



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte que para obtener el título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa: Grupo Balandra Ingeniería y construcción

Nombre del Proyecto: Cálculos Estructurales Para Montaje De Grúa Viajera.

Presenta: Andres Ivan Murillo Sanchez

Cuitláhuac, Ver., a 20 de Abril de 2016



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. Arely Vallejo Hernández

Nombre del Asesor Académico:

Ing. Enrique Medorio Hernández

Nombre del Alumno:

Andres Ivan Murillo Sanchez

## Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
CAPÍTULO 1.....	5
INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Planteamiento del Problema.....	7
1.2 Objetivos .....	8
1.3 Justificación del Proyecto.....	8
CAPÍTULO 2.....	9
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA .....	9
Misión: .....	10
Visión:.....	10
CAPÍTULO 3.....	12
MARCO TEÓRICO .....	12
CAPÍTULO 4.....	13
DESARROLLO DEL PROYECTO DE ESTADÍA.....	13
CAPÍTULO 5.....	34
CONCLUSIONES.....	34
CAPÍTULO 6.....	39
ANEXOS.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	52

### **AGRADECIMIENTOS.**

En primer lugar mi primer agradecimiento es a Dios, quien me ha dado la oportunidad de la existencia y que por su gracia me permite poder culminar con mis estudios de nivel ingeniería, siendo este uno de mis máximos sueños esperados en mi vida, en segundo lugar quiero agradecer a mi familia quien en todo momento me mostro su más sincero apoyo y animo mientras culminaba esta faceta de mi vida cada palabra de ánimo expresada impactaron de manera favorable para sentir el respaldo y apoyo de ellos, en tercer lugar y muy importante también quiero agradecer a Jaqueline Álvarez Bringas mi novia, quien dicha mujer ha sido mi impulso para realizar este término tan importante para mí y que sin su ayuda no creo haber podido terminar agradezco sus ánimos y esfuerzos en apoyo hacia a mí y en cuarto lugar quiero agradecer a todas esas amistades que me brindaron una palabra de ánimo y felicitación durante esta bella faceta de mi vida

Gracias a todos.....

### RESUMEN

GRUPO BALANDRA ingeniería y construcción, es una empresa dedica y enfocada al servicio en la rama de la construcción de cualquier índole de proyecto que involucre la pre edificación y construcción de obra civil por una parte y por la otra, la fabricación y montaje de estructuras metálicas, y es en esta rama en donde se llevara a cabo la realización del proyecto denominado montaje de grúa viajera, la empresa ASFK R.L de C.V con ubicación exacta en el corredor industrial de ciudad Sahagún Hidalgo México. Dicha empresa en el mes de diciembre de 2015 solicito los servicios de grupo balandra ingeniería y construcción para llevar a cabo dicho proyecto, esto no solo incluye el montaje de la grúa viajera en el área de hornos si no también, calculo, diseño estructural, fabricación de trabe carril y montaje de rieles estos rieles cabe mencionar que deberán ser seleccionados (comentan) de acuerdo al número de modelo del riel que se utilizara en este caso para dicho riel no se llevara a cabo ningún cálculo estructural ya que se copiara el modelo de rieles que se tiene ya instalados dentro de la nave de fundición cabe mencionar que de igual forma debe de realizarse la ampliación de la nave, (13ml x 17m(h)) que esto a su vez requiere de la misma participación de la empresa de esta ampliación ya se cuenta con planos de datos para su realización, esto incluye trabes y columnas de carga para ampliación de la nave así como terminación en cubierta metálica en techo y faldones laterales (lamina pintro blanca cal 26 y 24).

### CAPÍTULO 1

#### INTRODUCCIÓN

Cada uno de los trabajos realizados por parte de grupo balandra ingeniera y construcción que se han llevado a cabo dentro del departamento de fabricación y montaje de estructura metálica cuenta con un gran respaldo de calificación en cuestión de criterios de calidad bajo supervisión de obra de acuerdo a normas ASTM Y ASME ambas sobre aplicación e inspección de procesos de soldadura el tema de la calidad en esta área juega un papel muy importante ya que por el tipo de materiales a utilizar dentro del área de la industria de la metalmecánica debe de ser previamente inspeccionado dependiendo la aplicación que se le valla a dar en el trabajo a realizar, el historial del tema de la industria metalmeccanica participantes dentro de la industria de la construccion ha tenido como mayor ahuje de los años 90 hasta la fecha y con factor a “creciente” ya que la participacion del acero del acero A-36 y aceros de aleacion especializados ha tenido una mayor demanda por el hecho de factores muy importantes: estos son TIEMPO y COSTES ambos tomados de la mano no solo en la industria de la construccion si no en muy otras cuestiones tanto administrativas de aplicación y uso comun en muchos tipos de trabajo alrededor del mundo, no solo es cuestio de poder reducir los costes y/o el tiempo ya que si uno de estos falla (osea tiende a aumentar mas de lo planeado y/o acordado por ende el segundo tambien incrementara de manera paralela en deacuerdo a lo planeado es por eso que no podemos descuidar ninguno de estos en este proyecto abordaremos tan importantes como estos jugando un papel tambien de prioridad la seguridad laboral y la salud integral de los trabajadores estas tres en en custiuones de aplicación muy diferentes no las podemos descuidar durante el desaroollo en campo de cuyalquier proyecto llamese del tipo que sea regresando al tema de los tiempos y los costes uno de los objetivos de seguyndo plano es no presupuestar gastos innecesarios por falta de planeacion u organización los trabajos a realizar o que llevaresmos a cabo dentro de este gran importante proyecto requieren de una alta precision en su planeacion y

ejecucion dentro de campo de obra cada una de las gruas viajeras instaladas dentro de la empresa ya antes mencionada se realizo con un sistema de montaje denominado coloquialmente como “sistema de montaje espejo” este termino se le otorga por el hecho de que para llevar a cabo el montaje de dicha grua previamente necesitamos la aplicacion y/o instalacion de los rieles horizontales de desplazamiento para el montaje de nuestra grua, no obstante sin mencionar y que es de suma importancia la forma de sujecion de estos rieles de desplazamiento para la grua existen dos formas de fijacion como en cualquier otro trabajo esta el metodo facil y el metodo dificil el metodo facil incluye la previa imitacion de los clips de sujecion para rieles de forma adecuada (como lo marca la norma) si es decir una replica en fabricacion de un clip de sujecion dependiendo el modelo o el tipo de riel que se va a sujetar, cada uno de estos debe de contar con un espacio interlineal de separacion de 0.60M entre centro a centro de estos clips (siendo esta la forma adecuada o casera de instalacion de estos clips) la diferencia entre una instalacion de rieles con clips de sujecion previamente fabricados de algun material similar o parecido, esta se radica en el o en los puntos de sujecion (amarre de soldadura) de cada clip ya que este al ser de manera previamente fabricado no cuenta con un sistema de fijacion bien definido siendo esta la gran diferencia ya que el punto de ruptura se rebasara de manera mas pronta en la forma mas sencilla de fijacion o sea por medio de los clips de sujecion ya fabricados, y ya por el otro lado el clip previamente elegido y comprado a las necesidades requeridas de perfil para cada tipo de riel (americano o ) tienen o ya cuentan un metodo de aplicacion de soldadura (area para soldar) marcada en el area plana de asentamiento, siendo esto lo que nos ayude a poder mantener mas alta y rigidamente nuestro punto de ruptura de nuestro material ya que al ser de manera atornillada la holgura mecanica que se llevara a cabo en area de union del clip con la trabe carril es mas detallada y prologada a una libertad de punto elastico a punto plastico, al tener realizado la instalacion y montaje de los dos rieles horizontales en nuestra trabe carril (previamente ya montada) por medio del metodo coloquial sistema de alineacion por espejo.

El sistema espejo no es mas una forma de alineamiento horizontal de dos líneas llámese de la aplicación que sea, puede llegar a ser una viga de perfil IR, momtenes para cubiertas, trabes de carga y trabes de amarre de puntos críticos de la estructura o bien puede llegar a ser útil para la alineación de un preevaporador y/o un condensador de los ingenios azucareros, este sistema de alineación es necesario ya que por los puntos de sujeción de las ruedas de las grúas viajeras que se trasladan durante todo su trayecto del riel, tomando un porcentaje total de la rueda en un 100% de todo su circunferencia, lo que se cuenta como punto de apoyo y contacto de fricción para su desplazamiento es solo de un 10% contando solo con dos guías, este sistema de alineamiento es requerido por parte de la empresa-cliente (A.S.F.K DE MEXICO) por cuestiones de seguridad en el trabajo y por consiguiente por motivos de calidad (llanta en traspaso de desplazamiento totalmente paralelas)

### 1.1 Planteamiento del Problema

Dentro de la nave de fundición de la empresa A.S.F.K DE MEXICO actualmente se cuenta con el uso de dos grúas viajeras con capacidad de 200 y 50 toneladas cada una pero existe el inconveniente que una de ellas ya ha cumplido con su tiempo de vida útil en su sistema de transmisión de potencia (sistema mecánico) y su capacidad de carga no es la requerida por parte del área en la que se encuentra, cabe mencionar que dicha empresa ha incrementado su demanda de producto terminado para la exportación hacia el extranjero algunos países por mencionar: Japón Brasil y Estados Unidos, Elegir la instalación de una nueva grúa viajera no ha sido el punto más importante si no su trabajo de tras de cámaras ya que para ello se requiere de una inmensa investigación y aplicación de cálculos matemáticos para llevar a cabo el cálculo estructural para soporte de carga (soporte de carga segura) así como previa fabricación de trabe carril y columnas de carga.



Formular una pregunta para que guíe el desarrollo del trabajo.

Como voy a lograr este proyecto y cuales serán mis puntos de apoyo (llámese de cualquier índole)

### 1.2 Objetivos

Crear una memoria de cálculo para la fabricación estructural de las traveses carril.

Levantar trazo de lineamiento para la fabricación en longitudes correctas de nuestra trabe carril así como niveles.

Fabricar trabe carril.

Realizar el montaje de trabe carril para el desplazamiento de la grúa (montaje estructural)

Montar rieles de contacto para grúa viajera con su respectivos clips de sujeción soldables.

Cubrir el área de montaje con cubierta estructural metálica previamente establecida por el cliente

Realizar pruebas de desplace paralelo de llantas de grúa viajera

### 1.3 Justificación del Proyecto

Cada uno de los puntos previamente mencionados dan luz a la necesidad actual que enfrenta A.S.F.K que es la falta de abastecimiento de producto terminado para sus clientes, la demanda últimamente ha incrementado hasta en un 50% de su producción estándar porcentual.

Muchas empresas han optado por usar como medio de transporte el ferrocarril y esto hace un mayor número de mantenimiento a esto medios de transporte provocando así mayor número de consumo de dichas piezas en sistema de suspensión, siendo estas las que produce la empresa A.S.F.K la capacidad de producción incrementara de un 45% a un probable 60% más de su capacidad actual en el mercado.

## CAPÍTULO 2

### DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

GRUPO BALANDRA ingeniería y construcción S.A de C.V con ubicación en Carretera Córdoba a potrero zona industrial No.1 Bis Paraje Nuevo C.P 94940 Tel: 01 271 119 34 00 Ext. 115

Es una empresa dedica a la construcción en obra civil y estructura metálica, cuenta actualmente con aproximado de 60 trabajadores dentro de la empresa, tomando en cuenta obra civil y estructura metálica este personal se encuentra subdivido dentro de la organización de la siguiente manera

- Gerente general
- Jefe de área de construcción
- Residente de obra
- Encargado de taller
- Trabajador rango oficial
- Trabajador rango ayudante de primera
- Trabajador oficial rango ayudante de segunda

Cada una de estas personal están dedicas y destinadas a diferentes tipos de trabajos dentro de la organización, cabe mencionar que grupo balandra en sus inicios su mercado de venta y en el que el competía era en la elaboración de block para construcción posteriormente hace 5 años se inició como grupo balandra ingeniería y construcción con la participación del gerente general el Ing. Sebastián Reissner ros el señor julio romano Melo luna y miguel ángel Orozco los cuales comunizaron y dieron inicio a esta gran grupo de trabajo dedicado a la competencia laboral dentro del mercado de oportunidad en el que actualmente se encuentra laborando.

Dentro del currículum vitae de grupo balandra destacan algunos trabajos que para poder haberlos llevado a cabo se necesitó de un trabajo en conjunto muy exhausto por parte de los trabajadores de operación y de campo tanto y de los administrativas entre están trabajos por mencionar están: fabricación y montaje de molinos de naves industriales en el agro parque “grupo san roke” ubicado en la localidad de Cuauhtémoc municipio de Amatlan de los reyes fabricación y montaje de grúa viajera para TYASA de la ciudad de Ixtaczoquitlan, montajes mecánicos de equipos para FRUTIMAR frutos de la tierra y del mar en Córdoba Veracruz caña, instalación y suministro de líneas de tubería para vapor, gas, y aceite, grúa, TAMSA trabajos de mantenimiento a líneas de tubería y gas y así como estaos se podría hacer mención de muchos otros, dejando ver la capacidad laboral y profesionalismo el cual se deja ver por parte de nosotros al prestarle atención.

### Misión:

Cumplir con calidad honradez y respeto cada uno de las tareas asignadas por parte de nuestros clientes, satisfaciendo y rebasando las expectativas de necesidad con las que se cuente haciendo nuestros mayores esfuerzos.

### Visión:

Ser una empresa de primer mundo en altos criterios de disciplina y estandarización laboral compitiendo así a nivel mundial, ampliando nuestros límites de mercado ofreciendo nuestros servicios.

Cada uno de los trabajos realizados hasta la fecha por parte de grupo balandra es evaluado por parte de nuestros clientes, tal es el caso de grupo pecuario san Antonio, el cual al termino de cada trabajo asignado se hace la evaluación en campo y por la parte administrativa también para poder así determinar cuál es el nivel en criterio de evaluación con el que se cumplió el trabajo siendo este del 1 al 10 siendo de manera similar a una evaluación por parte de algún docente a su alumno, hemos competido con empresas dedicadas a este mismo tipo de trabajo tales como: grupo constructor, Olimpo, constructora gilga, etc. Y nuestra última evaluación por parte de nuestro

cliente fue de 9.6 en promedio general, en este caso sin poder alcanzar el máximo número de criterio de evaluación ya que tuvimos algunas fallas de entrega de obra por tiempo de retraso ya que el servicio contratado para pruebas hidrostáticas, tuvo algunos retrasos con su personal.

Los servicios que grupo balandra ofrece a sus clientes son los siguientes:

- Levantamiento topográfico.
- Fabricación y montaje de estructura metálica.
- Pre-fabricación y fabricación en campo de Obra civil.
- Mantenimiento a equipos del giro azucarero
- Montajes mecánicos.
- Soldadura especializada en diferentes aleaciones.
- Fundición en acero al carbón y/o otros.

### CAPÍTULO 3

#### MARCO TEÓRICO

Una de las primeras partes que se vieron y están involucradas en este proyecto y de forma muy prioritaria es la ingeniería de los materiales y sus aplicaciones en los últimos décadas de lo que vamos de los últimos años se ha optado con mayor auge el uso y/o aplicación del acero en el tema de la construcción de obras y no solamente en lo que conlleva a la ingeniería civil (cimentación y puntos de ligas de amarre llámese trabes o cadenas colados de concreto) esto nos lleva a imaginar que la gran parte de las construcciones que actualmente están en proceso ya sea de planeación o ejecución están tomando o han tomado de manera considerable el uso del acero en su construcción. La ingeniería dentro de los materiales no es más que una reingeniería de los mismos que quiero decir con esto una ordenación de la estructuración interna con la que se cuenta cada uno de estos se necesita saber cómo es que se encuentran conformados internamente, cuál es su estructuración interna, su punto de quiebre su nivel máximo de elasticidad y/o plasticidad claro esto tomando en cuenta de que lo haremos con el material o acero de distribución comercial porque ya es bien sabido que podemos jugar o alterar estos parámetros de resistencia de un material, dependiendo del uso y/o su aplicación en la industria, no obstante podemos pasar por alto que cada ligero detalle que podamos sobre saltar de este tema de composición estructural de interna de carga y esfuerzos ya sea un relevado o esfuerzos cortantes puede perjudicarnos no solo en un lápiz y papel mientras lo elaboramos si no así también en la obra directamente en lo físico, y esto nos puede llevar desde un daño en cero o hasta un catástrofe de pérdidas tanto económicas y en un dado de los casos hasta del lado humano nos podemos ver involucrados (pérdidas humanas) por falla en el cálculo estructural.

Y caemos directamente con el primer punto del cual nos apoyaremos; El módulo de Young

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO DEL PROYECTO DE ESTADÍA

Para la realización de este proyecto se requiere del uso de una grúa, ya que no se es permitido en esta empresa el uso de maniobras sin grúas (maniobras a mano) por cuestiones de seguridad por cuestiones del clima que se tiene en esta zona del país, el factor aire es el más traicionero y que nunca ha estado a nuestro favor no solo en este trabajo de esta zona del país sino que también en algunos otros más. La grúa que tiene la empresa y con la que realizaremos los trabajos de montajes es la siguiente es una grúa titán en 24 toneladas de capacidad conformada por un tractor camión freighliner 350 y un equipo hidráulico simon stinger esta grúa previamente ha estado en rutinas de inspección en cilindros o actuadores hidráulicos, inspección con partículas magnéticas e inspección visual

La realización del levantamiento de plano en campo es la primera parte que se llevo a cabo de manera en conjunto o en forma compartida ya que el servicio fue prestado por el Ing. David Hernández esto por motivos de que en el tiempo que el realizaba el levantamiento de plano por el lado contrario también se encontraba el avance del proyecto sin así descuidar ambas partes, en el otro lado se le pudo dar avance por la parte de los antecedentes y la parte con la que ya se cuenta instalada una grúa similar para poder así checar si existe una memoria de cálculo y cuáles son los resultados para la correcta fabricación de las trabes y las columnas que vamos a utilizar cada uno de estas deber previamente inspeccionada de acuerdo a una carga máxima real y sobre carga aparente que se pueda ejecutar sobre nuestros materiales a montar un dato es que todo se lleva a cabo con material de acero al carbón A-36 con sus respectivos certificados de calidad y número de colada para una mayor seguridad de calidad para poder así saber que si por algún motivo se llegara a presentar algún problema más adelante se pueda comprobar que por parte de nuestro material todo estaba en orden al momento de nuestra fabricación de la estructura. Una vez que se

realizó el levantamiento de plano pasamos a la parte teórica para posteriormente realizar la fabricación de las columnas de carga y la trabe carril. Previamente se mencionó que para la realización de ampliación de la nave “cubierta metálica” y laterales ya se contaba con un plano para ejecución su servidor solo se encargaría de la supervisión del montaje, a continuación el inicio de estos:



fig. 1.1

En la figura 1.1 se puede observar el inicio de dicho montaje de la estructura el estar a cargo de cada una de estas maniobras de montajes trae consigo misma mucha responsabilidad laboral y de seguridad en el trabajo que en un principio no se tenía en cuenta, como pueden observar por primera parte este fue un trabajo compartido entre ellos y algunos colaboradores están: departamento de mantenimiento de A.S.F.K subdivisión soldadura y pailería, ITAC construcciones y grupo balandra siendo estos los primero mencionados los cuales llevaron a cabo el montaje de las columnas del primer marco (las que se pueden notar en la imagen que van a cargar el primer marco de la cubierta perteneciente a la ampliación estructural) a partir de ese punto es en

donde está la mano de obra de grupo balandra y su servidor ese fue el primer montaje que se realizó en lo ya estimado de nuestro proyecto cada una de las maniobra que se realizaron se llevaron a cabo bajo la supervisión de su servidor ya que para esto se requiere de una precisión en las indicaciones y la co-responsabilidad que esto conlleva en la relación MONTADOR-GRUERO esto es porque el montador es la persona encargada de direccionar cada uno de los movimientos que se realizaran en la pieza a montar para no tener fallas en los puntos de unión ya previamente establecidos



fig.1.2

En la figura 1-2 se puede mostrar cómo se va desarrollando el correspondiente montaje de nuestra pieza en este caso el marco de cubierta, me doy a la tarea y me auto concedo el permiso de poder desarrollar paso a paso el primer montaje para un mejor y más amplio panorama de entendimiento.

Dentro de nuestras desventajas y también oportunidades de trabajo es que la estructuración de esta empresa se encuentra verdaderamente deteriorada en gran manera y de forma potencial ya que la estructura ya existente data de los años 70 y



por su exposición a los factores de corrosión y zona de proceso de fundición esta ha contribuido al deterioro de la nave, toda su estructuración presenta corrosión por todos lados se hizo la observación de que si estaba dentro de sus alcances por seguridad es que les podríamos prestare el servicio de inspección y supervisión de puntos críticos de una nave de estructura ligera ya antigua esto por cuestiones de seguridad en el trabajo ya estas naves son las encargadas de soportar las columnas que llevan sus grúas viajeras dentro de su proceso de fundición



fig. 1.3 estructuración existente

En la figura 1.3 se puede mostrar el deterioro de la nave fabricada con material ligero estructural

Despues de haber hecho este paréntesis de las condiciones en las que se encuentra la estructura vieja dentro del área de fundición seguimos adelante con el desarrollo de nuestro montaje, mientras nos encontrábamos en campo realizando el montaje de la estructura también así mismo a su vez nos encontrábamos avanzando en el desarrollo del cálculo estructural de las columnas y trabe carril realmente los puntos que nos

mostrara el topógrafo son los puntos y centros de alineación para nuestras columnas de carga de la trabe carril

Un plano topográfico es aquel que nos ayudara a poder designar de manera más precisa cual será la ubicación de cada una de nuestros columnas que vamos a montar esto para poder tener un muy pequeño margen de erros pero si mucho muy inferior al que existe cuando se realizan los trazos en campo de forma antigua; esto a puro trazo en terreno solo con hilos tanza, las medidas de un plano topográfico son reales claro esto a escala todo basado en algún software de diseño tal es el caso del programa denominado Auto CAD al poder tener nosotros en nuestro plano medidas reales nos ayudara en si algún momento nos hace falta alguna medida que desconocemos (dentro de nuestra zona de trabajo) la podemos obtener de este plano o levantamiento de terreno esto nos ayudara a agilizar los trabajos de operación en campo

A continuación se presentara el plano arquitectónico de toda la planta sobre el cual nos basaremos para la ejecución e nuestro proyecto, no en un 100% si no en la manera o en la medida que lo vallamos necesitando este plano arquitectónico nos ayudara de manera igual o similar que un plano topográfico de hecho el topográfico es la base de un plano arquitectónico

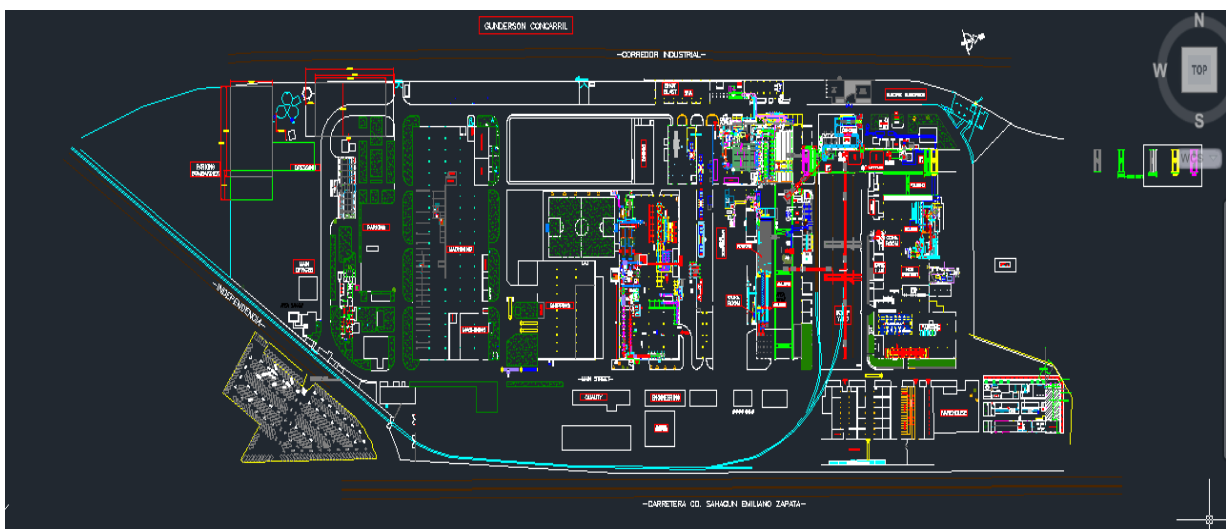


fig. 1.4 plano general de toda la planta.

En la figura anterior (1.4) podemos denotar el área específica en la cual nos basaremos para saber la ubicación exacta de nuestro proyecto de manera real y precisa para posteriormente si el cliente necesita o es requiere realizar alguna modificación o al así por el estilo este plano al termino de nuestro proyecto y si en el ultimo que se llevara a cabo en esa área de modificación se tendrá que actualizar de manera genera para así tener actualizada cualquier modificación que se halla llevado a cabo

En el área de trabajo que se nos ha sido asignada o más bien en donde se desarrollara el proyecto del montaje de la grúa es el área de fundición (nave numero 2) que a continuación se mostrara en plano de manera más detallada

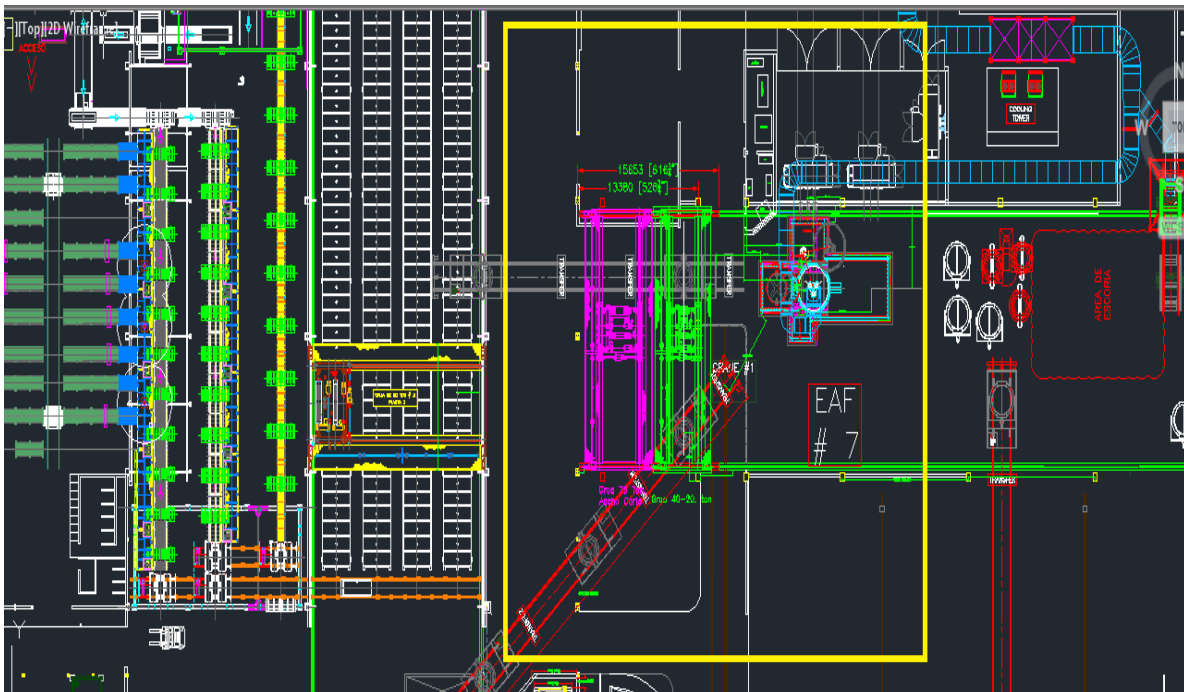


fig.1.5 área de trabajo para desarrollo de proyecto (área de contorno amarillo)

Tenemos por primero instancia las partes de recolección de los datos que nos ayudaran a determinar nuestro tipo de viga que vamos a utilizar en este cálculo de diseño estructural cada una de las fuerzas que se encuentran aplicando una carga o en su defecto reaccionando a una carga son importantes para poder determinar nuestra viga, las cargas de aplicación en momento o a diferentes momentos que se ejercen en toda la viga están determinados por las distancias a la que se encuentra nuestra carga puntual cada una de estas cargas se obtendrán mediante el uso de las siguientes fórmulas que se presentan a continuación, las cargas ejercidas sobre la viga (fig. 1.6) se presentan de una manera de carga total de 100,000kg (100Ton) esto tomando en cuenta que, en algunas ocasiones aunque el proyecto sea para el montaje de una solo grúa viajera, se encuentran de manera paralela dos grúas de la misma capacidad sobre la viga riel esto sucederá también para nosotros en nuestro caso deben de tomar en cuenta estos datos para nuestro calculo.

Uno de nuestros primeros datos es la carga total sin puntualizar es que tenemos dos grúas viajeras con un 25,000kg (25 ton) y están diseñadas para una carga en capacidad máxima de 20,000kg (20 ton) cada una esto quiere decir que cada una de las grúas en sumatoria total de cargas es la sumatoria de 25,000kg de peso muerto de la viga riel más la capacidad en carga de 20,000kg nos arroja como resultado un total de 45,000 kg totales, cabe mencionar que la capacidad a la cual se encuentra diseñada la grúa es en relación a uso en tiempo de vida y condiciones de la grúa viajera en este caso los responsables de supervisión de área están comisionados en no soportar más de 15,000kg de carga en cada una de las grúas por las condiciones en la que se encuentra el equipo, pero a nosotros no nos interesa eso, ya que tomaremos las cargas completas en su capacidad para que si en algún dado de los momentos quisieran montar alguna otra grúa de la misma capacidad no pueda afectar en que se realizó el cálculo “con faltante” de carga esto nos servirá que lo haremos sin tomar en cuenta que la grúa nos utiliza en un 100% su capacidad de tonelaje de carga, a continuación empezaremos con los datos de cálculo:

1.- Para poder calcular el tamaño de la viga carril primero se debe conocer la carga total la cual soportara nuestra viga (esto incluyendo la carga muerta).

1.1.- Carga total de grúa (x2): =100,000 kg

2.- una de las partes más importantes de nuestro proyecto es el cálculo de los momentos ejercidos dentro de nuestra viga con relación a la carga y la DISTANCIA esto hace la diferencia importantemente esta distancia es el claro que existe en nuestro diagrama de cuerpo libre que a continuación se presenta ilustrativamente:

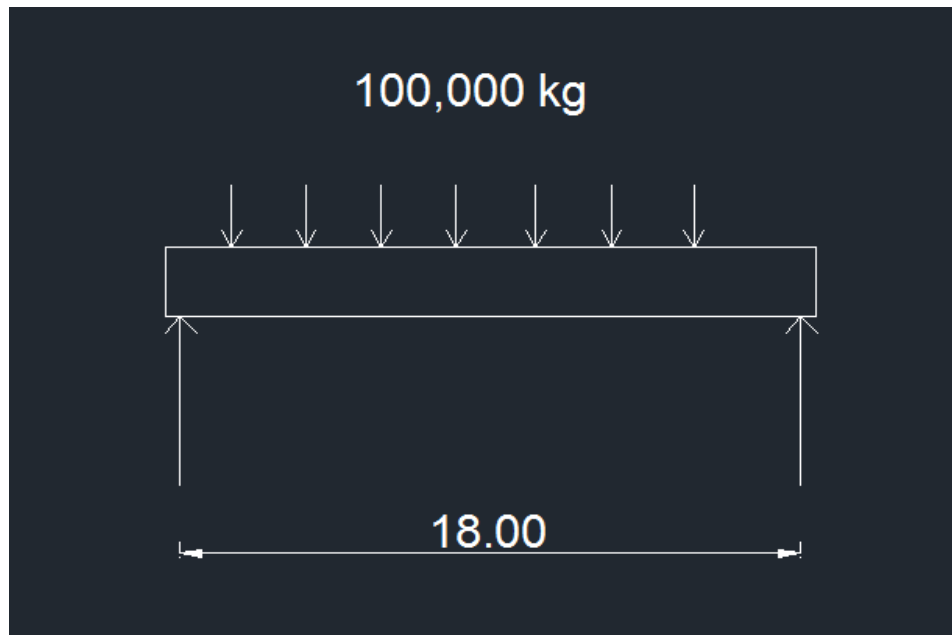


Figura 1.7 diagrama de cuerpo libre

En nuestro diagrama de cuerpo libre podremos ver:

1. Estructura metálica
2. las cargas que actúan
3. las reacciones que actúan en contra de esas cargas.

Una de las partes a establecer son los ejes y los sentidos en los que trabajaremos o que trabajaran nuestras cargas de aplicación:

Eje "X" (+,-)

Eje "Y" (+,-)

Ciclos de momentos "+" (mas) en sentido anti horario, "-" (menos) en sentido horario a las manecillas del reloj.

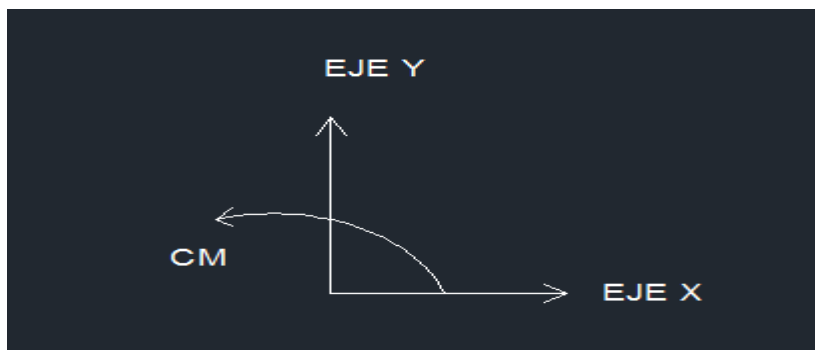


Figura 1.8 ejes de aplicación de las cargas

3.- La carga total de aplicada sobre la viga, la tomaremos como carga total de aplicación de carga sobre eje "Y" en sentido negativo ya que esta está en el eje de las "Y" en dirección negativa

**4.- Puntualización de las cargas.**

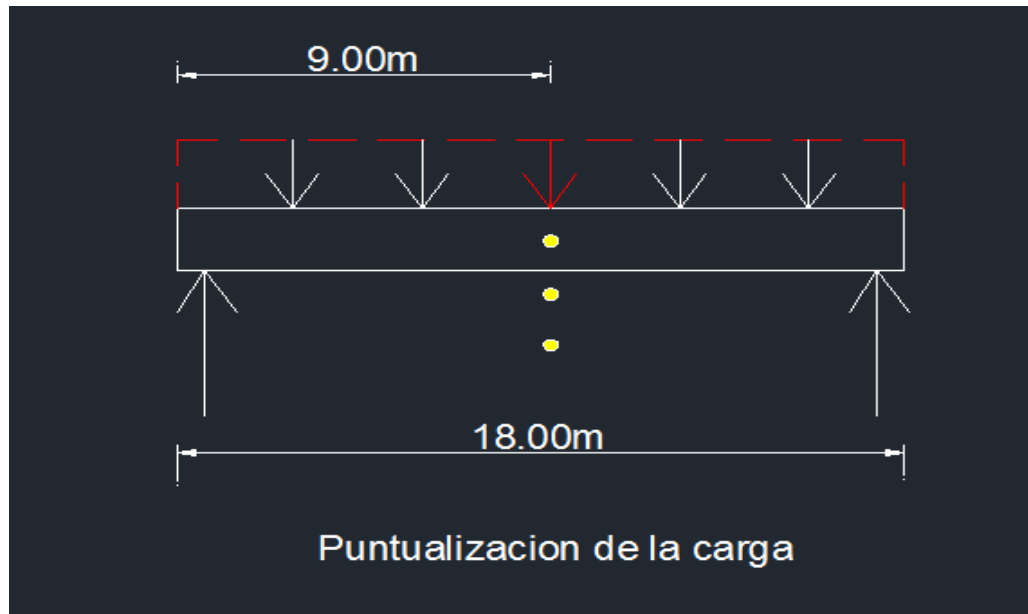


fig.1.8 puntualización de las cargas

Cuando una carga total en fuerza de aplicación en eje Y negativo se puntualiza; esto quiere decir que la carga total es distribuida en forma proporcional a la distancia total de nuestro diagrama de cuerpo libre

En la figura 1.8 se muestra una carga total aplicada, para poder puntualizar una carga es necesario tener primeramente los datos de carga y distancia total entre apoyos

Donde:

$$P = (W) (L)$$

P= carga puntualizada

W= carga distribuida

L= Longitud total entre los dos apoyos de la viga.

1. El primer paso es determinar nuestra carga puntualizada: utilizando la siguiente formula

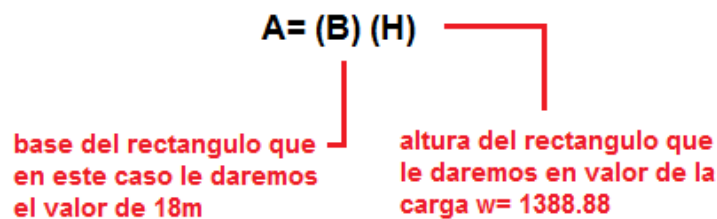
$$W= (kg) (m)$$

Kg= A los kilos totales que soportara la viga

M= distancia total entre puntos de apoyo de reacción de fuerzas de la viga.

Esto forma de manera geométrica un rectángulo (línea punteada roja) este rectángulo nos ayudara a determinar las reacciones a la carga distribuida de mi viga.

La fórmula para determinar el área de un rectángulo es la siguiente:

$$A= (B) (H)$$


base del rectangulo que en este caso le daremos el valor de 18m

altura del rectangulo que le daremos en valor de la carga  $w= 1388.88$

2. Sustituyendo los valores en la formula obtendremos lo siguiente:

$$W= (25000KG / 18M) = 1388.88 KG/M$$



3. Ya obtenido el resultado del valor de  $w$ , se sustituirá en la primer fórmula para poder obtener el resultado de  $P$  ( carga puntual ):

$$P=(W)(L)$$

$$P=(W)(L)$$

$$P= (1388.88\text{kg/m}) (18\text{m})$$

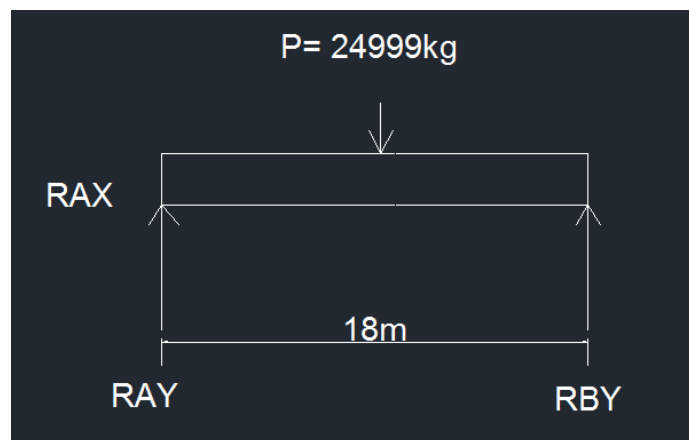
 **carga distribuida**      **distancia entre apoyos**

Mi resultado es:

$$A= Q \text{ (carga puntualizada)}= 24999\text{kg}$$

Mi carga puntualizada es igual a **24999kg**.

Y como resultado obtenemos los siguientes valores:



4.- Teniendo los resultados siguientes solo nos queda determinar las reacciones a nuestras cargas que son

Reacciones de carga en "X"

Reacciones de carga en "AY"

Reacciones de carga en "BY"

En seguida pasaremos a determinar la sumatoria de cargas:

$$\Sigma f_x=0$$

$$\Sigma f_y=0$$

$$\Sigma f_m=0$$

Para poder determinar si nuestra viga es una viga isostática comparamos el número de ecuaciones con el número de las reacciones y determinamos que en esta caso son iguales quiere decir que nuestra viga es isostática ósea; estáticamente determinada, estable y calculable.

Cargas que actúan en  $\Sigma f_x$  solo es RAX

$$\Sigma f_x= RAX=0$$

Cargas que actúan en  $\Sigma f_y$ :

Desarrollo: de  $\Sigma f_y=0$

$$RAY+RBY-24999=0$$

$$RAY+RBY=24999= \text{Ecuación 1}$$

Sumatoria de momentos

$$\Sigma m=0$$

$$RBY = (-24999\text{kg}) (9\text{m}) + RBY (8\text{m})$$

$$RBY = \frac{(24999\text{kg}) (9\text{m})}{18\text{m}} = 12499.5\text{kg}$$

$$RBY = 12499.5\text{kg}$$

Una vez obtenido RBY sustituimos este valor en la ecuación número 1, anteriormente encontrada

Bus car RAY

$$RAY + RBY = 24999 \text{ kg}$$

$$RAY + 12499.5\text{kg} = 24999\text{kg}$$

$$RAY = 24999 \text{ kg} - 12499.5 \text{ kg}$$

$$RAY = 12499.5 \text{ kg}$$

El resultado obtenido podemos ver que es exactamente similar a lo obtenido en valor de RBY, esto concluye en que nuestra carga está correctamente puntualizada y distribuida que el máximo esfuerzo en los momentos que se ejercerán en nuestros puntos de apoyos para ambos serán exactamente iguales en los puntos máximos o críticos que en este caso soportarán 12499.5 kg

Existen dos partes fundamentales y últimas para poder determinar la viga ipr que utilizaremos los cuales los podremos encontrar mediante un diagrama de cortantes y de momentos

Diagrama de cortantes y de momentos

¿Qué es el diagrama de fuerza cortante?

Es la gráfica donde la vertical representa el valor de la fuerza cortante en cualquier sección de la viga figura 2.1.

¿Y qué es el diagrama de momentos (flexionantes)?

Es la representación gráfica de la distribución de correspondiente del momento flexionante de una viga, estos momentos flexionantes son los que hacen que la viga asuma su figura característica curvada o flexionada desarrollada por la aplicación de las cargas perpendiculares a la viga (figura 2).

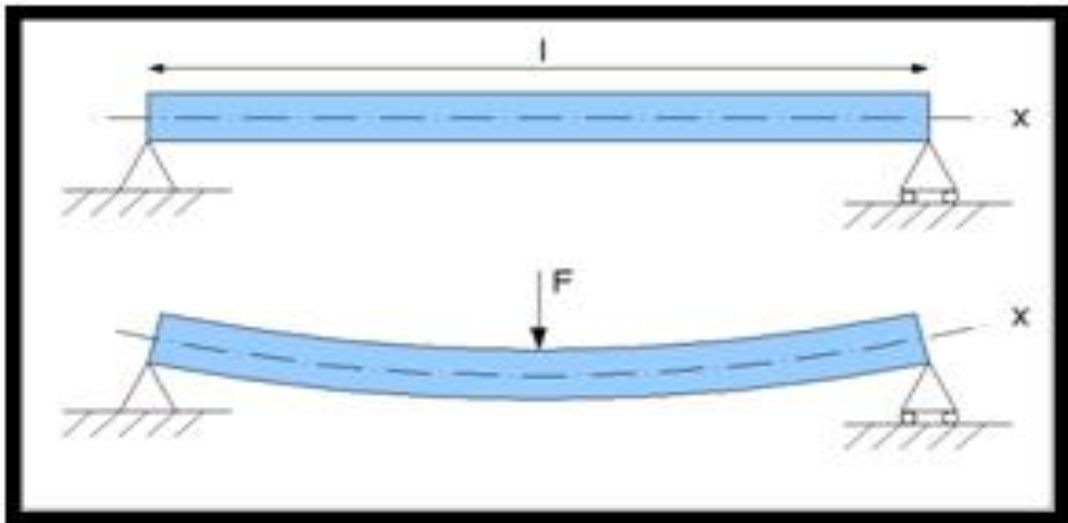


Figura 2

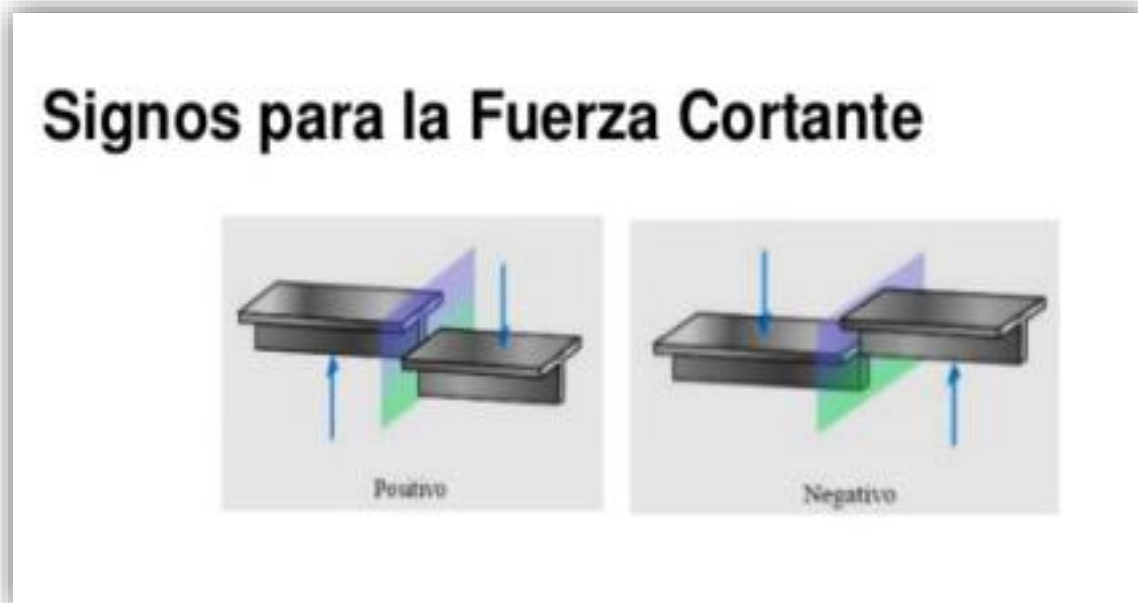


Figura 2.1 signos de las fuerzas cortantes

Los signos de las cargas cortantes depende de la fuerza de aplicación y su dirección en la viga, estas se hacen notar de forma perpendicular a la viga de carga.

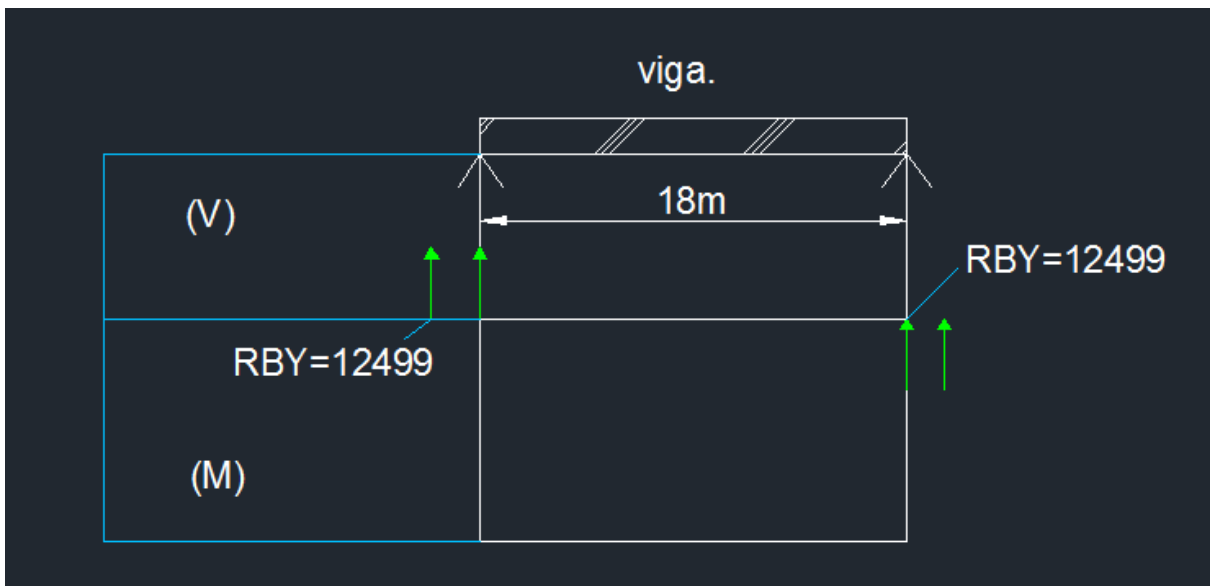


Figura 2.2 datos iniciales para diagrama.

Para realizar nuestro diagrama de cortantes y momentos necesitamos los datos anteriores que son:

1. 1.-  $R_{BY} = 12499$
2. 2.-  $R_{BA} = 12499$
3. 3.-  $L = 18M$
4. 4.-  $P = 24999$

Procedimiento matemático:

Lo primero que debemos definir es nuestro diagrama de cortantes ya que con los resultados de este obtendremos los resultados codependientes en el diagrama de cortantes.

La reacción  $R_{AY}$  se encuentra ejerciendo una contra carga en forma positiva con un valor de 12499kg se indica hacia donde se ejerce esta carga, en este caso se simboliza con la flecha vertical verde indicando la carga de la reacción de donde parte esa flecha se traza una línea paralela a la distancia entre apoyos indicando en  $R_{BY}$  el punto 0 de ese punto cero se traza una flecha más indicando que hay un cambio de apoyo y que estaremos haciendo el cambio de apoyo y habrá un momento diferente (aunque este será lo mismo ya que recordamos que tenemos una carga puntualizada y distribuida)

Nuestro resultado es el siguiente:

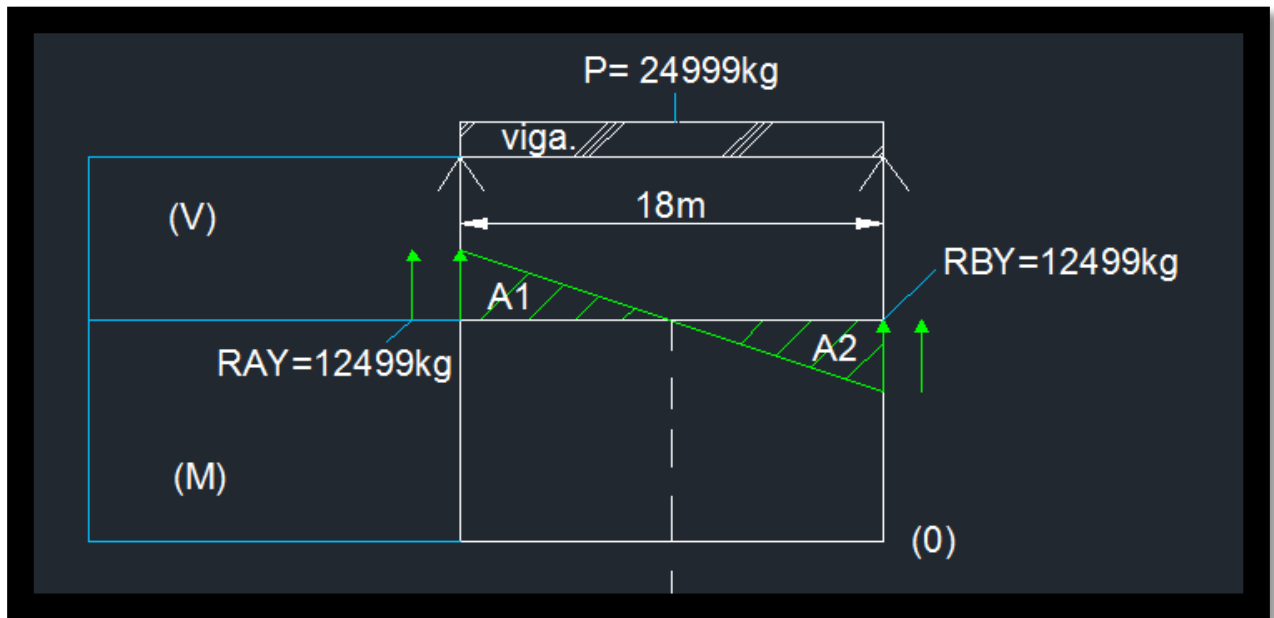


Figura 2.3 Resultado de diagrama de cortantes.

A este diagrama le llamaremos diagrama de cortantes los puntos de inicio de las flechas que son las reacciones de las cargas dependiendo de cada punto de apoyo darán pauta a la línea diagonal que nos muestra que A1 Y A2 son idénticamente proporcionales en las cargas (ya que teníamos desde un principio cargas puntualizadas y distribuidas) y que los momentos serán bien distribuidos para toda la viga

El diagrama de fuerzas cortantes

En este diagrama se especificara un inicio en 0 y sube hasta  $56249.64\text{kg}$  pasando por el punto de intersección en vertical (línea punteada blanca) que es el esfuerzo cortante mayor que resistirá nuestra viga

Quedando de esta manera nuestros diagramas (fig.2.4):

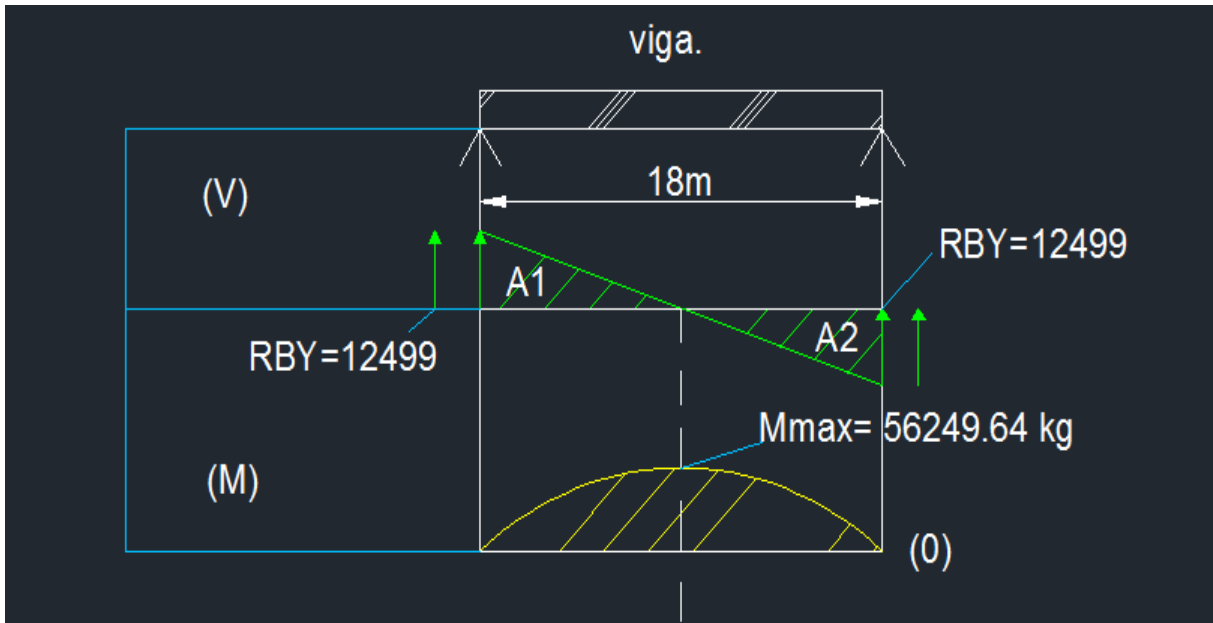


Figura 2.4 Ambos diagramas

Una vez obtenidos los anteriores valores procederemos a localizar cual es nuestro módulo de sección esto es para determinar el peso y las dimensiones de nuestra viga ipr se le llama módulo de sección o de resistencia a de una área con respecto a un eje baricentrico x´a los cocientes



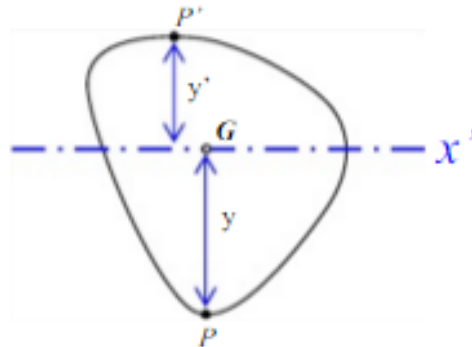


Figura 2.5 Área respecto a un eje

### CALCULO PARA MOMENTO MAX.

FORMULA
$M_{max} = \frac{(w) (L)^2}{8}$

$$M_{max} = \frac{(1388.88\text{kg/m}) (18)}{8} \longrightarrow \frac{449997.12}{8} \longrightarrow M_{max} = 56249.64 \text{ kg/m}$$

### CALCULO PARA MODULO DE SECCION

FORMULA
$S_x = \frac{M_{max}}{1518\text{kg/cm}^2}$

$$S_x = \frac{M_{max}}{1518\text{kg/cm}^2} \longrightarrow S_x = \frac{56249.64 \text{ kg/m}}{1518\text{kg/cm}^2} \xrightarrow{\text{factor de conversion}} \frac{56249.64\text{kg/m}}{1518\text{kg/cm}^2} \left[ \frac{100\text{cm}}{1\text{m}} \right]$$

$$S_x = \frac{5624964 \text{ kg/Cm}}{1518 \text{ kg/cm}^2} \longrightarrow S_x = 3705 \text{ cm}^3$$

Con el resultado obtenido donde  $S_x = 3705 \text{ cm}^3$  ahora solo basta que con la ayuda de una tabla de propiedades de vigas ipr para el diseño en la columna denominada SX  $\text{cm}^3$  del eje x-x se busque el valor más aproximado a nuestro resultado de  $S_x$  y se relacione con el peso y las dimensiones que necesitamos para nuestra viga ipr

### CAPÍTULO 5

#### CONCLUSIONES

Se realizó la fabricación con mucho éxito esto en el taller de la empresa en donde se realiza la previa fabricación de las estructuras que así lo requiera en este caso la distancia longitudinal de nuestra viga es de 18m de largo, en la previa fabricación de las piezas, los responsables de taller decidieron enviármela en dos secciones de 9m cada una, como resultado cuatro tramos de 9m de largo cada una para poder así armar dos piezas de trabe carril seccionadas, esto se decidió ya que las dimensiones para su transporte excedía la distancia permisible terrestre, se hizo el empate en el área de trabajo de donde se estaba llevando a cabo la obra de este montaje.

Los empates en viga se realizaron con un proceso de soldadura ASTM y supervisión de un servidor, así mismo toda la sujeción de la misma se realizó a base de proceso de soldadura bajo supervisión en cada proceso (fondeo, paso caliente, relleno y vista).

Cada una de las trabes requiere y necesita la instalación de los rieles de carrera para grúa viajera, estos fueron otorgados por parte de la empresa A.S.F.K, esto para reducir costos de material, grupa balandra solo realizo el montaje de los mismos, estos requieren de la sujeción mediante unos clips soldables y planchuelas las cuales de igual manera fueron dados por A.S.F.K.

Se instaló un cierre de estructura más a base de Angulo de acero al carbón estructural A-36 de 4 y 3 pulgadas con un espesor de  $\frac{1}{4}$  de pulgada.

La primera prueba se realizó bajo la supervisión de personal de mantenimiento por parte de A.S.F.K así como residentes de obra y supervisores de parte de grupo balandra. Esta resulto con éxito en lo que a nuestro trabajo conllevaba, ya que tuvieron una pequeña falla en la parte eléctrica (corto circuito en troles de alimentación) que más adelante mostrare el primer video de prueba.



Figura 2.6 Empate de viga.



Figura 2.7 Soldadura en viga.



Figura 2.8 Clips soldables de sujeción para riel.



Figura 2.9 Estrobando pieza para montar.



Figura 3 Montaje de trabe carril derecha.



Figura 3.1: Montando trabe carril izquierda.



Figura 3.2: Trabe carril siendo montada.



Figura 3.3 Trabe carril en montaje.

## CAPÍTULO 6

### ANEXOS.

Evidencia del montaje de traveses carril (derecha e izquierda).

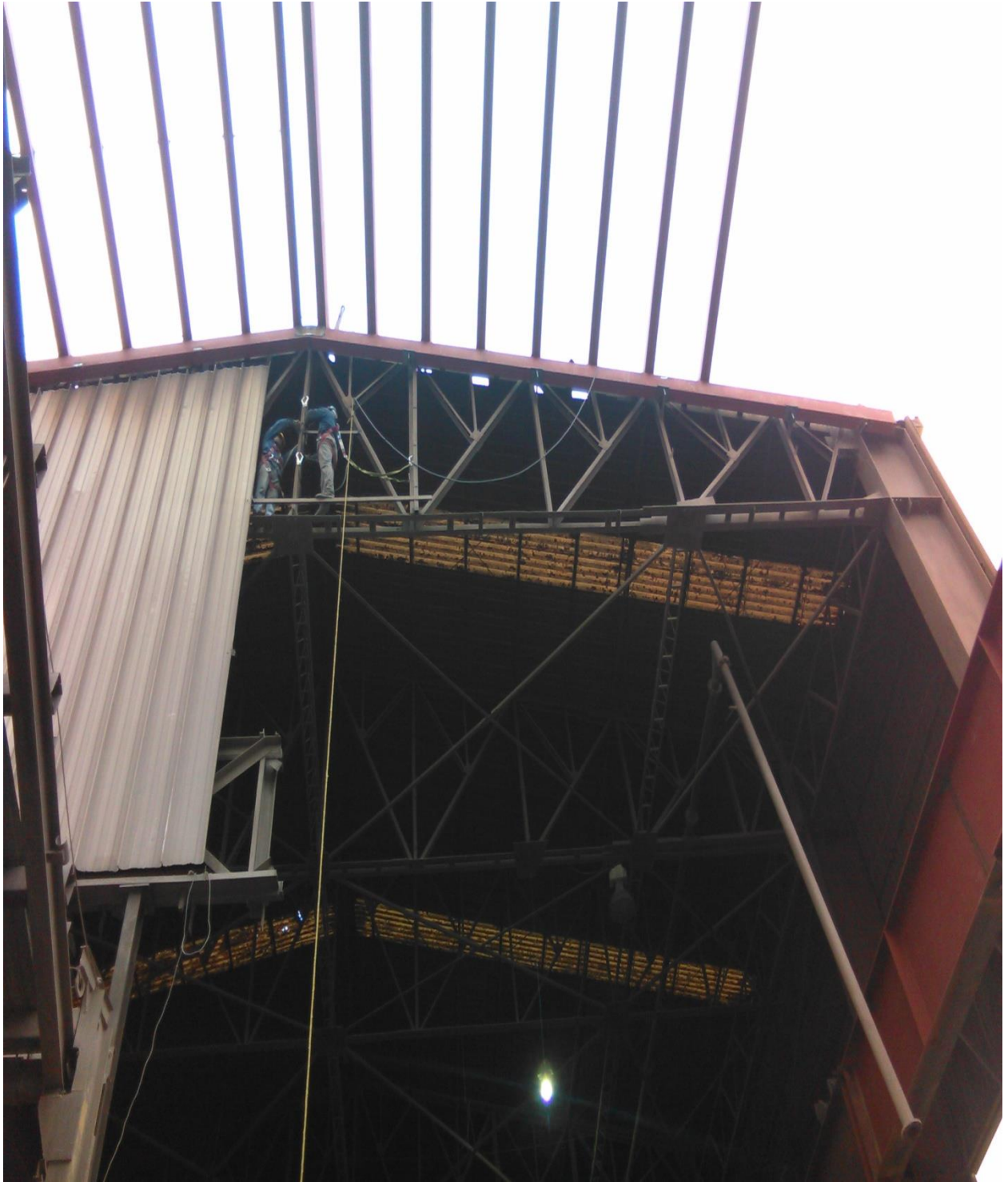




























Estas son las fotos que se tomaron durante el desarrollo del proyecto de montaje de grúa viajera cabe mencionar que existieron muchos contratiempos con el tema de seguridad industrial ya que diariamente teníamos que realizar un chequeo médico de rutina para subir a alturas por parte del cliente esto era indispensable así como exámenes sorpresa de antidoping.

## BIBLIOGRAFIA

**Soldadura Aplicaciones y Práctica.**

**Autor: Henry Horwtz.**

**Manual del acero.**

**Lineamiento 1 (normas ASTM).**

[http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual\\_Construccion\\_2013/Capitulo\\_1.pdf](http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual_Construccion_2013/Capitulo_1.pdf)

Biblioteca virtual de ingeniería y normas ASTM

[http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL\\_Flyer\\_022212\\_Spanish.pdf](http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL_Flyer_022212_Spanish.pdf)

Comercializadora de aceros:

[http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL\\_Flyer\\_022212\\_Spanish.pdf](http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL_Flyer_022212_Spanish.pdf)

Comercializadora de acero villacero:

[http://www.villacero.com/images/pdf/esp/vigas\\_canales.pdf](http://www.villacero.com/images/pdf/esp/vigas_canales.pdf)