprensión y estratificación de estos.

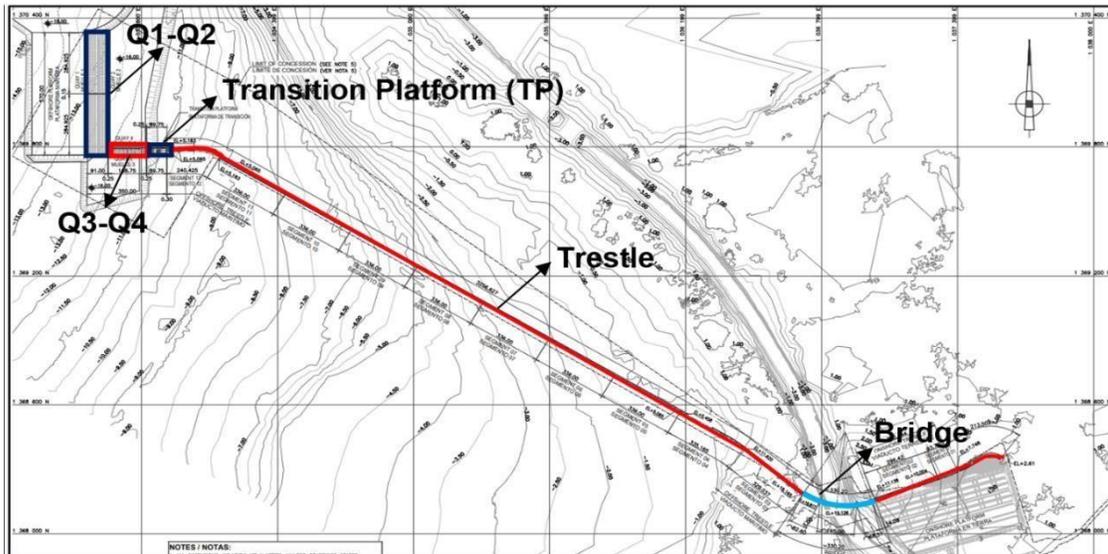


Ilustración 4. Vista completa de los frentes de trabajo. Fuente: Cotema

Finalmente, este trabajo se enfocará de forma más detallada en el departamento de OFFSHORE, más específicamente en los muelles Q1/Q2, Q3/Q4 y todo el sistema logístico de control de recepción, envíos y distribución de acero a los diferentes frentes de trabajo.

1. Planteamiento del problema

Un proyecto como Puerto Antioquia, por su tamaño, tiene una infinidad de desafíos logísticos y de construcción de cada una de las infraestructuras de la obra.

La cantidad limitada de equipos y materiales logísticos de transporte especializados, como grúas, tractomulas, barcazas y remolcadores, pueden generar grandes retrasos para el transporte y entrega de acero a los diferentes muelles y el viaducto, lo cual impacta directamente los tiempos de planeación del megaproyecto, y por consecuencia, incrementa significativamente los sobrecostos.

La exigencia de un suministro diario de 30 toneladas de acero para poder cumplir con la relación de producción, sumado a la dificultad logística marítima, representa un desafío enorme a los procesos logísticos, ya que la falta de capacidad de carga y descarga de acero para transportarlo a los diferentes frentes, lo convierte en una problemática aún mayor. Lo anterior hace necesario mejorar la planeación, para mitigar al máximo las contingencias presentadas a lo largo del megaproyecto.

2. Justificación

A lo largo de este trabajo se ofrece una visión ampliada sobre los procesos logísticos y de gestión del acero de refuerzo, al ser un pilar fundamental en la construcción del puerto y al optimizar los procesos relacionados con este material, mejorando la planificación, control y optimización del sistema de trazabilidad, se busca no solo mejorar la calidad de los elementos estructurales y de la obra. A su vez, generar beneficios significativos en términos de tiempo, costos y desarrollo económico del megaproyecto, como se detalla a continuación:

2.1. Reducción de los tiempos de Construcción:

Una gestión optimizada del acero permite evitar los retrasos en los tiempos de construcción de manera considerable. Al contar con un sistema de trazabilidad, se garantiza que el material esté disponible en obra en el momento preciso de necesitarlo, junto con la optimización de las rutas de transporte y entrega del acero a los diferentes frentes.

2.2. Disminución de los Costos:

La optimización de la gestión del acero tiene un impacto directo en la reducción de costos. Al minimizar los retrasos en los tiempos de entrega del material se evita generar sobrecostos por los retrasos en el avance de obra. Asimismo, al optimizar el transporte del acero, se reducen los costos de transporte terrestre y marítimo tanto de envío como de almacenamiento.

2.3. Impulso al desarrollo económico

La implementación de un sistema de trazabilidad junto con la optimización del transporte de acero apoya al avance de la construcción del megaproyecto, permitiendo así, un crecimiento económico y social para la región.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Proponer un sistema de trazabilidad y control de los movimientos, transporte y distribución del acero para la construcción de los muelles marítimos Q1/Q2 y Q3/Q4.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar los métodos de envíos y sus posibles oportunidades de mejora de la distribución del acero.
- Analizar, actualizar e implementar el formato para los consumos de acero.
- Proponer acciones de mejoramiento para la optimización de la logística y transporte de acero.

4. Marco teórico

Teniendo en cuenta que el objetivo general de este megaproyecto de práctica empresarial es proponer un sistema de trazabilidad y control de los movimientos, transporte y distribución del acero para la construcción de los muelles marítimos Q1/Q2 y Q3/Q4 en Puerto Antioquia del municipio de Turbo, se hace necesario inicialmente tener claridad sobre lo que es un sistema de trazabilidad y su importancia dentro del campo de la construcción, para optimizar uno de los recursos más importantes dentro de las obras civiles como lo es el tiempo, el cual, al no ser aprovechado eficientemente por causa de la ausencia o entrega tardía de materiales (en este caso acero) puede generar grandes costos.

Según la norma ISO 9001, la trazabilidad *“se refiere a la capacidad de rastrear el origen, la historia y la ubicación de un producto o servicio a través de diferentes etapas de producción, entrega y utilización”*, y para tenerla, se hace necesario mantener registros detallados que permitan seguir el flujo de información y la trazabilidad de los productos o servicios en todas las etapas del proceso. Esto incluye aspectos como la identificación de los insumos utilizados, los proveedores involucrados, los controles de calidad aplicados y la documentación relacionada. (Organización Internacional de Normalización, 2015)

Partiendo de lo anterior, se puede decir que un sistema de trazabilidad y control en las construcciones civiles se convierte en una herramienta fundamental para:

rastrear y documentar cada paso, aplicación o ubicación de un elemento o actividad dentro de un megaproyecto. Este concepto no se trata solo de mantener registros; va más allá, se busca crear un marco transparente, responsable y confiable que asegure que cada componente de un megaproyecto de construcción cumpla con los más altos estándares de calidad y seguridad (Code Contract, 2024)

Asimismo, se tiene que todo este sistema de trazabilidad y control va dirigido a un sistema de transporte marítimo, el cual busca como objetivo principal el transporte de acero desde la plataforma terrestre a la plataforma marítima, permitiendo así mover grandes volúmenes de material a través de largas distancias. Además, es importante conocer el acero, puesto que, es un material clave en la construcción debido a que aumenta su resistencia y durabilidad. Existen varios tipos de acero, cada uno con propiedades específicas que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones. (MALDONADO FLORES , 1996)

5. Metodología

Para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos propuestos se hará uso del método descriptivo, puesto que, es necesario conocer inicialmente cómo funciona el sistema de trazabilidad y envío del acero que el frente de trabajo ha venido implementando, y así identificar las cantidades que se deben enviar y las fechas de entrega del material de acuerdo con el avance de obra estipulado. Teniendo en cuenta lo anterior, se implementarán tres etapas principales.

5.1. Primera etapa: Identificación del formato y métodos de envío

En este punto crucial del proceso, se presenta una exploración y reconocimiento detallado del formato ya establecido y las técnicas utilizadas para el envío de acero, en los diferentes frentes de trabajo. Reconocer cómo se ha organizado el proceso logístico hasta ahora, desde la selección de materiales hasta su entrega en el lugar de trabajo. Esta fase no solo implica identificar los aspectos físicos, como los tipos de acero, sino también comprender los procedimientos logísticos y todos los procesos derivados de los mismos.

5.2. Segunda etapa: Actualizar e implementación del formato

Una vez se haya establecido una comprensión clara del formato y los métodos de envíos existentes, se procede a la etapa de reestructuración. Aquí, aprovechando conocimientos aprendidos en la etapa anterior, es importante centrarse en la identificación de las oportunidades de mejora en el sistema actual, con el fin de proponer acciones de mejoramiento a lo identificado. y ajustes necesarios para optimizar la eficiencia y la efectividad de las operaciones de envío, como la selección de medios de transporte más eficientes, también se considera el ajustes e implementación del formato para el seguimiento del consumo de acero, lo que nos permitirá una gestión más precisa y controlada de nuestros recursos.

5.3. Tercera etapa: Optimización del sistema de trazabilidad del acero

Finalmente, en esta etapa se busca poner en práctica las soluciones y mejoras del formato propuesto en la etapa anterior. Esto implica establecer estrategias para mejorar la trazabilidad de los envíos de acero y la entrega del material; desde la implementación de los procesos de registro y documentación con el fin de garantizar que cada paso del viaje del material (acero) se realice de la se realice de manera fluida y eficiente, desde su origen hasta su destino final en los diferentes frentes trabajo.

6. Resultados y análisis

Para cumplir con los objetivos planteados, se utilizó la metodología previamente establecida. Inicialmente, consistió en realizar un reconocimiento visual y teórico de los diferentes tipos de aceros con sus respectivas medidas y diámetros comerciales, para lo cual se construyó la tabla 1.

Tabla 1. Pesos y diámetros de acero

DIAMETROS EQUIVALENTES			
NÚMERO DE BARRA (#)	Inch	mm	UNIDAD DE PESO (kg/m)
#3	3/8"	9.53	0,56
# 4	1/2"	12.70	0,994
#5	5/8"	15.88	1,552
#6	3/4"	19.05	2,235
#7	7/8"	22.23	3,042
#8	1"	25.40	3,973
#9	1 —1/8"	28.65	5,06
#10	1 —1/4"	32.26	6,404
# 1 1	1 —3/8"	35.81	7,907

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta la tabla anterior, los despieces de acero de los planos de las vigas, losas, bordillos, pasarelas, pasantes de los muelles Q1, Q2, Q3/Q4 no contienen los diámetros #7 y #9.

El acero evidenciado en los muelles se puede clasificar en 2 tipos, en primera instancia se tiene el acero recto, el cual consiste en barras rectas de medidas de longitud de 6 metros, 9 metros, 12 metros y 14 metros, para cada uno de los diámetros que se manejan en la obra. Por otro lado, se tiene el acero figurado, que es el acero de transformación o que no entra en la categoría de recto.

6.1. Recepción y acopio de acero

Inicialmente se realiza un pedido de acero de acuerdo con los despieces de los elementos de la infraestructura, tales como vigas, losas, etc., diligenciando el “formato de pedido de acero para el proveedor” (Ilustración 5). Luego, el proveedor despacha las toneladas de acero en tractomulas dependiendo de las necesidades de la obra o el plan de pedidos. Posteriormente, ingresan a la obra los vehículos enviados con el acero despachado por el proveedor. Finalmente, se realiza el descargue de material en los patios de acero, los cuales son puntos estratégicos donde se acopia y clasifica el material.

Puerto Antioquia -Nueva Colonia-Turbo Antioquia
Cap beam Seg12 Fase1- 18453,18460,18469,18458
LISTADO PARA DESPACHO

DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAM.	LONG.	PESO	UBICACION
	6	1/2"	1.53	9	[6 En CB3-2]
	101	1/2"	1.50	151	[16 En CB1-3] [66 En CB3-1] [19 En CB3-2]
	18	1/2"	1.50	27	[18 En CB3-1]
	16	1/2"	1.49	24	[16 En CB3-3]
	1	1/2"	1.43	1	[1 En CB3-2]
	14	1/2"	1.40	19	[14 En CB1-3]
	6	1/2"	1.35	8	[6 En CB3-1]
	9	1/2"	1.35	12	[9 En CB3-3]

Ilustración 5. Formato de pedido de acero para el proveedor. Fuente: Cotema

Para ayudar con el descargue de los paquetes de acero, se cuenta con una Grúa kobelco sobre oruga (Ilustración 6), configurada para una capacidad de 100 toneladas, la cual es ideal para el descargue y ubicación del acero en el patio gracias a su gran radio. Es importante recalcar que, el patio almacena todo el acero de la obra y es limitado, por la gran cantidad de toneladas de acero.



Ilustración 6. Grúa celosía en patio de acero. Fuente: Elaboración propia

6.2. Pedido e identificación de acero para frentes de trabajo

Los pedidos del acero eran realizados de manera individual por cada ingeniero, basándose en las necesidades específicas de su frente de trabajo, de esta forma se buscaba atender las demandas puntuales de cada frente, esta metodología resultaba en una serie de problemas, porque es utilizada en un escenario terrestre, donde se solicitan las cantidades de aceros necesarias y son entregados y enviados rápidamente. Sin embargo, en los frentes de trabajos ubicados en el mar, existe un proceso logístico más complicado, puesto que, el material debe ser llevado al lugar del cargue, luego transportarlo y descargarlo en cada uno de los frentes.

Luego de identificar la problemática, unas de las soluciones fue realizar una coordinación centralizada donde se sincronizará las entregas de acero a los diferentes frentes, se propuso una programación semanal, donde los ingenieros de cada frente planificarían el acero de acuerdo con la ejecución de su obra, es decir seguir las secuencias de instalación de acero y las secuencias de

vaciado de concreto, pidiendo varias posiciones adelante para poder adelantarse y evitar retrasos. Además, se solicitó definir un sistema de priorización, donde los frentes de trabajo más críticos o urgentes recibieran el acero más rápido y posteriormente los que no son de urgencia.

Siguiendo lo descrito con anterioridad, se propuso la redacción de un correo semanal (ver anexo 1) donde se unifica todos los pedidos de acero de los elementos que van a ser llevados a muelle de servicio (lugar donde se hace el cargue a las barcazas, para llevarlos a los diferentes frentes) y que será entregado a los muelles, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2, programación de envíos semanal

Programación de envíos acero				
Orden de prioridad	Método de envío	Cantidad	Plano de referencia	Destino
1	Plan coupler	1		Suministra Said
2	Acero B1 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15251	Q1/Q2
3	Acero B2 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
4	Acero B3 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
5	Acero B4 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15253	Q1/Q2
6	Acero B5 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
7	Acero B6 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
8	Slab S4 (eje 2 y 3)	1	15304	Q1/Q2
9	Slab S2 (eje 2 y 3)	1	15302	Q1/Q2
10	Acero B7 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15254	Q1/Q2
11	Acero B8 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15255	Q1/Q2
12	Acero B9 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15256	Q1/Q2
13	Slab S9 (eje 3 y 5)	1	15309	Q1/Q2
14	Slab S8 (eje 3 y 5)	1	15308	Q1/Q2
15	Slab S6 (eje 3 y 5)	1	15306	Q1/Q2

Fuente: Elaboración propia

Gracias a esta herramienta de trabajo, se pudo establecer un control, para tener una secuencia de envíos con orden de prioridad y poder suministrar la cantidad de acero necesaria para cada frente.

6.3. Características de los elementos

Luego de realizado el pedido del acero para cada frente de trabajo, se procede a buscar las cantidades específicas de acero (despiece) para cada elemento solicitado, sin embargo, es importante saber las secuencias de instalación y vaciado de los elementos de Q1/Q2, Q3/Q4. Ambos muelles funcionan de la misma forma en cuestión de vigas y losas en el armado de acero, pero sus avances de los encofrados son diferentes. Por tal motivo, es necesario saber en términos generales sus funcionamientos.

6.3.1. Vigas longitudinales y transversales Q3/Q4 y Q1/Q2

Las vigas longitudinales son elementos estructurales que se apoyan en la parte superior del pilote y el sleeve, estas van ubicadas a lo largo de la plataforma tanto de Q1/Q2 como de Q3/Q4 y dan la conexión directa entre el pilote y la plataforma marítima, las cuales sirven para soportar y transmitir las cargas de toda la estructura y las cargas puntuales para las cuales fueron diseñadas hacia el pilote. Asimismo, existen las vigas transversales que sirven para dar conexión entre las vigas longitudinales y añadir una rigidez al sistema. Es importante aclarar que todas estas son armadas y fundidas in situ.

Para el caso de Q3/Q4 cuenta con 4 vigas longitudinales las cuales contienen 19 ejes, que se puede identificar como viga B19, B20, B21 y B22. Asimismo, cuenta con 2 vigas transversales llamadas T5 y T6 que se encuentran al inicio y final de muelle, esto se puede observar en la ilustración 7.

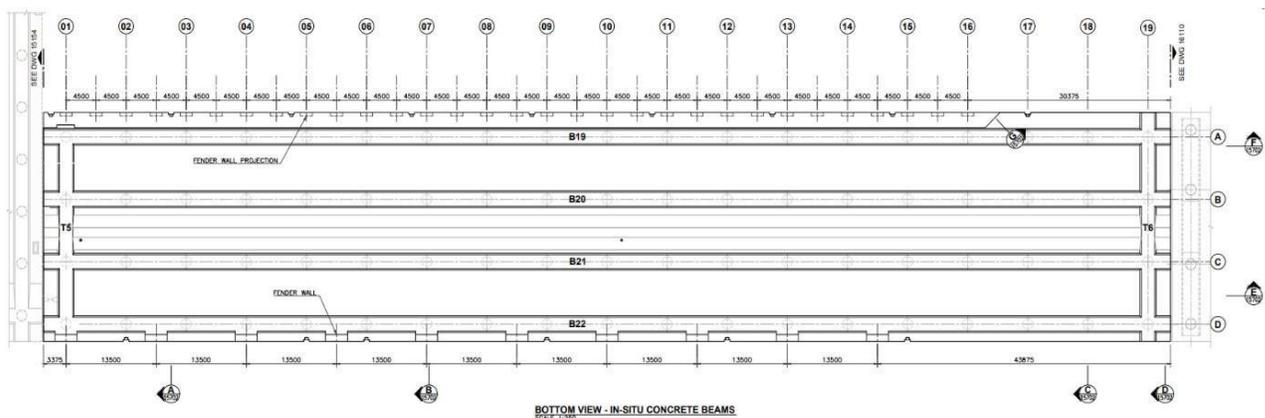


Ilustración 7. Plano general de vigas Q3/Q4. Fuente: Cotema

A continuación, se anexa una vista de corte transversal más detallada de las vigas longitudinales de Q3/Q4. Como se observa en la ilustración 8, para el eje A o la viga B19 se presenta un desnivel con referente a los demás ejes de las vigas, esto sucede por el funcionamiento del muelle Q4, ya que, este muelle se tiene para el parqueadero de barcos y lanchas pequeñas diferentes a los buques de cargas y descargas de contenedores.

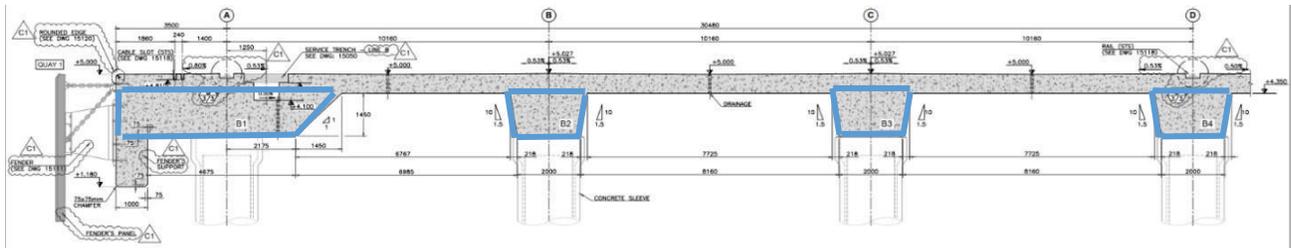


Ilustración 8. Sección transversal de vigas Q3/Q4. Fuente: Cotema

Por otro lado, para el muelle de Q1/Q2 cómo es un muelle tan grande, este se divide en 2 partes principales, para la primera parte se tiene el lado sur, el cual cuenta con 9 vigas longitudinales (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8 y B9) que se establecen a lo largo de los 38 ejes y en sus ejes iniciales y finales presentan 2 vigas transversales llamadas T1 y T2. (Ver ilustración 9)



Ilustración 9. Plano general de vigas Q1/Q2 costado sur. Fuente: Cotema

La segunda parte se compone de la parte norte del muelle el cual cuenta con 9 vigas longitudinales B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17 y B18, que se establecen a lo largo de los 38 ejes y en sus ejes iniciales y finales presentan 2 vigas transversales llamadas T3 y T4. (Ver ilustración 10)

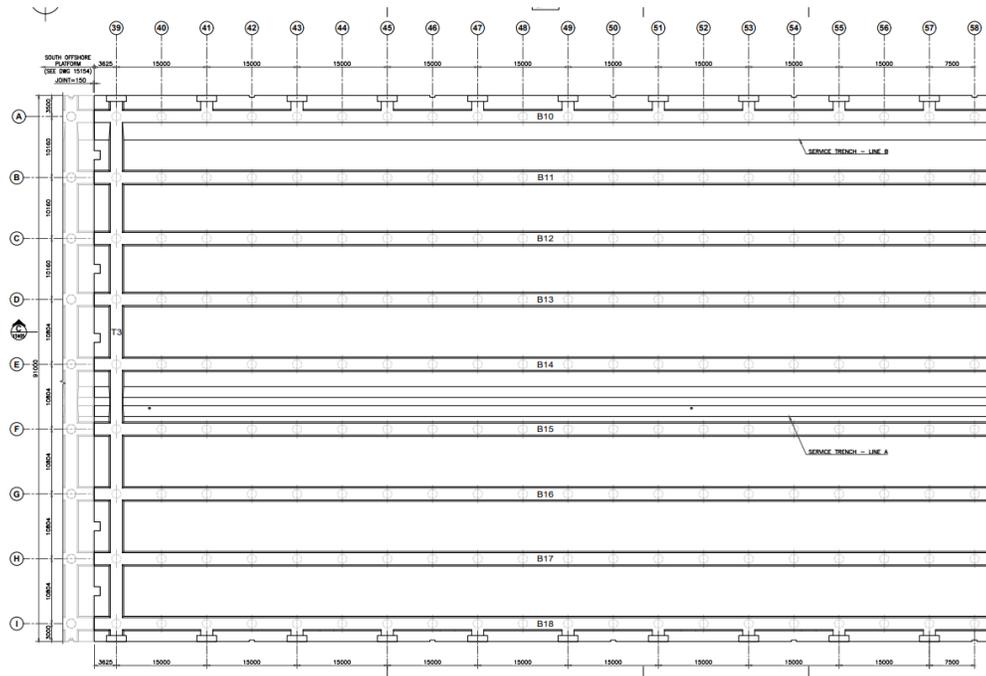


Ilustración 10. Plano general de vigas Q1/Q2 costado norte. Fuente: Cotema

En cuestión de la distribución y armado de acero de las vigas longitudinales y transversales para los muelles de Q1/Q2 y Q3/Q4 presentan un funcionamiento similar, ya que se dividen en TYPE enumerados a lo largo de los ejes, como se evidencia en la ilustración 11.

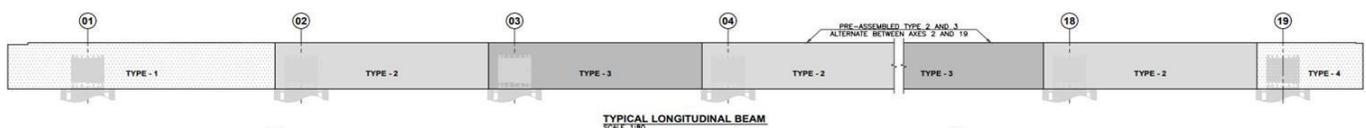


Ilustración 11. Distribución de TYPE típicos de vigas. Fuente: Cotema.

Asimismo, se tiene el despiece de cada TYPE de la viga donde se muestra el acero longitudinal y la figurado donde nos indica cantidad, forma, diámetro y distribución, los cuales se

encuentran al final de cada plano estructural por cada elemento de construcción. (Ver ilustración 12)

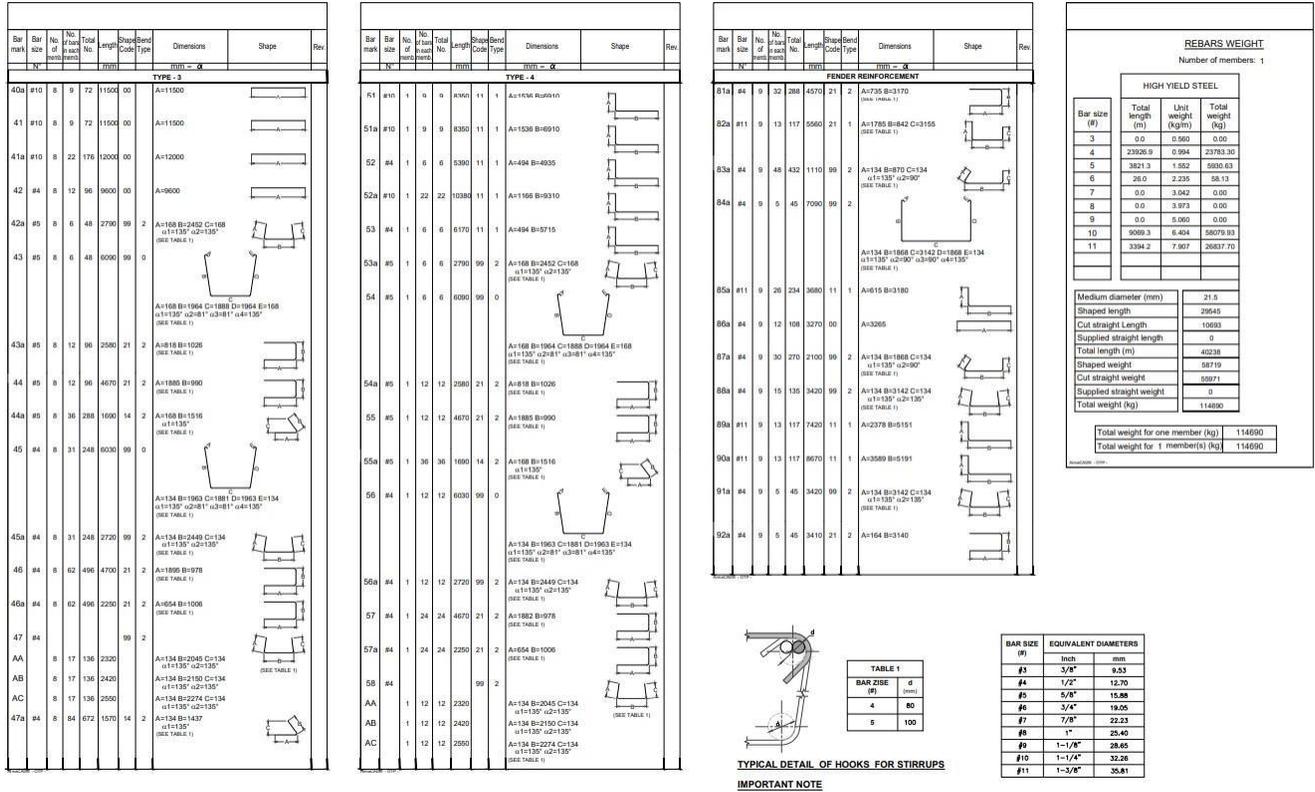


Ilustración 12. Despiece de acero de los TYPE. Fuente: Cotema.

6.3.2. Losas Q3/Q4 y Q1/Q2

Las losas estructurales de los diferentes muelles sirven como una plataforma marítima donde se van a posicionar las diferentes oficinas, dar estabilidad y espacio para desplazar a las grúas RTG que son las encargadas del cargue y descargue de contenedores de material para los efectos de importación y exportación de la materia prima y demás.

Asimismo, las losas se distribuyen en grandes láminas o spams que facilitan los cortes y las juntas de dilatación para mejorar su comportamiento estructural y evitar el deterioro acelerado de la losa. (Ver ilustración 13)

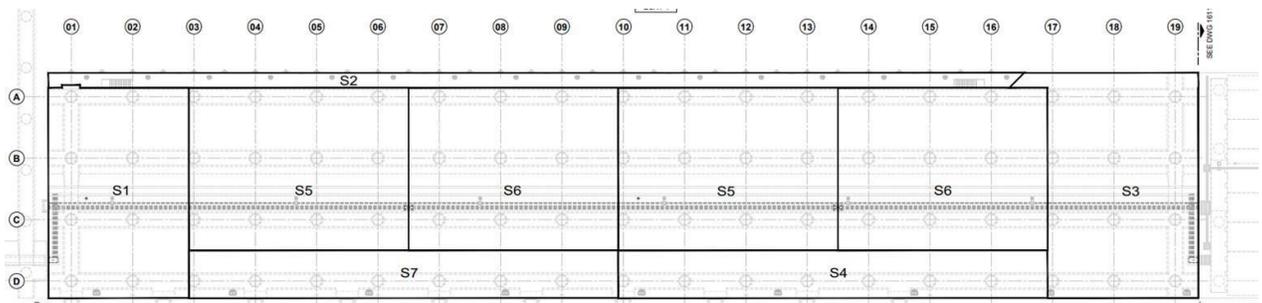


Ilustración 13. Distribución de losas de Q3/Q4. Fuente: Cotema.

Para el plano de losa del muelle de Q3/Q4 se tiene un elemento muy importante entre todos los elementos permanentes que quedan embebidos en la losa, que corresponde al service trench, el cual es una instalación del concreto de las vigas y losas, se deberá dejar reservaciones y/o negativos mediante la instalación de formaleta para dar lugar a un canal de servicio de redes eléctricas y de instrumentación embebido en la losa, este contará con tapas en concreto y su respectivo drenaje en tubería de 50 mm de diámetro, el cual se encuentra entre el eje B y C, este elemento es muy importante para el proceso de armado y fundido, ya que, aunque es un segmento de la losa, no se puede vaciar las vigas sin dejar el acero embebido o couplers de este elemento. Esto se puede apreciar de una mejor manera en la ilustración 14.

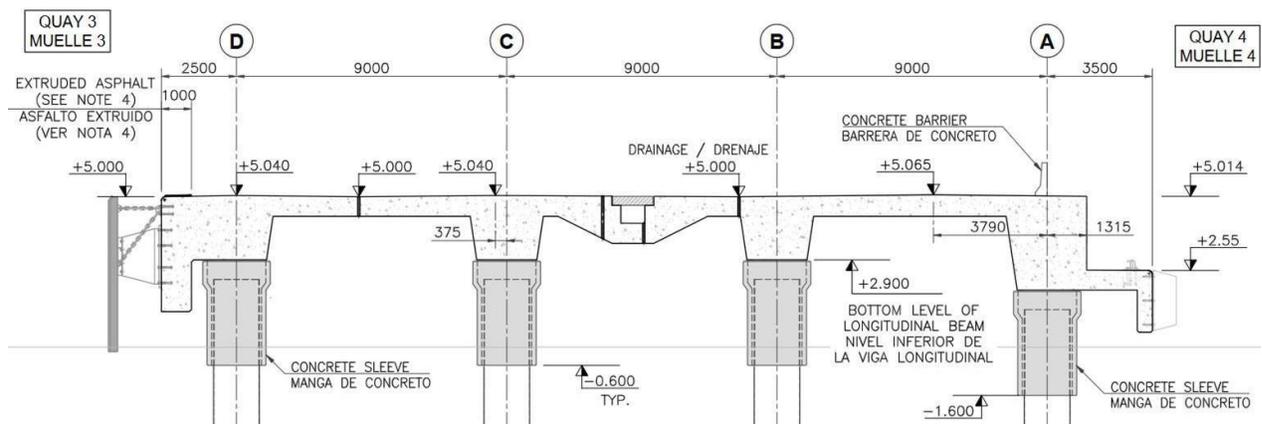


Ilustración 14. Sección transversal de Q3/Q4. Fuente: Cotema.

Para el plano de losas de Q1/Q2 se tienen las losas establecidas en los 76 ejes de los muelles, las cuales se distribuyen en la S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 y S10 respecto al costado sur y norte. Es importante recalcar que presenta el mismo funcionamiento al muelle de Q3/Q4, sin embargo, la plataforma marítima de Q1/Q2 cuenta con más detalles finales y presenta 3 canales de SERVICE TRECH, el cual aumentó su dificultad en armado y vaciado de las losas.

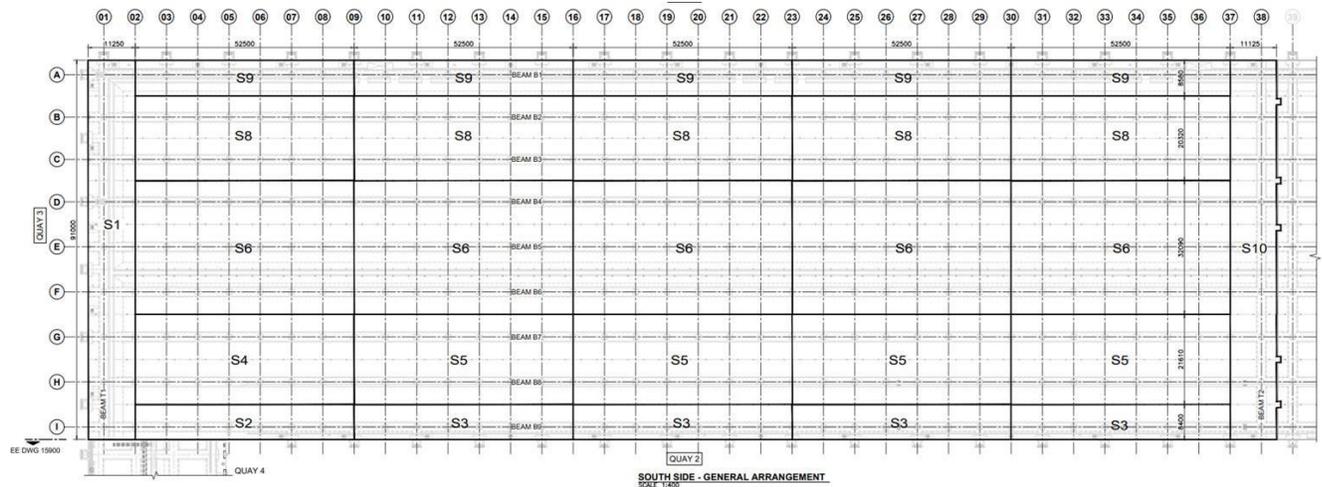


Ilustración 15. Distribución de losas en el costado sur de Q1/Q2. Fuente: Cotema

A continuación, se evidencia la sección transversal de una viga transversal junto con su losa (Ilustración 16).

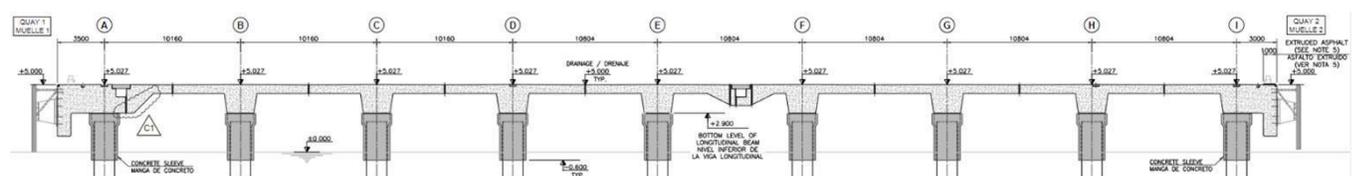


Ilustración 16. sección transversal de Q1/Q2. Fuente: Cotema.

Finalmente, es importante aclarar que, a diferencia de las vigas, las cuales avanzan paralelo a los ejes longitudinales de los muelles, las losas avanzan de manera transversal y longitudinal, por tanto, la distribución del acero es diferente y se manejan por MESH, es decir, mallas conformadas por las barras de refuerzo armada, como se evidencia en las ilustraciones 17 y 18.

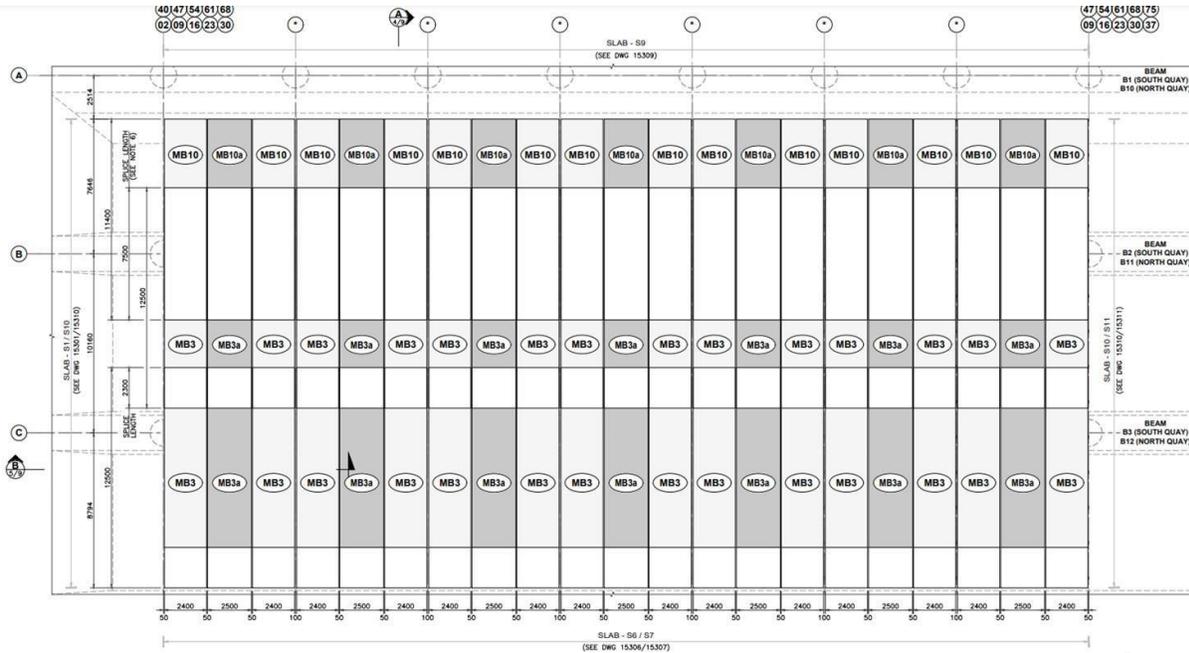


Ilustración 17. Distribución de mesh en Q1/Q2. Fuente: Cotema.

MESH MB3									
Bar mark	Type and size	No. of bars in each memb.	Total No.	Length	Shape Code	Bend Type	Dimensions	Shape	
mm	mm			mm			mm - α		
12	#10	1	12	12500	00		A=12500		

MESH MB3a									
Bar mark	Type and size	No. of bars in each memb.	Total No.	Length	Shape Code	Bend Type	Dimensions	Shape	
mm	mm			mm			mm - α		
12	#10	1	13	12500	00		A=12500		

HIGH YIELD STEEL			
Diameter	Total length (m)	Unit weight (kg/m)	Total weight (kg)
8	0.0	3.973	0.00
9	0.0	5.060	0.00
10	4200.0	6.404	26896.80

Total weight for one member (kg)	961
Total weight for 28member(s) (kg)	26897

HIGH YIELD STEEL			
Diameter	Total length (m)	Unit weight (kg/m)	Total weight (kg)
8	0.0	3.973	0.00
9	0.0	5.060	0.00
10	2275.0	6.404	14569.10

Total weight for one member (kg)	1041
Total weight for 14member(s) (kg)	14569

MESH MB10									
Bar mark	Type and size	No. of bars in each memb.	Total No.	Length	Shape Code	Bend Type	Dimensions	Shape	
mm	mm			mm			mm - α		
13	#10	1	12	11600	15	2	A=10920 B=7747 C=696 $\alpha 1=45^\circ$		

MESH MB10a									
Bar mark	Type and size	No. of bars in each memb.	Total No.	Length	Shape Code	Bend Type	Dimensions	Shape	
mm	mm			mm			mm - α		
13	#10	1	13	11600	15	2	A=10920 B=7747 C=696 $\alpha 1=45^\circ$		

Ilustración 18. Despiece de mesh de losas. Fuente: Cotema.

6.4. Métodos de transporte hacia muelle de servicio

Una vez identificado los aceros requeridos para el elemento solicitado, se procede a separar con precisión, utilizando herramientas mecánicas como la grúa posicionada en el patio de acopio de acero y camión grúa cuando se presenta su disponibilidad (método mecánico). Asimismo, se separan las barras de acero de manera manual y se agrupan en paquetes para facilitar el conteo y envío (método manual). Es más común la utilización de los métodos mecánicos para las barras longitudinales, sin embargo, eso depende directamente de la cantidad a necesitar y la cantidad de barras que vienen por paquetes.

El acero longitudinal se amarra con alambre, para evitar que los paquetes se puedan desbaratar y facilitar el transporte de este, como se muestra en la ilustración 19. Para realizar el transporte de los paquetes de acero, se utiliza una cama baja y en ocasiones una cama alta (siempre y cuando exista disponibilidad).



Ilustración 19. Transporte de acero longitudinal sobre cama baja. Elaboración propia.

Asimismo, para el acero corto (medida menor a 6 metros de forma longitudinal) se realiza la utilización de canastas de materiales. En la mayoría de los casos, el acero figurado tales como

flejes y ganchos son empaquetados o ingresados a las canastas, y transportados a muelle de servicio en la cama baja, cama alta o camión grúa. Esto se puede observar en la ilustración 20.



Ilustración 20. Transporte de canasta de material sobre cama baja. Elaboración propia

Estas canastas de material sirven para el transporte de insumos y acero a los diferentes frentes, estas son uno de los pilares principales para la optimización de cargue y descargue de material, porque pueden soportar grandes toneladas, permitiendo agregar grandes cantidades de acero (todo el que se pueda ocupar en el volumen de la canasta). En las canastas de material, se tienen 2 referencias importantes, para la primera parte se tiene una medida de 3 metros de largo x 2 metros de ancho con una capacidad máxima de carga de 10 toneladas, mientras que, para la otra, se tienen medidas de 6 metros x 2 metros presentando una capacidad de 20 toneladas. Es importante que estas canastas estén diseñadas para ser izadas con material soportando lo indicado en sus especificaciones. Esto se puede observar en la ilustración 21.



Ilustración 21. Ficha técnica de la canasta de 3 metros x 2 metros. Elaboración propia

Inicialmente en el proceso logístico, se enviaban las canastas con el acero deseado y se esperaba a que volviera sin realizar ningún seguimiento y trazabilidad de estas. Una de las alternativas para realizar un control más detallado fue el inventario y marcación de las canastas de material que se tenían, para cuando se enviaran, poder solicitarles a los ingenieros de cada frente que canastas específicas tenían y que deben ser devueltas, así estableciendo un sistema de control y trazabilidad de las canastas. Lo anterior sirve en gran medida para saber cuántas y cuáles canastas se cuentan en tierra y cuales, en mar, para poder tener un stock y mejorar el sistema de planeación y así la logística del manejo del acero. Además, como los frentes se encuentran tan alejados unos de los otros, mejora en gran medida que en el descargue se especifique el número de la canasta y a que frente va dirigida.

La tabla 3 detalla las especificaciones técnicas de las canastas, las cuales permiten su identificación.

Tabla 3, tabla de canasta de transporte de material.

CANASTAS OFFSHORE						
ITEM	LOTE	#CANASTA	MEDIDAS (m)	PESO CANASTA (kg)	CAPACIDAD (kg)	COLOR
1	223289	CANASTA 01	3	650	10000	AMARILLO
2	223300	CANASTA 02	3	650	10000	AMARILLO
3	223274	CANASTA 03	6	1500	20000	AZUL
4	223308	CANASTA 04	6	1500	20000	AMARILLO
5	223283	CANASTA 05	6	1500	20000	AMARILLO
6	223310	CANASTA 06	6	1500	20000	AMARILLO
7	223309	CANASTA 07	6	1500	20000	AMARILLO
8	223299	CANASTA 08	3	650	10000	AMARILLO
9	223282	CANASTA 09	6	1500	20000	AZUL
10	223286	CANASTA 10	3	650	10000	AMARILLO

Fuente: Elaboración propia.

Luego de que el acero sea enviado en los diferentes métodos, se realiza la salida formal del acero, es decir se realiza la entrega de salida con un vale con formato de Cotema (ver ilustración 22), donde se especifica la cantidad de acero en kilos por elemento que se ha sacado del patio para cada frente de trabajo. Asimismo, se identifica el centro de costo (Trestle maneja el centro de costo OFF024, Q3/Q4 el OFF025, y Q1/Q2 el OFF026) al cual va dirigido la salida del material, esto es muy importante, ya que, mediante este formato se deja un registro donde se evidencia la cantidad y tipo de acero que fue entregado a un responsable, quien firma la salida del material.

Plano T51 H 78707

COTEMA		SOLICITUD DE MATERIAL Y ELEMENTOS CONSUMIBLES		Código:	
GESTIÓN DE LOGÍSTICA Y MATERIALES		Versión:		23106	
CENTRO DE COSTO		PROYECTO		Fecha:	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT. SOLICITADA	CANT. ENTREGADA	OBSERVACIÓN
1	#4 x 13.08 mts x 7200	KL	15607,82		MESH MB1
2					
3	#4 x 14 mts x 200	KL	2783,2		MESH MB2
4					
5	#5 x 1.5 mts x 2240	KL	5214,72		MESH MB2
6					
7	#4 x 14 mts x 300	KL	4774,8		MESH MB3
8					
9	#4 x 1,3 mts x 3360	KL	4347,79		MESH MB3
10					
11	#4 x 13.08 mts x 790	KL	2470,28		IN-SITU BOTTOM REBAR
12					

AUTORIZA: _____ RETIRA: _____ NOMBRE: _____ FIRMA: _____

C.C. No. _____ C.C. No. _____

Lito-ELITE Ltda. Cel.: 320 874 09 16

Ilustración 22. Vale de salida de acero. Elaboración propia.

Finalmente, se realiza la identificación y clasificación del acero donde del formato de “Steel consumption - Offshore” donde se separa por la clasificación mencionada con anticipación, es decir, se analiza el acero enviado por cantidad de kilos enviados por la parte de figurado y recto (ver ilustración 23), este formato sirve para analizar qué cantidad de acero se ha enviado, el cual teniendo el avance de armado, se puede comparar el valor teórico del real y como este ha avanzado en cuestión a lo consumido.

Es importante recalcar que este formato ya se encontraba en Cotema, sin embargo, no se había implementado con anterioridad, por tal motivo, se realizó la actualización y análisis de todo el acero enviado con anterioridad hasta la fecha.

STEEL CONSUMPTION - OFFSHORE - for elements on marine front							
Element	Date	Description	Diameter	Total weight (kg)	Cost center	Comment	
B19-TYPE2 X4	7/07/2024	FIGURADO	1/2"	6.293,25	OFF025		
	7/07/2024	FIGURADO	5/8"	1.798,71	OFF025		
	7/07/2024	FIGURADO	1" - 1/4"	5.302,51	OFF025		
T6	8/07/2024	RECTO	1" - 1/4"	1328,38	OFF025		
	8/07/2024	RECTO	1/2"	214,70	OFF025		
	8/07/2024	FIGURADO	1/2"	3274,40	OFF025		
	8/07/2024	FIGURADO	5/8"	852,54	OFF025		
	8/07/2024	FIGURADO	1" - 1/4"	14758,10	OFF025		
B19-TYPE2 X4	14/07/2024	RECTO	1" - 1/4"	6.762,62	OFF025		
	14/07/2024	FIGURADO	1/2"	6.293,25	OFF025		
	14/07/2024	FIGURADO	5/8"	1.798,71	OFF025		
S3 Q3/Q4	14/07/2024	FIGURADO	1" - 1/4"	5.302,51	OFF025		
	1/08/2024	RECTO	1/2"	190,848	OFF025		
	1/08/2024	RECTO	5/8"	2923,968	OFF025		
	1/08/2024	RECTO	3/4"	1984,68	OFF025		
	1/08/2024	RECTO	1"	5149,008	OFF025		
	1/08/2024	FIGURADO	3/8"	308,0896	OFF025		
	1/08/2024	FIGURADO	1/2"	1272,16096	OFF025		
	1/08/2024	FIGURADO	5/8"	6660,411104	OFF025		
	1/08/2024	FIGURADO	3/4"	10937,3748	OFF025		
	1/08/2024	FIGURADO	1"	22837,47941	OFF025		
1/08/2024	FIGURADO	1-3/8"	15684,64148	OFF025			

Ilustración 23. Steel consumption – Offshore. Fuente: Cotema.

6.5. Descargue, cargue y envío de material.

Cuando los tráileres terminan su recorrido y llegan al muelle de servicio con el acero de OFFSHORE, empieza el proceso logístico marítimo, donde los paquetes de acero y canastas se

descargan de los vehículos de transporte y se cargan directamente a la barcaza disponible en su momento.



Ilustración 24. Ubicación de muelle de servicio en el megaproyecto. Fuente: Cotema.

En el muelle de servicio (evidenciado en la ilustración 24) se tiene una grúa con boom de celosía montada sobre orugas, marca MANITOWOC de 400 toneladas de capacidad M16000 equipada con una pluma de 42 metros, la cual la hace ideal para realizar las operaciones de carga y descarga de diferentes elementos tales como Plug, Cap. Beam, Vigas pretensadas, acero entre otros materiales, en las barcasas de transporte.

Para el transporte de material (entre ellos el acero) se utilizan las barcasas, las cuales son plataformas flotantes de poco calado (ver ilustración 25), donde se pueden agregar grandes volúmenes de material sobre ellas para el transporte marítimo, sin embargo, estas barcasas no pueden navegar por si solas, ya que carecen de un sistema de motor para su traslado. Dicho lo anterior, para el transporte de acero se tiene las barcasas Boris P, Karim J. (solo cuando estén

disponibles) y Leo VI, de las cuales las 2 primeras presentan 40 metros de largo x 14 metros de ancho, mientras que la LEO presentan 30 metros x 12 metros.



Ilustración 25. Cargue de material a la barcaza Leo VI. Fuente: Elaboración propia.

Anteriormente, al momento de cargar el acero a las barcasas se utilizaban eslingas sintéticas, como se muestra en la ilustración 26, las cuales, en forma de ahorcado, comprimen el acero, formando paquetes que pueden ser izados con seguridad, es importante aclarar que, para crear los paquetes de acero, deben hacer 2 eslingas de la misma capacidad y medida para garantizar los ángulos y la estabilidad del acero al momento de ser izado. Por otro lado, este tipo de aparejos tienden a deteriorarse y su uso en esas condiciones, genera peligros para los procesos de izaje.



Ilustración 26. Paquetes de acero con eslingas. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de eslingas que se necesitaban para cubrir la cantidad de paquetes de acero necesarios, para poder cumplir la meta de enviar 30 toneladas diarias de acero, sumado al desgaste masivo de las mismas, se tenía la necesidad de suministrar una gran cantidad de unidades de eslingas; después de identificar la problemática, se buscó una alternativa más rentable, optando por el uso de eslingas de cadenas, estas deben tener un sistema de seguridad para evitar el movimiento entre los eslabones de las cadenas y los paquetes de acero, ya que, al ser materiales metálicos como el acero y hierro, tienden a deslizarse o no asegurar de la mejor manera. Por tal motivo, se organizó un pedido de eslinga de cadena con anillo de seguridad donde puede ser izado, acortador de cadena (para cuando se necesite reducir la longitud de la cadena para mejorar las condiciones del proceso de izaje) y gancho de cierre positivo, como se puede apreciar

en la ilustración 27, para asegurar la carga con la cadena y poder utilizar la eslinga de cadena en forma de ahorcado.



Ilustración 27. Eslingas de cadena con acortador de cadena y gancho de seguridad.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, las eslingas cadenas al tener mayor capacidad, se puede asegurar más paquetes de acero con el uso de estas, subiendo en medida la capacidad de toneladas enviadas con menor material. Esto se puede apreciar de una mejor manera en la ilustración 28. es importante recalcar que como los paquetes y las canastas de acero van para frentes diferentes, los cuales están alejados, se posicionan los aceros en la proa de un frente, mientras que los otros en la popa de la barcaza, de ahí se especifica el frente para posicionar la barcaza y agilizar el proceso de descargue.



Ilustración 28. Paquetes de acero con eslingas de cadenas. Fuente: Elaboración propia.

6.6. Transporte marítimo y manifiestos de salida

Una vez finalizado el cargue del material a las barcazas, se procederá a desconexión de los amarres en las bitas para iniciar el transporte marítimo, sin embargo, las barcazas no pueden navegar por sí solas, ya que carecen de un sistema de motor para realizar su traslado, por tal motivo, el uso de remolcadores es indispensable para realizar dicha operación. Asimismo, el remolcador se acerca a la barcaza y establece una conexión segura mediante cables y ganchos permitiendo el desplazamiento del material de forma segura a través de toda la ruta desde muelle de servicio atravesando el río León hasta llegar a los diferentes frentes (ver ilustración 29)



Ilustración 29. Ruta de transporte al área de descargue. Fuente: Cotema

Es importante aclarar que antes de que la barcaza zarpe del muelle de servicio para los diferentes frentes de trabajo, se envía un manifiesto de salida donde se indica y especifica los materiales que van a ser enviados y los lugares para donde van dirigidos. Este formato de manifiesto se puede observar en la ilustración 30.

CARGO MANIFEST						Document reference:	15												
Project/ BU :		PROJET ANTIOQUIA				Departure:	00 h:30	ETA:	23/05/2024										
CONSIGNOR	COTEMA /MUELLE SERVICIO					<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Transport mode</th> </tr> <tr> <td>Road:</td> <td>Sea:</td> <td>Air:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </table>					Transport mode			Road:	Sea:	Air:		X	
Transport mode																			
Road:	Sea:	Air:																	
	X																		
CONSIGNEE	BORIS					<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Supply vessel</th> </tr> <tr> <td colspan="3">AGUSTIN</td> </tr> </table>					Supply vessel			AGUSTIN					
Supply vessel																			
AGUSTIN																			
Item #	Qty	Description	Gross Weight (in kgs)	Dimensions (Ø,L,W)	Owner	Item ID	OT	Final Destination / Comments											
1	6	Viga longitudinales pretensadas -PB-4-2A	55 t	28.2 m				LUCIA											
2	4	Isotanque con Agua						MULTICAT											
3	1	Isotanque con combustible						LUCIA											
4	7	Paquetes de aceros						PLATAFORMA TRANSICION											
5	1	Isotanque con Agua						PLATAFORMA TRANSICION											
6	1	Canasta de material azul de 6m con acero	11 t	6m				PLATAFORMA TRANSICION											
7	2	Canastas de material amarilla de 3m con acero	6.5 t - 3t	3 m				PLATAFORMA TRANSICION											
8	2	canastas de materiales amarilla de 1m (Material civil)		1 m				PLATAFORMA TRANSICION											
10																			
24		TOTAL OF GROSS WEIGHT ==>	0																
I hereby certify that the following information is true and correct to the best of my knowledge and belief. For and on behalf of:						GUILLERMO CIFUENTES		Signature											
A Copy of this cargo manifest must be send to:																			

Ilustración 30. manifiesto de salida de la barcaza BORIS. Fuente: Elaboración propia.

Luego que la barcaza llegue al área de instalación, se posiciona en el frente de trabajo donde se va a descargar el material en un primer recorrido. Para el posicionamiento de la barcaza, se utiliza el multicat, ya que, este cuenta con un brazo articulado, el cual puede organizar las anclas de la barcaza y asegurarlas en el lugar deseado, recostando la barcaza en los yokohamas que son defensas marítimas, que sirven para amortiguar la energía que se genera al golpear la barcaza con el lugar de impacto), en el caso de Q3/Q4 se posiciona el yokohama donde se encuentra un sleeve para evitar que la barcaza genere daños debido a los golpes de la misma producidos por el oleaje del mar. Esto se puede apreciar en la ilustración 31.



Ilustración 31. lugar de posicionamiento de la barcaza. Fuente: Elaboración propia.

Cuando se termina el proceso de posicionamiento de la barcaza, se procede a realizar el descargue de material en los frentes de trabajo, para el caso de Q3/Q4 se tiene una grúa móvil con referencia Tadano GR-1000XL con capacidad máxima de 100 toneladas, montada sobre ruedas, la cual le permite desplazarse en la plataforma de transición para descarga y organizar sobre ella misma los materiales llevados sobre la barcaza, ya que, está es utilizada como acopio de material para el frente de Q3/Q4 y Trestle. Mientras que para el frente de Q1/Q2, se utiliza el multicat para

descargar el material y posicionarlo sobre el encofrado del frente (ver ilustración 31). Es importante recalcar, que este frente no tiene un lugar aún para acopiar grandes cantidades de acero, por tanto, solo se envía lo necesario para garantizar el sistema de avance de armado y vaciado de concreto.



Ilustración 32. Multicat descargando material. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se realiza un manifiesto de salida desde los frentes de trabajo hacia el muelle de servicio especificando los materiales para poder mejorar el sistema de planeación para los envíos de material. Actualmente se utiliza el mismo formato de entrada que se muestra en la ilustración 30, teniendo en cuenta que se hace en sentido contrario, es decir, de los frentes de trabajo hacia muelle de servicio.

7. Conclusiones

Mediante este trabajo se ha logrado identificar nuevas oportunidades de mejora, que pueden ayudar al proceso logístico ya existente, reduciendo los tiempos de entrega y evitando el retraso en el avance de la obra, y por consecuencia una disminución en los sobrecostos logísticos y en los tiempos de entrega.

La implementación, análisis y actualización al formato de consumo de acero ha permitido obtener una visión mucho más detallada y precisa sobre las toneladas de acero que se ha enviado a cada frente, donde se puede realizar una comparativa con base a las secuencias de armado, permitiendo así, un contraste entre el consumo de acero teórico en comparación al real.

Gracias a ejecución de las acciones de mejora propuestas, tales como, el uso de eslingas de cadena para aumentar las capacidades de envíos y evitar sobre costos por el desgaste excesivo que presentan las eslingas sintéticas al asegurar los paquetes de acero para realizar los procesos de izaje, junto con la identificación y marcación de las canastas de material, se ha evidenciado una mejora significativa en el sistema de trazabilidad, permitiendo así una mejor planeación y control sobre las cantidades de acero y material que se pueden para enviar a los diferentes frentes.

En conclusión, este proyecto busca mejorar los procesos logísticos tanto terrestre como marítimo del envío del acero a los diferentes frentes muelles del megaproyecto, demostrando así, la gran importancia que presenta la planeación y control en obras de tal magnitud.

8. Referencias bibliográficas

Code Contract. (8 de Marzo de 2024). *Construyendo con confianza: Trazabilidad, la clave de la seguridad en construcción*. Obtenido de <https://codecontract.io/construyendo-con-confianza-trazabilidad-la-clave-de-la-seguridad-en-construccion/#:~:text=La%20trazabilidad%20en%20la%20construcci%C3%B3n%20se%20entiende%20como,un%20elemento%20o%20actividad%20dentro%20de%20un%20proyecto>

Guarín Giraldo, G. W. (18 de Agosto de 2011). Impacto de la Variabilidad Climática en la Producción de Banano en el Urabá Antioqueño.

Instituto Colombiano Agropecuario . (16 de abril de 2021). *El ICA declaró la región de Urabá libre de Fusarium Raza 4 Tropical*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-declaro-uraba-libre-fusarium-raza-4-tropical#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20banano%20en,valor%20de%20US%20%24585%20millones.>

MALDONADO FLORES , J. L. (Diciembre de 1996). Aceros y sus aplicaicones. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/421/1/1020118272.PDF>

Organización Internacional de Normalización. (2015). Norma ISO-9001. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Puerto Antioquia . (2022). *Un sueño de región*. Obtenido de <https://www.puertoantioquia.com.co/es/about>

9. Anexos

Se realiza el soporte del correo semanal para los pedidos de acero.

Cordial saludo

Anexo la programación de logística de material para obra civil de 02/09/2024 al 08/09/2024, los cuales serán enviados a la plataforma transición, Q3/Q4, Q1/Q2 y Buzca.

Programación de envíos izaje.				
Item	Método de envío	Cantidad	Destino	Fecha de entrega muelle
1	Canasta 3m	4	Trestle 11 - Q3/Q4	PERIODICAMENTE
2	Canasta 3m	4	Q1/Q2	PERIODICAMENTE
3	Canasta 6m x 2,5m	4	Trestle 11 - Q3/Q4	PERIODICAMENTE
4	Canasta 6m x 2,5m	6	Q1/Q2	PERIODICAMENTE
5	Isotank de combustible (ACPM)	6	TP - Q3/Q4	URGENTE
6	Isotank de combustible (ACPM)	3	Q1/Q2	URGENTE
7	Isotank de combustible (ACPM)	3	EGCM 003	URGENTE
8	Isotank de combustible (ACPM)	3	BUZCA	URGENTE
9	Isotank de agua	10	TP - Q3/Q4	PERIODICAMENTE
10	Isotank de agua	4	Q1/Q2	PERIODICAMENTE
11	Isotank de agua	4	BUZCA	PERIODICAMENTE
12	Canasta de gases (oxígeno y acetileno)	2	Q1/Q2	PERIODICAMENTE
13	Canasta de gases (oxígeno y acetileno)	2	TP - Q3/Q4	PERIODICAMENTE
14	Paquetes de acero	50	TP - Q3/Q4 - Q1/Q2	PERIODICAMENTE

Programación de envíos acero				
Orden de prioridad	Método de envío	Cantidad	Plano de referencia	Destino
1	Plan coupler	1		Suministra Said
2	Acero B1 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15251	Q1/Q2
3	Acero B2 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
4	Acero B3 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
5	Acero B4 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15253	Q1/Q2
6	Acero B5 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
7	Acero B6 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15252	Q1/Q2
8	Slab S4 (eje 2 y 3)	1	15304	Q1/Q2
9	Slab S2 (eje 2 y 3)	1	15302	Q1/Q2
10	Acero B7 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15254	Q1/Q2
11	Acero B8 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15255	Q1/Q2
12	Acero B9 (TYPE 3 - 1 UND Y TYPE 2 - 1 UND)	1	15256	Q1/Q2
13	Slab S9 (eje 3 y 5)	1	15309	Q1/Q2
14	Slab S8 (eje 3 y 5)	1	15308	Q1/Q2