



Informe Final Practica Académica
Modalidad Práctica Empresarial
Facultad de Ingeniería
Escuela Ambiental
Ingeniería Civil

Identificación del estudiante

| | |
|----------------------|-------------------------|
| Nombres y apellidos. | Rodrigo Betancur Correa |
| Semestre académico | Décimo |

Identificación del asesor interno (U. de A.)

| | |
|---------------------|------------------------------------|
| Nombres y apellidos | Jhovanny Alexander Agudelo Agudelo |
|---------------------|------------------------------------|

Identificación del asesor externo (empresa)

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Nombres y apellidos | Guillermo Augusto Roder Chaparro |
| Cargo | ING. Residente |

Identificación de la empresa

| | |
|----------------------|--|
| Nombre de la empresa | Constructora Gomeco S.A.S. |
| Dirección | |
| Ciudad | Girardota |
| Teléfono | |
| Actividad económica | Construcción de edificios y obras de ingeniería civil. |

AUXILIAR EN EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS CICLICOS EN EL
MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

CONTENIDO

| | |
|------------------------------------|----|
| 1. RESUMEN | 3 |
| 2. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 3. OBJETIVOS..... | 5 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL | 5 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 4. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 5. PLANTEAMIENTO DELPROBLEMA | 7 |
| 6. METODOLOGÍA | 8 |
| 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS..... | 9 |
| 8. CONCLUSIONES | 14 |

1. RESUMEN

Este informe contiene la información correspondiente al trabajo desarrollado durante el semestre de industria, llevado a cabo en el Centro Logístico Industrial del Norte (CLIN).

Este proyecto se ejecuta por medio de elementos prefabricados y carece de una programación bien definida para las actividades efectuadas en el frente de izaje lo que ha generado muchos retrasos en la entrega de las bodegas, lo que plantea claramente una problemática que se buscó dar solución durante el semestre 2018-2 mediante la eliminación de tiempos muertos y la optimización de recursos y mano de obra haciendo uso del diagrama de Gantt

2. INTRODUCCIÓN

En el campo de la construcción en Colombia el empleo de estructuras prefabricadas de hormigón se ha vuelto cada vez más común gracias a la llegada de nuevas tecnologías y a su vez el aumento en la exigencia y normatividad de las construcciones civiles en la actualidad.

La obra civil del Centro Logístico Industrial del Norte (CLIN) es un proyecto de tipo privado, el cual está siendo ejecutado por la constructora Gomeco S.A.S. El proyecto se encuentra ubicado en la vereda la Matica parte baja (Área rural de Girardota), se encuentra a un lado de la autopista norte.

El Centro Logístico Industrial del Norte (CLIN) es un Centro logístico de 72 bodegas construidas en un lote de 30 hectáreas. El cual se destaca por sus métodos constructivos que constan básicamente de elementos prefabricados e izados que reducen notablemente el tiempo de ejecución.

El proceso constructivo por medio de prefabricados consta de varias partes como lo son el diseño, la fabricación y la instalación de los elementos entre otros procesos intermedios, como lo son el transporte al sitio de izaje, los pedidos de los suministros y demás actividades que complementan un ciclo.

Su utilización genera numerosas ventajas con respecto a los métodos tradicionales de construcción, dichas ventajas pueden ser la reducción de los plazos y los costos de mano de obra, pues no se tiene la necesidad de una mano de obra altamente cualificada.

Este trabajo se enfoca en el mejoramiento de los procesos cíclicos para el izaje de los elementos prefabricados buscando optimizar dichos ciclos y corregirlos o eliminar tiempos muertos entre actividades de rutina, reduciendo así los tiempos de construcción de la obra.



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GENERALES

Optimizar los procesos cíclicos en el montaje de elementos prefabricados mediante una adecuada planeación, logrando sacar el máximo provecho a las ventajas de los prefabricados poniendo en práctica lo aprendido sobre programación de obras civiles.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recolectar información acerca de los rendimientos obtenidos de cada elemento que forma parte del proceso de izaje para así optimizar y mejorar los plazos.

Reconocer los problemas principales que se presentan en obra que generan pérdidas de tiempo, costos materiales y peligros latentes para el personal de trabajo.

Generar procesos cíclicos que faciliten el desarrollo de las operaciones que se ven constantemente entorpecidas por la falta de una adecuada planeación, pensando siempre en trabajar en pro del “justo a tiempo”

4. MARCO TEÓRICO:

Con el fin de comprender el objeto de la presente propuesta, se definen, a la luz de la ingeniería civil, algunos conceptos claves relacionados con el control de ciclos de trabajo.

DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. A pesar de esto, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades.

TEORÍA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es una de las dos técnicas que conforma el estudio del trabajo, correspondiendo la segunda al estudio de métodos, esta última se utiliza para

registrar y analizar, crítica y sistemáticamente los modos de realizar las actividades, con el fin de efectuar mejoras (BSI, citado en OIT, 2002) y está estrechamente relacionada con el estudio de tiempos o medición del trabajo, técnica que permite el establecimiento de estándares de tiempo en el desarrollo de una labor pues considera los suplementos u holguras por fatiga y por retrasos personales e inevitables asociados a la ejecución de una labor

Rendimiento de mano de obra.

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

Consumo de mano de obra.

Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH / um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra. La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible. (Botero, 2002, p 3).

Ciclo de trabajo y división de la operación en elementos

Un elemento es la parte delimitada de una actividad y un ciclo de trabajo comprende el inicio del primer elemento de la actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación. Lo anterior significa que una observación de la operación implica la observación de un ciclo de trabajo.

Para lograr los objetivos de un estudio de tiempos es necesario tomar varias observaciones lo cual se facilita dividiendo la operación en elementos, según el texto de la organización internacional del trabajo (OIT, 2002, p 297) esto permite: 27

1. Dividir el trabajo productivo del improductivo.

2. Estimar los cambios en el ritmo de trabajo del operador con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro puesto que quizá el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo.
3. Identificar y separar los diferentes tipos de elementos para ocuparse de cada uno según corresponda.
4. Reconocer los elementos que causan fatiga especial con lo cual es posible establecer con mayor exactitud los tiempos marginales de descanso (suplementos por fatiga).
5. Confrontar más fácilmente el método con lo cual se nota más fácilmente si se omiten o añaden elementos, para el caso en que hayan protestas contra el tiempo de la labor.
6. Realizar una especificación detallada del trabajo.
7. Extraer los tiempos de los elementos que se repiten constantemente (OIT, 2002).

Cuadrilla

Es el conjunto de trabajadores requeridos para ejecutar una labor específica en una obra de construcción, en otras palabras se define también, como la persona o grupo de personas de diferente especialidad, que consumen algún tiempo en la ejecución de una actividad.

Izaje de cargas: es una operación de alto riesgo dadas las condiciones involucradas, como el peso mismo de las cargas, las fuerzas requeridas, la necesidad de coordinación entre todos los participantes y el correcto funcionamiento de equipos y accesorios.

Grout: es un relleno estructural sin contracción para la colocación bajo estructuras y maquinaria. Adhiere el equipo dinámico a su base para formar un monolito que contrapone la vibración. Mortero especializado para el relleno de espacios. Mortero que no tenga contracción o que tenga expansión positiva.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las bodegas se diseñaron con una geometría muy uniforme, lo que ofrece la facilidad de tener elementos con las mismas dimensiones y especificaciones, y al ser un proyecto tan grande el vaciado de dichos elementos se convierte en una producción

masiva de cientos o miles de cada especie, es aquí donde se encuentra el plus de los prefabricados. Una vez los elementos vaciados han tenido un tiempo suficiente de fraguado, es momento de salir de las pistas e ir al sitio de izaje, a partir de este punto comienza a actuar el ciclo de trabajo para el frente de izaje, lo que genera así la necesidad de tener una adecuada programación de las actividades que se convierten en algo rutinario para los cientos de elementos que se deben instalar.

La finalidad de este trabajo es entonces elaborar una programación que al momento de inicio de las prácticas es inexistente, donde el montaje de dichos elementos se ha hecho de una manera empírica, dando cabida a pérdidas sustanciales en mano de obra y maquinaria con tiempos muertos.

6. METODOLOGÍA

Para cumplir a cabalidad con los objetivos planteados en la práctica se debe hacer un recuento de la cantidad de elementos diarios montados, teniendo en cuenta cada una de las actividades intermedias que son necesarias para hacer posible el montaje de uno de estos elementos, sean vigas o columnas. Dicha contabilidad se lleva en libretas de campo proporcionadas por la empresa, también se cuenta con bases de datos en Excel y bitácoras de obra donde se data la mayoría de factores que afecta el rendimiento diario como los factores climáticos, los retrasos por falta de material en obra y las fallas mecánicas de las maquinas; también se cuenta con planos para generar rutas de transporte interno de los elementos en obra, que es un factor considerable en la labor de montaje.

Una vez se tenga bien identificados dichos rendimientos y actividades se continua con la elaboración de un plan de trabajo que genere una correcta metodología de construcciones en serie, evitando las pérdidas o tiempo muerto y tener más de un plan, dado que basado en la experiencia obtenida hasta la fecha, es habitual que se presente más de un percance en el transcurso del día.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se presenta en un diagrama de Gantt donde se ve reflejado cada actividad que se debe tener en cuenta para el izaje de columnas y a su vez, la cantidad de tiempo que se tarda cada una. Se buscó optimizar los tiempos realizando simultáneamente diferentes actividades que fuesen independientes.

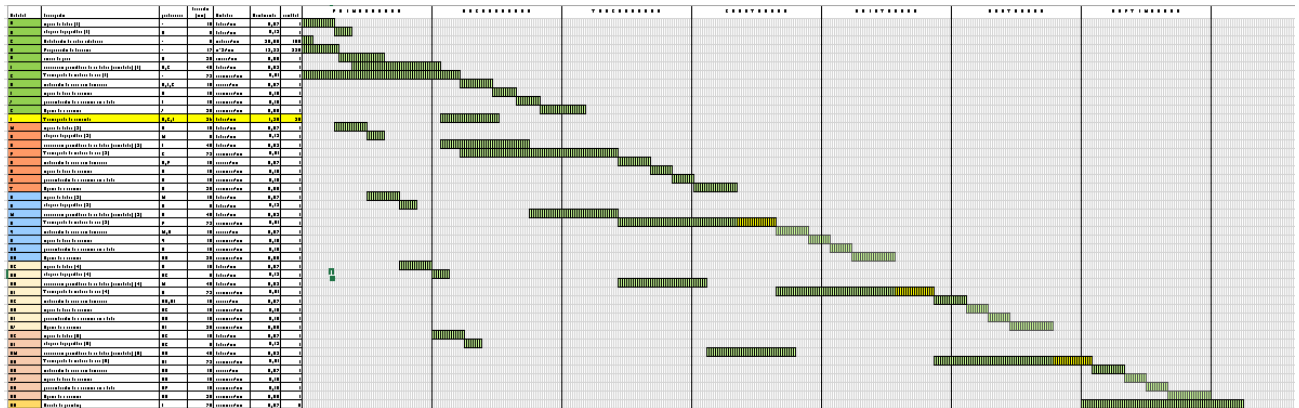


Imagen 1 (Diagrama de Gantt para izaje de columnas en una jornada diaria)

El diagrama se encuentra dividido en horas y a su vez, subdividido en minutos, La programación está dada para alcanzar un izaje de mínimo 5 columnas en una jornada de 8 horas, cabe destacar que en varios momentos del día, la ruta crítica recae sobre el transporte del material, ya que solo se cuenta con una mula como medio para transportar dichos elementos, el rendimiento se ve ralentizado por las dificultades que se presentan para la movilización dentro de la obra, por el mal estado de algunas vías y accesos.

A continuación se muestra el listado de las actividades de una manera más detallada en donde se muestra que actividad es precedente de las otras y cada uno de los rendimientos determinados por medio de la recolección de datos en campo. La columna llamada unidades hace referencia a las unidades del rendimiento de las actividades.

| Actividad | descripción | predecesor | duración (min) | Unidades | Rendimiento | cantidad |
|-----------|---|------------|----------------|---------------------|-------------|----------|
| A | limpieza de datos (1) | - | 15 | datos/min | 0,07 | 1 |
| B | chequeo topográfico (1) | A | 8 | datos/min | 0,12 | 1 |
| C | Distribución de redes eléctricas | - | 5 | metros/min | 20,00 | 100 |
| D | Preparación del terreno | - | 17 | m ² /min | 13,33 | 225 |
| E | anclaje de grúa | D | 20 | anclaje/min | 0,05 | 1 |
| F | correccion geométrica de los dados (canchado) (1) | B,C | 40 | datos/min | 0,03 | 1 |

| | | | | | | |
|----|---|-------|----|--------------|------|----|
| G | Transporte del material de izaje (1) | - | 73 | columnas/min | 0,01 | 1 |
| H | instalación de collar con tensores | E,F,G | 15 | collares/min | 0,07 | 1 |
| I | limpieza de base de columna | H | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| J | presentación de la columna en el dado | I | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| K | Aplome de la columna | J | 20 | columnas/min | 0,05 | 1 |
| L | Transporte del cemento | A,C,F | 26 | bultos/min | 1,35 | 35 |
| M | limpieza de dados (2) | A | 15 | dados/min | 0,07 | 1 |
| N | chequeo topográfico (2) | M | 8 | dados/min | 0,12 | 1 |
| O | correccion geométrica de los dados (canchado) (2) | F | 40 | dados/min | 0,03 | 1 |
| P | Transporte del material de izaje (2) | G | 73 | columnas/min | 0,01 | 1 |
| Q | instalación de collar con tensores | O,P | 15 | collares/min | 0,07 | 1 |
| R | limpieza de base de columna | Q | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| S | presentación de la columna en el dado | R | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| T | Aplome de la columna | S | 20 | columnas/min | 0,05 | 1 |
| U | limpieza de dados (3) | M | 15 | dados/min | 0,07 | 1 |
| V | chequeo topográfico (3) | U | 8 | dados/min | 0,12 | 1 |
| W | correccion geométrica de los dados (canchado) (3) | O | 40 | dados/min | 0,03 | 1 |
| X | Transporte del material de izaje (3) | P | 73 | columnas/min | 0,01 | 1 |
| Y | instalación de collar con tensores | W,X | 15 | collares/min | 0,07 | 1 |
| Z | limpieza de base de columna | Y | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| AA | presentación de la columna en el dado | Z | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| AB | Aplome de la columna | AA | 20 | columnas/min | 0,05 | 1 |
| AC | limpieza de dados (4) | U | 15 | dados/min | 0,07 | 1 |
| AD | chequeo topográfico (4) | AC | 8 | dados/min | 0,12 | 1 |
| AE | correccion geométrica de los dados (canchado) (4) | W | 40 | dados/min | 0,03 | 1 |
| AF | Transporte del material de izaje (4) | X | 73 | columnas/min | 0,01 | 1 |
| AG | instalación de collar con tensores | AE,AF | 15 | collares/min | 0,07 | 1 |
| AH | limpieza de base de columna | AG | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| AI | presentación de la columna en el dado | AH | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| AJ | Aplome de la columna | AI | 20 | columnas/min | 0,05 | 1 |
| AK | limpieza de dados (5) | AC | 15 | dados/min | 0,07 | 1 |
| AL | chequeo topográfico (5) | AK | 8 | dados/min | 0,12 | 1 |
| AM | correccion geométrica de los dados (canchado) (5) | AE | 40 | dados/min | 0,03 | 1 |
| AN | Transporte del material de izaje (5) | AF | 73 | columnas/min | 0,01 | 1 |
| AO | instalación de collar con tensores | AN | 15 | collares/min | 0,07 | 1 |
| AP | limpieza de base de columna | AO | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| AQ | presentación de la columna en el dado | AP | 10 | columnas/min | 0,10 | 1 |
| AR | Aplome de la columna | AQ | 20 | columnas/min | 0,05 | 1 |
| AS | Vaciado de growing | L | 75 | columnas/min | 0,07 | 5 |

Tabla 1

A continuación se da una breve descripción de las actividades más relevantes:

Chequeo Topográfico de los dados:

Esta actividad deberá ejecutarse ya que es la que indica cual columna puede izarse puesto que ya el punto se encuentra con el diseño del proyecto. En el proceso de vaciado de los dados (cimentación) pueden quedar imperfecciones y se deben corregir asegurándose de que los ejes de la columna coincidan con los ejes dibujados en las muescas de los dados, lo que implica un proceso de canchado para ajustar dichos ejes.

Transporte del cemento de alta resistencia:

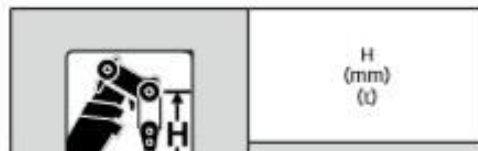
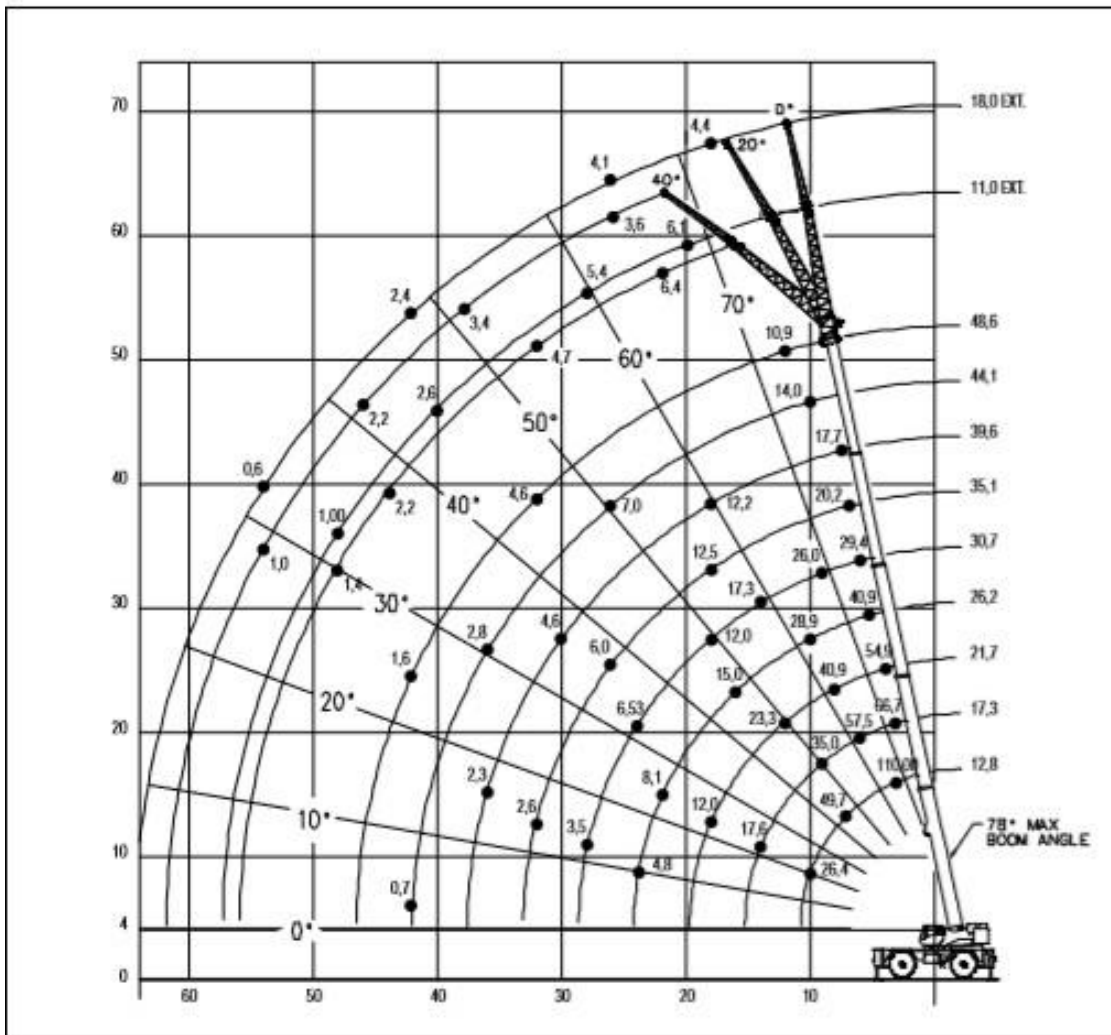
Ésta actividad debe ejecutarse una vez se tenga claro la cantidad estimada de columnas a izar en el sitio. Se debe tener cuidado de cubrir si llegase a sobrar.

Transporte de material de izaje:

Las columnas destinadas para izaje tienen un peso aproximado entre 15 y 17 toneladas los tipos grandes, y 8 toneladas aproximados las columnas pequeñas. Estos elementos se encuentran acopiadas en lugares específicos de la obra, mas no de una forma bien ordenada por lo que es muy posible que se tenga que mover distintos elementos para cargar una columna en específico. Para el movimiento de columnas la obra cuenta solo con un medio de transporte (1 planchón con mula o un buldócer adaptado con una quinta rueda).

Distribución de redes eléctricas: Para el vaciado del grouting es necesario un taladro revolvedor que requiere una conexión de 110 voltios. La obra cuenta con distribución de redes eléctricas y algunos puntos de extensión (tableros). Estos puntos se pueden desplazar de manera limitada sin embargo se pueden añadir extensiones de hasta 100 metros (que son con las que cuenta la obra). Es muy importante pensar con antelación en que todos los puntos de izaje cuenten con una conexión a la red eléctrica.

Preparación del terreno: La obra CLIN cuenta con 4 grúas para el izaje, pero solo una grúa cuenta con la capacidad de carga suficiente para maniobrar las columnas, otra más puede hacerlo pero de manera muy limitada, sin embargo no se puede pensar solo en la capacidad de carga de la grúa basándose en las tablas de capacidades



la capacidad portante del suelo es igual de importante que la capacidad de las grúas pues, si no se tiene en cuenta podría generar un accidente.

Aplome de columnas:

Las columnas, al ser prefabricados su colocación tiene implícito un proceso de aplome que requiere de dos equipos de topografía ubicados en dos ejes perpendiculares entre sí, con la finalidad de asegurar la verticalidad de la misma se marca los ejes de las columnas en la base que queda visible (90 cm por encima del nivel de desplante) y se marcan sobre la misma cara cerca de la corona el mismo eje para buscar mantener linealidad luego de su colocación. La grúa sostiene las columnas con una viga de acero que tiene anclados dos cables de acero trenzado los cuales se aseguran a la columna con un eje transversal, la grúa puede aproximar

el aplome de la columna, pero no es lo suficientemente sensible como para dejarla en el punto exacto, para lograr este refinamiento del aplome se usan tensores que están amarrados previamente con un “collar” en la parte superior de la columna, estos tensores tendrán que anclarse momentáneamente a otros elementos denominados “dados de concreto” ubicados en sitio en las cuatro direcciones de los cuatro tensores. El aparejador de la grúa tiene la tarea de retirar el eje de la columna una vez se termine con el proceso de aplome. Nota: si la columna logra ser aplomada sin tensores, el aparejador puede desinstalar el collar y bajarlo con el eje, de lo contrario se debe esperar a que fragüe el producto que fije el elemento en la base.

Vaciado en la base de la columna:

Una vez la columna se ha aplomado se hace un vaciado en la base en el espacio que queda entre la muesca y la columna con un cemento de secado rápido y alta resistencia que fijara definitivamente el elemento al sitio.

MATERIALES NECESARIOS PARA EL IZAJE DE 1 COLUMNA

Un collar con 4 tensores.

7 bultos de Cemento de alta resistencia (Masterflow 128).

20 cuñas.

Extensiones eléctricas.

MAQUINARIA

Equipo de elevación boom lift Genie Z-60.

Grúa RT Grove 9130 ó RT Grove 875.

Telehandler.

Herramienta menor: almadanas de 12 lbs y 18 lbs.

Bomba extractora de agua.

Machín con punta larga.

PERSONAL

Una cuadrilla de trabajo (oficial y 2 ayudantes).

Un operador de grúa.

Un aparejador.

Una cuadrilla de topografía (2 estaciones o teodolitos, dos topógrafos).

La ejecución la programación se hizo efectiva en el inicio del montaje de uno de los bloques donde no se había montado aún ningún elemento para la fecha de inicio de prácticas (julio de 2018).

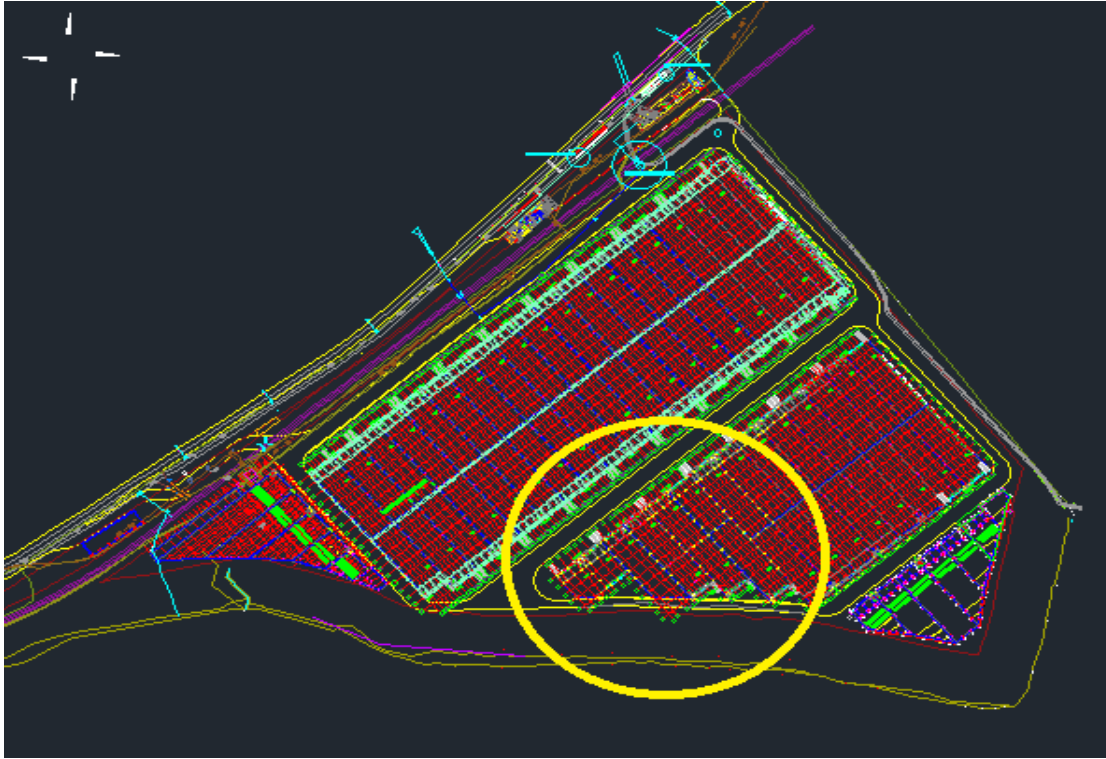


Imagen 2 (bloque nuevo)

8. CONCLUSIONES

- Con este trabajo se pudo concluir que el uso de los prefabricados en la construcción debe hacerse de una manera muy bien estructurada a nivel organizacional para lograr explotar el verdadero potencial que hay en esta modalidad.
- Debe evitarse en la mayor medida el reproceso de las operaciones ya que al ser una producción en masa, si se comete un error también puede convertirse en algo masivo y corregirlo se convierte en algo verdaderamente costoso a nivel de tiempo hombre, tiempo de maquinaria y materiales; como lo es el paso de canchar los datos ya que se cometió un error con la topografía en un inicio y no coincidió la marcación con el diseño.
- Es muy importante tener en cuenta la forma en que se transporta el material ya que ahí recae la ruta crítica y la mayoría de tiempo se consume en el transporte de este.

REFERENCIAS

<https://www.semana.com/contenidos-editoriales/un-pueblo-mistico/articulo/un-puerto-en-medio-de-las-montanas-asi-sera-el-centro-logistico-mas-grande-de-antioquia/595681>

GROVE RT9130-E2 PRODUCT GUIDE

Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2002. Introducción al estudio del trabajo, 2.a ed., México, Limusa.

Botero, L. F. (2002), "Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de la construcción en proyectos de vivienda de interés social", Medellín, Escuela de administración, finanzas y tecnología (EAFIT), departamento de ingeniería civil