



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE ESTRUCTURAS EN
ACERO PARA EDIFICACIONES Y HELIPUERTOS**

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A :

LUIS ENRIQUE CHÁVEZ MÉNDEZ



**DIRECTOR DE TESIS:
ING. RAÚL GILBERTO VALDEZ NAVARRO**

ENERO 2014

ÍNDICE	
INTRODUCCIÓN	I
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA. ENLACE DE TECNOLOGIA, PROYECTOS Y SERVICIOS	- 1 -
Historia de la empresa	- 1 -
1.2 Objetivo, misión y visión.....	- 2 -
1.3 Organigrama	- 3 -
CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO Y SU RELACIÓN CON LA INGENIERÍA	- 3 -
2.1 Áreas de trabajo	- 4 -
2.1.1 EnTEC aerospace	- 4 -
2.1.2 Soluciones arquitectónicas.	- 4 -
2.1.3 Construcción	- 4 -
2.1.4 Servicios Entec.....	- 4 -
2.1.5 Industria	- 5 -
2.1.6 Proyectos especiales.....	- 5 -
2.2 Necesidades y soluciones dentro de las áreas de trabajo	- 5 -
2.3 Normas y condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.	- 8 -
CAPÍTULO 3. PARTICIPACIÓN DEL ALUMNO EN LA EMPRESA Y SUS APORTACIONES	- 10 -
3.1 Funciones y responsabilidades dentro de la empresa	- 10 -
3.2 Participación en los proyectos realizados.....	- 15 -
3.2.1 Soportes para tubería, pasillo y reja de protección (Estacionamiento Pemex).	- 17 -
3.2.2 Plataforma supresor de fuego.....	- 21 -
3.2.3 Plataforma de descarga de materiales	- 26 -
3.2.4 Bases para fixed davits “Pescantes Fijos” (UDEM)	- 33 -
3.2.5 Tapiales perimetrales (Punto Chapultepec).....	- 38 -
3.2 Aportaciones al trabajo	- 46 -
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y APRENDIZAJE	- 47 -
4.1 Implementación de un método de diseño	- 47 -
4.2 Diseños elaborados y su puesta en funcionamiento.....	- 48 -
4.3 Experiencia y aprendizaje sobre el diseño y la producción	- 49 -
4.4 Resultados.....	- 50 -
CONCLUSIONES	- 51 -
BIBLIOGRAFÍA	- 52 -

INTRODUCCIÓN

El alumno egresado de la Facultad de Ingeniería, gracias a su formación adquirida durante su trayectoria escolar, está capacitado para enfrentarse a los retos y desafíos del mundo actual, así como para desempeñar trabajos capaces de satisfacer las necesidades que hoy en día requiere la sociedad.

Particularmente, la carrera de ingeniería mecánica, en la cual está enfocado este informe, forma profesionales capaces de desempeñar trabajos orientados a la industria, haciendo uso de algunas de las áreas que intervienen en su trayectoria escolar, como puede ser el caso del diseño mecánico, la manufactura, la termoenergía, los materiales, el mejoramiento ambiental o la ingeniería mecatrónica.

En la actualidad el crecimiento demográfico genera la necesidad de desarrollar y mejorar nuevos métodos para realización de tareas comunes, tal es el caso de las áreas de la construcción, el transporte, la comunicación, entre muchas otras más. A lo largo de este informe se mostrará el trabajo que desempeñé en la empresa EnTec® (Enlace de Tecnología Proyectos y Servicios S.A de C.V) cuya principal actividad está enfocada a la solución de dichas necesidades a través de un trabajo profesional de ingeniería en combinación con tecnologías actuales.

En un periodo de nueve meses comprendido desde mayo del 2012 a enero del 2013 participé en alrededor de quince proyectos para el diseño, equipamiento y fabricación de estructuras en acero para helipuertos y edificaciones, utilizando todos los conocimientos adquiridos durante la trayectoria escolar en la Facultad de Ingeniería.

CAPÍTULO 1. Generalidades de la Empresa. Enlace de Tecnología, Proyectos y Servicios

Historia de la Empresa

EnTec®, es fundada en el año 2003 por el Arq. Cesar Augusto Moreno Bustamante y el Arq. Arturo García Aguirre, ambos egresados de la Universidad Nacional Autónoma de México. Con una idea original en mente y un gran campo de trabajo en un terreno nuevo, se hicieron pioneros a nivel nacional en el servicio de renta y venta de equipo para trabajos de mantenimiento en altura. Un factor que influyó para desencadenar el éxito repentino de la empresa fue la relación con su principal socio comercial, GRUPO TRACTEL, esta asociación fue clave en el desarrollo de la empresa ya que contaba, a diferencia de las otras pocas empresas dedicadas al ramo, con el respaldo de una compañía extranjera líder en el ámbito.

En sus inicios la principal actividad de la empresa era la renta y venta de acceso temporal suspendido o acceso temporal permanente (Fig. 1 y 2), en ese entonces existían muy pocas empresas dedicadas hacer este trabajo y con pocas garantías de seguridad.



Fig. 1 Instalación de equipo permanente de acceso suspendido para mantenimiento de fachada. Torre Pemex



Fig. 2 Instalación de equipo temporal de acceso suspendido para mantenimiento de fachada. Torre Mayor

Los equipos vendidos o rentados en México y en otros países, son importados por TRACTEL desde Luxemburgo, contando además de la venta de góndolas (hamacas) y motores para el mantenimiento de fachadas en edificios, con una amplia gama de productos para la seguridad personal en alturas, como son líneas de vida, eslingas, conectores, arneses, etc. Todo en conjunto le dio a la empresa una variedad más de productos para ofrecer en el mercado mexicano, así como la concesión de ser el único distribuidor en América latina, siendo la única empresa autorizada para dar servicio y mantenimiento a sus equipos con la garantía de grupo Tractel.

Haciéndose expertos en el tema y con la experiencia adquirida día con día realizando todo este tipo de trabajos, fueron incursionando en otros terrenos como los son: los helipuertos, las plataformas aéreas, los sistemas de protección en obras, la construcción, etc. hasta finalmente expandirse en casi todo aquel proyecto que tenga que ver con el trabajo en altura.

Otro aspecto importante a resaltar, es que gracias a contratos y concesiones con empresas de renombre, la empresa empezó a tener más presencia y ser reconocida en el ramo. Entre su principal cartera de clientes se encuentra Pemex, Torre Mayor, Grupo Carso, Secretaria de Seguridad Pública, entre muchos otros. Por tal motivo EnTec es una empresa cuyo crecimiento continuo le da el prestigio y renombre a nivel nacional con el que cuenta.

1.2 Objetivo, Misión y Visión [1]

Objetivo

Contribuir al proceso de cambio dirigido en la organización para reforzar el crecimiento sustentable de la empresa, enfatizando el logro de resultados y mejorando la productividad en el mediano y largo plazo.

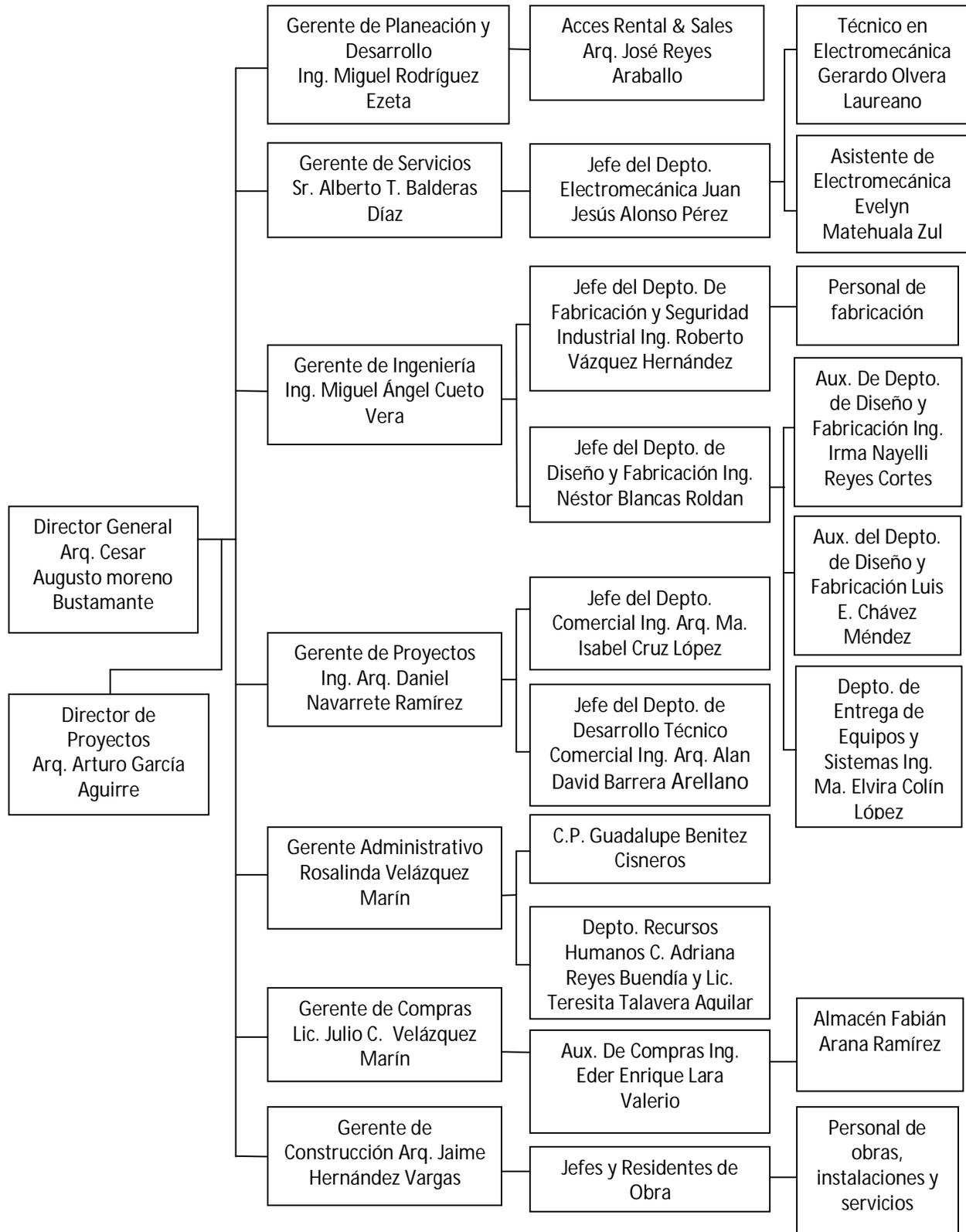
Misión

EnTEC® diseña e instala soluciones hechas a la medida y llave en mano. Integramos los componentes más seguros y confiables al mejor costo beneficio en cada uno de nuestros proyectos de Helipuertos, Acceso, Seguridad en la Altura y Mantenimiento.

Visión

La visión de EnTEC® es entregarle a nuestros clientes el máximo valor por medio de una oferta única en el mercado que brinda el mejor costo-beneficio y que resulta en proyectos de alta efectividad y calidad.

1.3 Organigrama



CAPÍTULO 2. Características del trabajo y su relación con la ingeniería.

El trabajo que se realiza dentro de la empresa se puede clasificar como "trabajo en altura" que de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-009-STPS-2011)[2], se le considera trabajo en altura a: las actividades de mantenimiento, instalación, demolición, operación, reparación, limpieza, entre otras, que se realizan a alturas mayores de 1.80 [m] sobre el nivel de referencia, incluyendo también el riesgo de caída en aberturas en las superficies de trabajo, tales como perforaciones, pozos, cubos y túneles verticales.

2.1 Áreas de trabajo

2.1.1 EnTEC Aerospace, esta división se encarga de todos los aspectos referentes a helipuertos públicos y privados. Para el óptimo funcionamiento de un helipuerto existen normas, especificaciones y características a seguir, algunos de estos aspectos son de suma importancia como; accesorios, equipos especiales, estructuras de acceso, instalaciones hidráulicas, eléctricas etc. Todos estos implementos en conjunto, además de asegurar el buen funcionamiento de un helipuerto también son fundamentales para obtener una licencia de circulación, emitida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). En EnTec se hacen todos estos trabajos inclusive las gestorías y negociaciones necesarias para obtener dicha licencia.

2.1.2 Soluciones Arquitectónicas, dentro de esta área se encuentra un gran trabajo en conjunto de arquitectos e ingenieros, ya que se enfoca a la realización de estructuras hechas a la medida para edificios o cualquier otra obra ya construida, como pueden ser, escaleras de emergencia, pasillos de aluminio, estructuras para instalaciones especiales, celosías, escaleras basculantes, pasarelas en altura, pasos de gato, etc. A diferencia de las otras divisiones, donde intervienen personal de diferentes áreas, en esta todo el trabajo es realizado por el departamento de ingeniería con ayuda de arquitectos, ya que además del trabajo de diseño y producción se tiene que tomar en cuenta el aspecto estético y arquitectónico que tenga el inmueble al que se le va a trabajar.

2.1.3 Construcción, al igual que en las otras divisiones, en este sector también existen normas y procedimientos a seguir dependiendo la obra civil que se va a realizar. El principal trabajo que hace esta empresa, referente a esta área, es la instalación de equipos de seguridad, tanto para el personal interno como para los alrededores de la obra, cuenta con el servicio de suministro de materiales de construcción a grandes alturas mediante motores especiales adaptados a estructuras hechas a la medida de la obra.

2.1.4 Servicios Entec, la empresa trabaja brindando servicios de mantenimiento en fachadas de edificios (limpieza, reparación, instalación, etc.), por medio de la renta o venta de equipos para elevar personas en góndolas (hamacas) permanentes o temporales. En cuanto a estos servicios se refiere, existen diferentes edificios con los cuales existe una concesión para darles mantenimiento de una forma permanente, generando de una manera segura ingresos constantes a la empresa. Dentro de esta división también se puede incluir la venta y renta de plataformas aéreas utilizadas para llegar a alturas poco

accesibles, estas plataformas son compactas para poder moverlas a través de puertas, escaleras o en el interior de algún inmueble.

2.1.5 Industria, el trabajo hecho para la industria consiste por lo general en implementar sistemas o mecanismos dentro de las instalaciones de las fábricas, naves, bodegas, etc. El flujo y distribución de material o producto terminado dentro de una empresa puede resultar complicado por lo cual EnTec ofrece estructuras hechas a la medida de los inmuebles, para estos trabajos también se cuenta con el respaldo de productos TRACTEL como pueden ser Polipastos de cadena (manuales, eléctricos), dinamómetros, accesorios para polipastos, carros de translación, mordazas para vigas etc.

2.1.6 Proyectos especiales, en esta área se requiere del mayor trabajo de ingenio que la empresa pueda tener, debido a que los trabajos solicitados pueden incluir proyectos de gran complejidad, como mecanismos, ensambles, rodamientos particulares, etc., con adaptaciones al sitio donde se requiere, lo que significa que los diseños se hacen a la medida de la fábrica, obra, helipuerto, edificio, estructura, torre, etc. dependiendo las necesidades del cliente.

2.2 Necesidades y soluciones dentro de las áreas de trabajo

Para la fabricación o remodelación de helipuertos se contemplan factores importantes como equipos especiales, instalaciones de acceso a personal, áreas de seguridad y accesorios con los que deben contar. Dentro de las solicitudes más comunes se encuentran; las áreas de seguridad, que incluyen las mallas de protección perimetral que impiden la caída de objetos o personas en la periferia de un helipuerto (Fig. 3a), el balizamiento adecuado, los accesos como rampas, escalera y pasillos (Fig.3b) fabricados o ajustados conforme a las normas los requieran; así como también los equipos y accesorios necesarios para contar con la seguridad adecuada en casos de accidentes (Fig. 3c).



a)



b)



c)

Fig. 3 a) Malla de Seguridad Perimetral, Helipuerto Verónica Pemex. b) Escalera fija de acceso Reforma 222. c) Separador y Contenedor de Combustible, Helipuerto Verónica Pemex.

En cuanto a la división de la construcción se refiere, los principales trabajos para los que es solicitada la empresa son: Seguridad de áreas por medio de tapias perimetrales, elevación y movilidad de materiales a grandes alturas (Fig. 4a) y plataformas de recepción de material (Fig. 4b), entre muchas otras opciones más.



a)



b)

Fig. 4 a) Riel de carga y b) plataforma de ascenso y descenso de materiales. Torre Sur

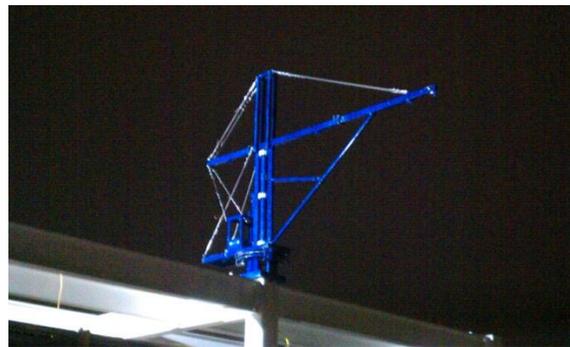
Los servicios más comunes para los que es contratada la empresa son: la limpieza de fachadas (Fig. 5a), la elevación de personal para mantenimiento (Fig. 5b) y la elevación de cargas pesadas (Fig. 5c). En esta división los requerimientos de diseño mecánico varían dependiendo el lugar donde se brinde el servicio, es una de las divisiones más importantes de la empresa ya que a diferencia de los proyectos especiales, estos trabajos son solicitados diariamente.



a)



b)



c)

Fig. 5 Servicios EnTec, a) Limpieza de fachadas, b) Plataformas aéreas, c) Plumas de carga.

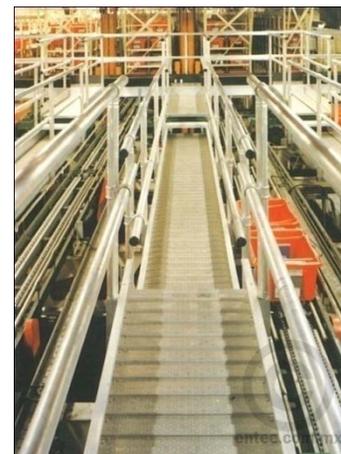
En cuanto a las demás divisiones, existen una gran variedad de proyectos y productos hechos a la medida de los clientes, adaptándose a las necesidades en específico que requieran cada uno de ellos, (Fig. 6).



a)



b)



c)

Fig. 6 Venta de Equipo EnTec, a) Gancho para tubería (caimanes), b) Dinamómetro digital capacidad 2.5[Ton], c) Plataformas de aluminio (pasos de gato)

2.3 Normas y condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.

El factor común que tienen todos los proyectos y trabajos dentro de la empresa es “la altura”. Para realización de cualquier maniobra, trabajo o actividad en altura se deben seguir ciertas normas con la finalidad de cumplir con las leyes del país y seguir las reglas de seguridad personal.

Al ingresar a trabajar a la empresa se imparten cursos de capacitación en materia de seguridad, los cuales están implementados para evitar accidentes y caer en errores comunes; esta tarea es realizada por la persona especializada en el tema, que en este caso es el ingeniero de seguridad industrial, el cual a su vez debe capacitarse día a día con las nuevas implementaciones que puedan surgir en el área. Entre las principales normas que se utilizan en la empresa se encuentran:

La NOM-009-STPS-2011, que como se mencionó es una de las principales que rige por completo al trabajo hecho por la empresa y que habla sobre las “Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura” [2].

En segundo lugar se encuentra la circular obligatoria CODA-05/07 emitida por La Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), donde el objetivo es: “que los concesionarios y permisionarios de los helipuertos, efectúen las acciones necesarias para que las características físicas, instalaciones, equipos y recursos que integran los servicios de los helipuertos, así como las superficies limitadoras de obstáculos cumplan con las especificaciones contenidas en el convenio sobre Aviación Civil Internacional...” [3], al ser una de las divisiones más importantes de la empresa, se tiene contratada a una persona especializada en aeronáutica la cual es consultada para la interpretación de dichas normas o para cualquier consulta relacionada al tema de los helipuertos.

Además de estas dos importantes normas, existen muchas otras que rigen los trabajos realizados en la empresa, por tal motivo es obligación del ingeniero o responsable a cargo hacer la debida investigación para evitar incurrir en una falta, violar la ley o evitar accidentes y así brindar un servicio de calidad.

Como ingeniero responsable de proyectos, en la etapa de diseño hice uso de algunas normas para evitar incurrir en alguna falta como las mencionadas o a manera de consulta, los siguientes ejemplos son normas que utilicé en su debido momento, entre muchas otras:

- Norma de Seguridad y prevención de riesgos laborales por la realización de trabajo en altura (NOM-009-STPS-2011). [2]

- Norma para equipo suspendido de acceso (NOM-009-STPS-1999). [2]

- Normas para el tamaño y diseño de barandales de protección, escalones, etc., escaleras de emergencia (NOM-001-STPS-2008). [2]
- Equipamiento e instalaciones de un Helipuerto (SCT- DGAC-CO DA -0507). [3]
- Diseño y operaciones de aeródromos (OACI Manual de helipuertos Anexo 14 aeródromos). [4]
- Aplicación de sistemas de espuma contra incendio, áreas de cubrimiento helipuertos, (NFPA 418). [5]

Además de estos ejemplos de normas también existen guías y manuales los cuales sirven de apoyo para la consulta de algún procedimiento o instrucción, como puede ser el caso de la emitida por La administración de Seguridad y salud Ocupacionales (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) [6] donde existen apartados enfocados a la seguridad en construcciones como “Los peligros de caerse” o “La guía de consulta para Izaje General” (Estrobos, Eslingas, Cables de Acero), etc. En EnTec cumpliendo con los requisitos que establece protección civil, cuenta con los permisos y certificaciones requeridas para impartir cursos y adiestrar al personal que así lo desee, sobre trabajo y seguridad en altura.

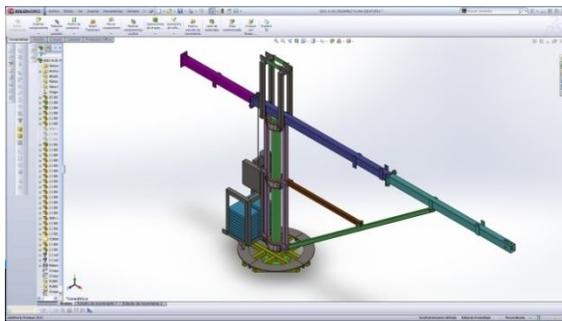
CAPÍTULO 3. Participación del alumno en la empresa y sus aportaciones

Dentro de la empresa el área de ingeniería a la que pertenezco se encarga de desarrollar los proyectos solicitados haciendo uso de una serie de pasos que van desde la propuesta del proyecto por escrito, hasta la instalación final y puesta en funcionamiento del producto, estructura o mecanismo; por tal motivo es indispensable asumir el compromiso y la responsabilidad que se adquiere en cada una de las etapas de la elaboración de un proyecto.

3.1 Funciones y Responsabilidades dentro de la empresa

Una vez que el área de proyectos ha hecho el contacto con la empresa o cliente que ha solicitado un proyecto, como integrante del departamento de Ingeniería de la empresa mis principales funciones son: procesar la información proporcionada para realizar un análisis a de las necesidades, características, limitaciones, costos y términos que se hayan acordado, todo con la finalidad de recabar la mayor información del proyecto e ir planificando el desarrollo de cada etapa.

Una vez obtenida toda la información necesaria del proyecto, de manera grupal surge una lluvia de ideas para darle solución a las necesidades primordiales, la principal ventaja que tiene la empresa en este paso, es que cuenta con el software de diseño, SolidWorks® en el cual las ideas propuestas pueden ser generadas en modelos sólidos (Fig.7a) que permiten tener una mejor perspectiva para su análisis, viabilidad de producción y certero diseño final (Fig.7b).



a)



b)

Fig. 7 Etapas del diseño

a) Propuesta para el diseño de pluma de izaje. b) Instalación y puesta en funcionamiento del diseño propuesto. Helipuerto Legaria

La responsabilidad de crear un buen diseño es fundamental para que la fabricación en el área de producción o la instalación en obra se realicen de acuerdo a lo planeado, para que esto suceda se deben tomar en cuenta diferentes aspectos; el inmueble en donde se va a trabajar, el levantamiento de medidas correcto, la selección del material adecuado, los análisis de cálculo, la elaboración de planos, los procesos de producción y de ser necesario solicitar el apoyo de especialistas en otras áreas. La falta de consideración de dichos aspectos, ocasiona errores que pueden ser de menor o mayor magnitud

impactando en el proyecto con daños irreversibles y de grandes consecuencias. En la figura 8a y b se puede observar un ejemplo de la toma de mediciones y la necesidad de realizarla en ocasiones en equipo como es el caso.



Fig. 8 a) Medición de Escaleras y b) Estructura de malla perimetral. Helipuerto Corporativo Prisma

El siguiente paso es generar el modelo sólido del inmueble u obra para la cual fueron contratados los servicios de la empresa (Fig. 9), haciendo uso de SolidWorks® y teniendo que acudir al sitio frecuentemente para realizar la toma de medidas necesarias con la finalidad de tener información certera.

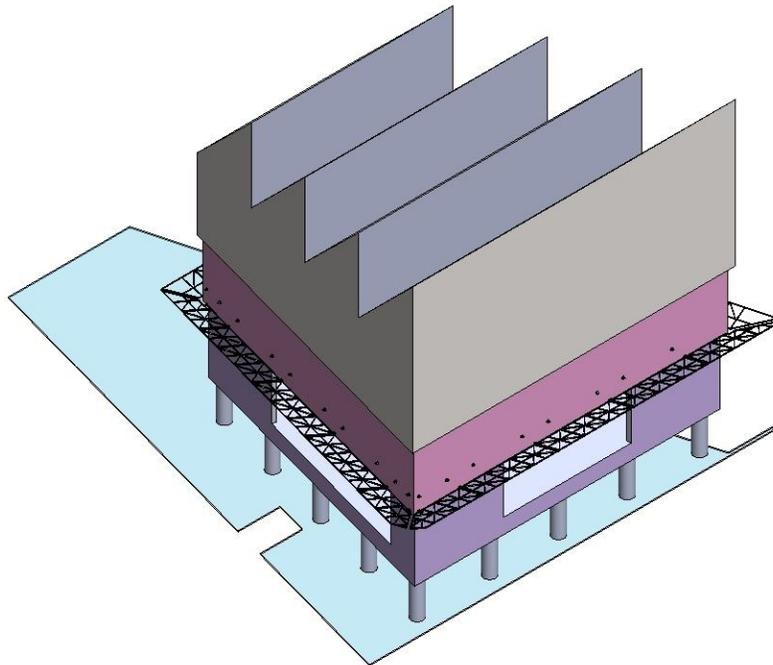


Fig. 9 Simulación en SolidWorks. Museo Jumex.

Continuando con las etapas del proyecto, el siguiente paso es elaborar el modelo solido del diseño propuesto, para realizarlo se tiene la opción de utilizar una metodología establecida o se puede optar por seguir su propio método, todo depende de la forma de trabajo de cada ingeniero, en lo particular comencé por seguir el método mostrado por el jefe de ingeniería, que consistía en modelar directamente sus ideas en la computadora; para después dar paso a la implementación de mis propios métodos.

Cuando el diseño está terminado, dependiendo su función principal, puede o no, ser sometido a un Análisis de Elemento Finito FEA (*Finite Element Analysis*) (Fig. 10c). En general este estudio se realiza cuando las estructuras o piezas requeridas estarán sometidas a grandes esfuerzos y es una manera de garantizar tanto al cliente como al mismo diseñador el comportamiento esperado. Cabe recalcar que un FEA no siempre es requerido, existen estructuras cuyo diseño no requiere de mayor complicación más que el conocer las propiedades del material para saber su comportamiento ante las solicitaciones requeridas.

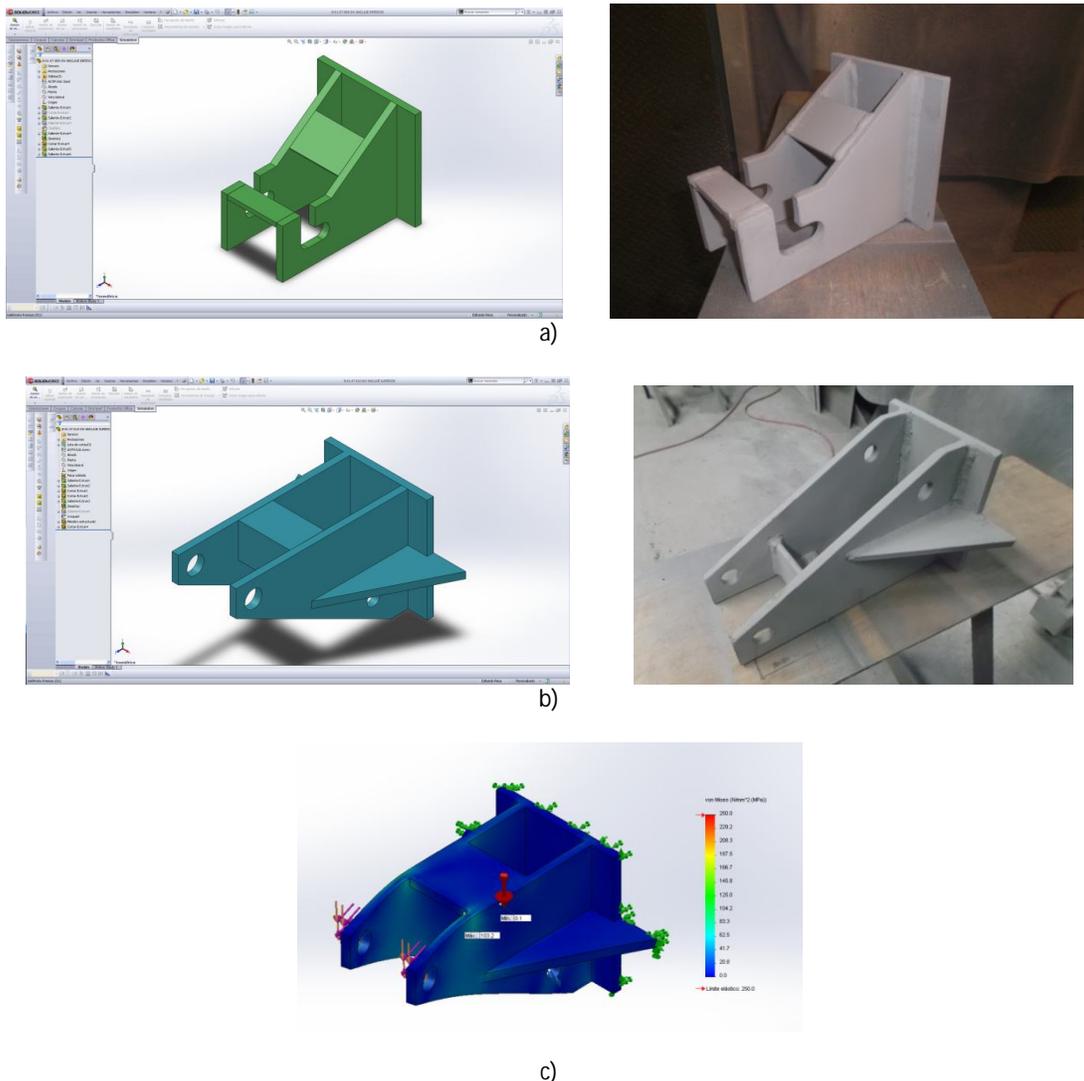
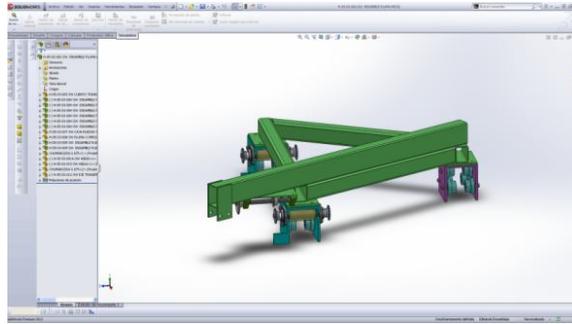


Fig. 10 a) Anclaje superior para tapiales b) Anclaje inferior de tapiales c) Estudio FEM de anclaje inferior FEM. Museo Jumex

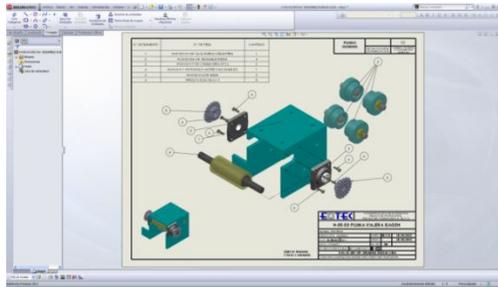
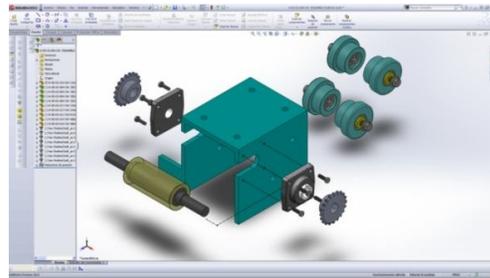
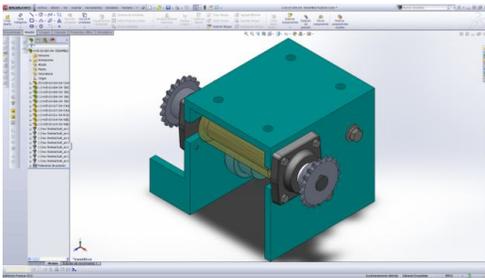
El Análisis de Elemento Finito (FEA) se utiliza para el estudio del comportamiento que tendrá una estructura o pieza al ser sometida a los esfuerzos solicitados, teniendo una forma gráfica de conocer el sitio específico dónde se concentrarán los esfuerzos y deformaciones máximas y mínimas; y por lo tanto donde se pueden presentar fallas o rupturas. Dependiendo de los resultados arrojados por el análisis se puede modificar el diseño para darle una mayor resistencia mecánica o simplificarlo, lo cual puede ser un factor importante que repercute en las cuestiones tanto económicas como físicas, ya que el exceso o falta de material puede también provocar un rediseño de la pieza o en el peor de los casos un rediseño total. A pesar de que el FEA es una herramienta muy útil se debe tener cuidado en saber utilizarla y sobretodo saber interpretar los resultados arrojados ya que como bien se especifica *"Nunca uses una de estas teorías si no sabes en que teoría se basa, que hipótesis tiene implícitas y que limitaciones existen para su uso"* [7],

El siguiente paso consiste en realizar los planos de fabricación, esta etapa del proceso se requiere realizarla con la mayor precaución posible, ya que una dimensión mal acotada puede provocar errores de gran magnitud en el área de producción; así también se debe hacer una adecuada señalización con simbología estándar la cual ayude a facilitar la comprensión del plano. La responsabilidad de revisar los planos y asegurarse que contengan todo lo necesario antes de pasarlos al área de producción, es de suma importancia ya que hay procesos de producción irreversibles que generan pérdidas.

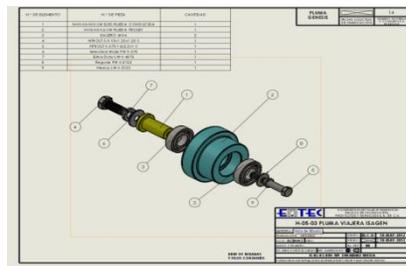
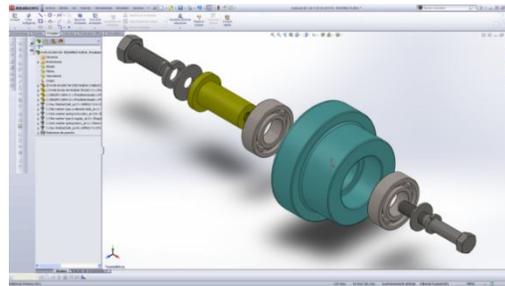
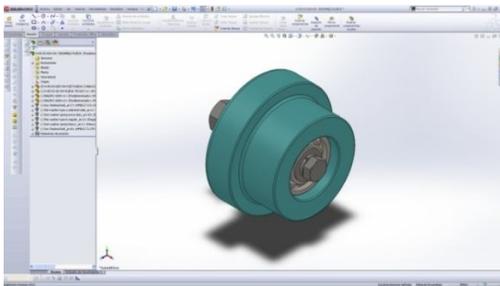
Para facilitar y agilizar las actividades en el área de producción, se elabora una carpeta con toda la documentación que se pueda requerir en la fabricación; un ensamble general del proyecto, un ensamble general de la estructura o pieza diseñada, planos específicos de cada una de las piezas y demás documentos que puedan ser necesarios. Dentro de mis funciones se encuentra la elaboración de dichas carpetas pertenecientes a los ingenieros también incluyen la elaboración de planos de otros ingenieros del área, por lo tanto la responsabilidad de hacerlo correctamente aumenta.



a)



b)



c)

Fig. 11 a) Pluma viajera. ISAGEN, Colombia. b) Carro de translación de pluma. c) Rueda Principal. Todo realizado en Solidworks

Dentro de la empresa una de mis funciones corresponde a la supervisión de los procesos de fabricación, el área de producción cuenta con diversas maquinas herramienta, así como equipo para soldar, cortar, doblar, punzonar, diferentes materiales. El conocimiento del alcance de dichas máquinas y herramientas es fundamental para la planeación de la producción, contando con la certeza de la viabilidad de lo solicitado. Estar presente en los procedimientos de producción ayuda de manera benéfica en diferentes aspectos; se cerciora la calidad de los trabajos que se están realizando, se puede dirigir el ensamble de una estructura cuando esta lo requiera o dar indicaciones en caso de surgir alguna complicación o duda con el proyecto. Estas actividades las llevo a cabo tanto en los proyectos a mi cargo como en las partes asignadas de otros.

3.2 Participación en los proyectos realizados

Las actividades y responsabilidades a mi cargo dentro de la empresa fueron incrementando conforme mis aptitudes se fueron desarrollando, iniciando desde la organización de archivos electrónicos, hasta ser el Ingeniero de Proyecto. A lo largo de mi estancia trabajé en alrededor de 20 proyectos entre los que se encuentran:

- Freno para Pluma de Emergencia (Nicaragua)
- Freno para Pluma (Isagen)
- Compuerta de acceso (SSP Constituyentes)
- Soportes para Extintores (SSP Constituyentes)
- Celosía para Escaleras (Helipuerto del Reclusorio Papantla Veracruz)
- Gabinetes para Equipo contra Incendio (SSP Constituyentes)
- Tapiales Perimetrales (Museo Jumex)
- Pluma de Elevación (Torre Mild)
- Bases Davits (Universidad de Monterrey)
- Pluma de Elevación de Materiales (SSP Legaria)
- Plataforma de Descarga de Materiales (Torre Sur)
- Soportes para Extintores (SSP Legaria)
- Plataforma para Supresor de Fuego (Corporativo Prisma)

- Tapiales Perimetrales (Corporativo Prisma)
- Pasillo, Soportes para tubería y Reja de Protección (Estacionamiento Pemex)

A continuación ejemplificaré jerárquicamente cinco de los proyectos más importantes de los que he formado parte, todos y cada uno de ellos dirigidos casi en su totalidad por mí.

3.2.1 Soportes para tubería, Pasillo y Reja de Protección (Estacionamiento Pemex).

El primer proyecto consistió en la remodelación y equipamiento del helipuerto ubicado en estacionamiento del edificio de Pemex, las instalaciones existentes requerían ser acondicionadas con el equipo faltante así como el correcto balizamiento de áreas y superficie de aterrizaje.

El sistema de trabajo que sigue el equipo de ingeniería en el desarrollo de un proyecto comienza con la recepción de la información, de la cual se encarga el gerente de ingeniería que a su vez la expone frente al resto del equipo. Conocidos a fondo todos los detalles en conjunto con el jefe de ingeniería asignan las tareas individualmente a cada ingeniero del equipo. En esta ocasión me correspondió fabricar y dirigir la instalación de soportes para tubería hidráulica, un pasillo de acceso al equipo contra incendio y una reja de protección para dichos equipos, (Fig. 12).

En proyectos anteriores al ser un integrante nuevo en el equipo de ingeniería, trabajé en conjunto con ingenieros de mayor experiencia, sin embargo, como parte de mi desarrollo dentro de la empresa, esta vez el proyecto corrió totalmente a mi cargo; por tal motivo queda como en primer lugar de la lista de ejemplos a presentar.

Para comenzar con las tareas asignadas visite el sitio para realizar el levantamiento dimensional del área (Fig. 12), lo que implicó tener un contacto continuo con el responsable de ingeniería en Pemex, planteando las características y necesidades del trabajo.



Fig. 12 Sitio de requerimiento para los soportes de tubería, pasillo de acceso y reja de seguridad. Estacionamiento de Pemex

Concluido el levantamiento de las instalaciones y con una idea clara de los requerimientos solicitados, hice una presentación con la propuesta de las tres estructuras para obtener la aprobación del encargado de la obra, (Fig.13 a y b).

Para la instalación de las estructuras las principales características que se tomaron en cuenta fueron:

- El largo, ancho y alto del pasillo.
- El área específica para cubrir con la reja de seguridad.
- Los perfiles estructurales para la fabricación.
- La forma de sujeción y anclajes de los tres requerimientos.
- La instalación final en obra.

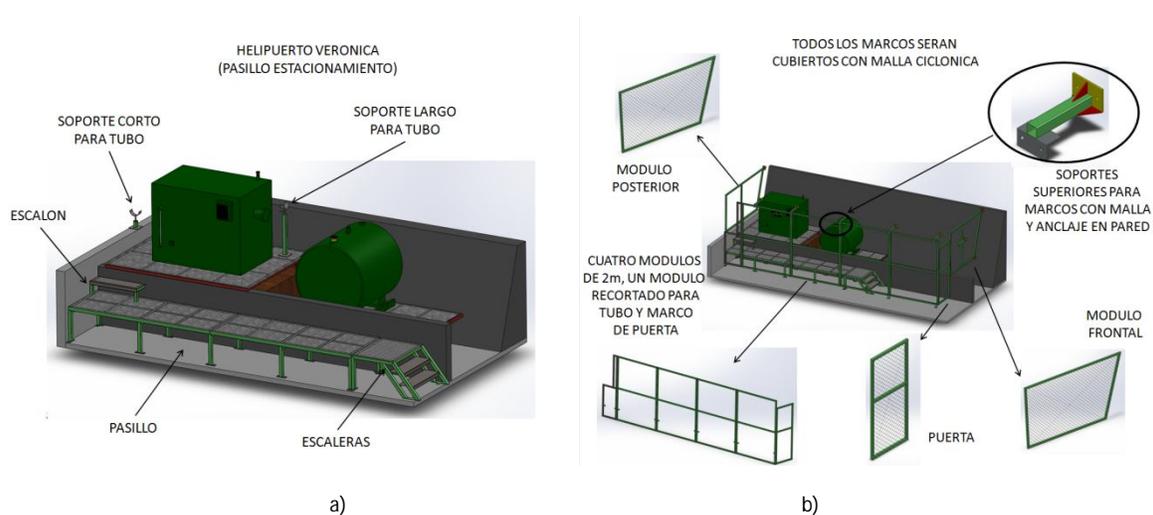


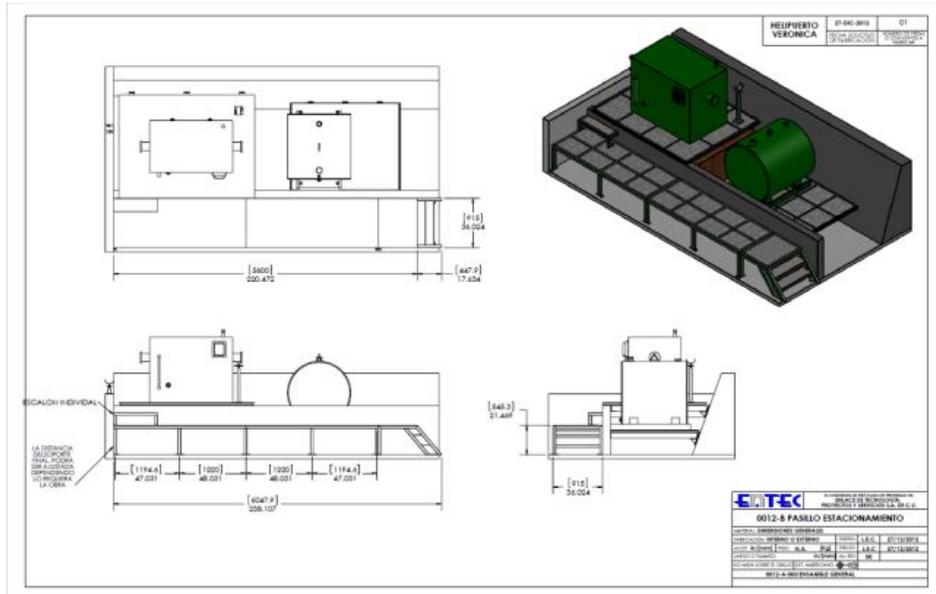
Fig. 13 a) Propuesta para el Pasillo de acceso, b) Propuesta para reja de seguridad.

Por la magnitud del proyecto las principales tareas encomendadas fueron:

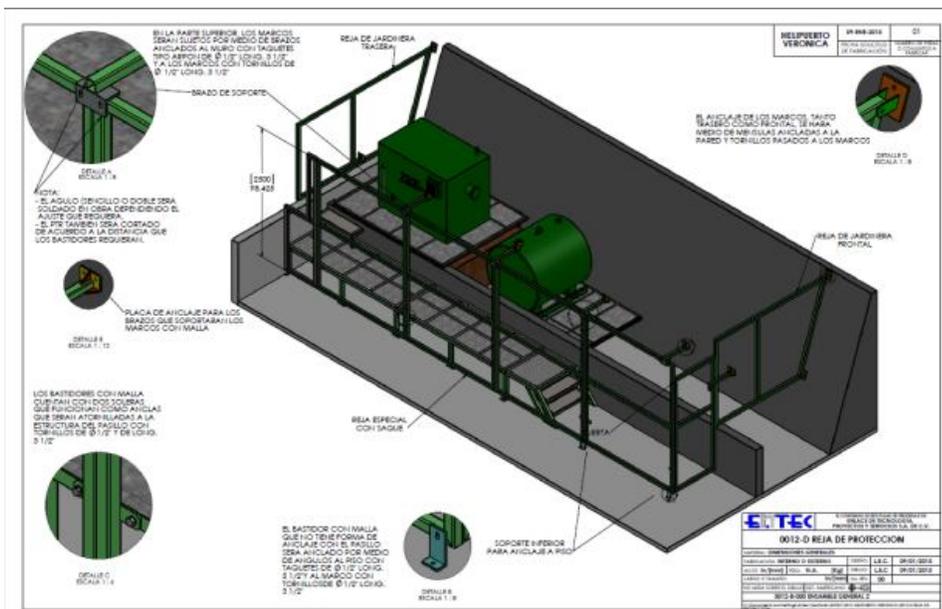
- Proponer un soporte para la tubería hidráulica que tuviera un mecanismo sencillo de ajuste y fuera adaptado en las instalaciones existentes.
- La elaboración de planos detallados y con las cotas correctas, fue indispensable para agilizar los procesos de fabricación e instalación de dichas estructuras, (Fig. 14a y b).
- Al hacer una instalación se requiere de herramientas y accesorios que pueden ser surtidos conforme el avance del proyecto lo fuese requiriendo, sin embargo en esta ocasión la oportuna planificación del envío redujo tiempos.

- La producción de una estructura requiere de cierto tiempo para su fabricación, sin embargo el plazo acordado para la entrega final era reducido, lo cual incrementando la carga de trabajo para todos los responsables.

El siguiente paso fue realizar la orden de trabajo con los planos de fabricación y los archivos que se pudieran requerir en las demás áreas (Fig.14)



a)



b)

Fig. 14 a) Plano General del Pasillo de acceso, b) Plano General de la Reja de Protección

Una vez sorteados todos los inconvenientes, la instalación se hizo de manera satisfactoria y según lo planeado; los soportes para la tubería se instalaron sin dificultades, el pasillo tuvo una longitud y la altura adecuada (Fig. 15b) y finalmente la reja de protección se instaló sin ningún contratiempo y de acuerdo a lo planeado (Fig. 15c). El resultado obtenido fue el esperado reflejándose en la absoluta satisfacción del cliente y la satisfacción de haber realizado un buen trabajo.



a)



b)



c)

Fig. 15 Instalación final de: A) Soportes para tubo de Ø 6" b) Pasillo de acceso con escalera y C) Reja de protección.

3.2.2 Plataforma Supresor de Fuego

El segundo proyecto de gran relevancia fue la remodelación del Helipuerto de Corporativo Prisma, en este proyecto mi participación consistió en la fabricación de una plataforma elevada, anclada al muro y conectada a la superficie del helipuerto. Esta plataforma serviría para colocar un "supresor de fuego", su función es extinguir el fuego por medio agentes químicos los cuales tienen que ser esparcidos sobre el objeto en llamas, pensando principalmente en un helicóptero incendiándose, (Fig.16).



a)



b)



c)

Fig. 16 a) Supresor de Fuego, b) Prueba de funcionamiento a distancia, c) Prueba de funcionamiento con manguera extensible.

Para la elaboración de esta plataforma trabajé en conjunto con mis compañeros de área, debido a que el proyecto exigía comunicación constante en la etapa de selección de materiales, las geometrías y acabados finales debían ser semejantes para dar un aspecto uniforme a todo el proyecto. De tal forma la única condición a respetar era el sitio final de instalación, previamente asignado por el especialista correspondiente, (Fig. 18).

Haciendo uso de la metodología seguida en proyectos anteriores el primer paso fue, visitar las instalaciones para realizar el levantamiento del área, observando y analizando el material existente; para complementar los datos recabados se proporcionó un juego de planos existentes del helipuerto, (Fig.17).

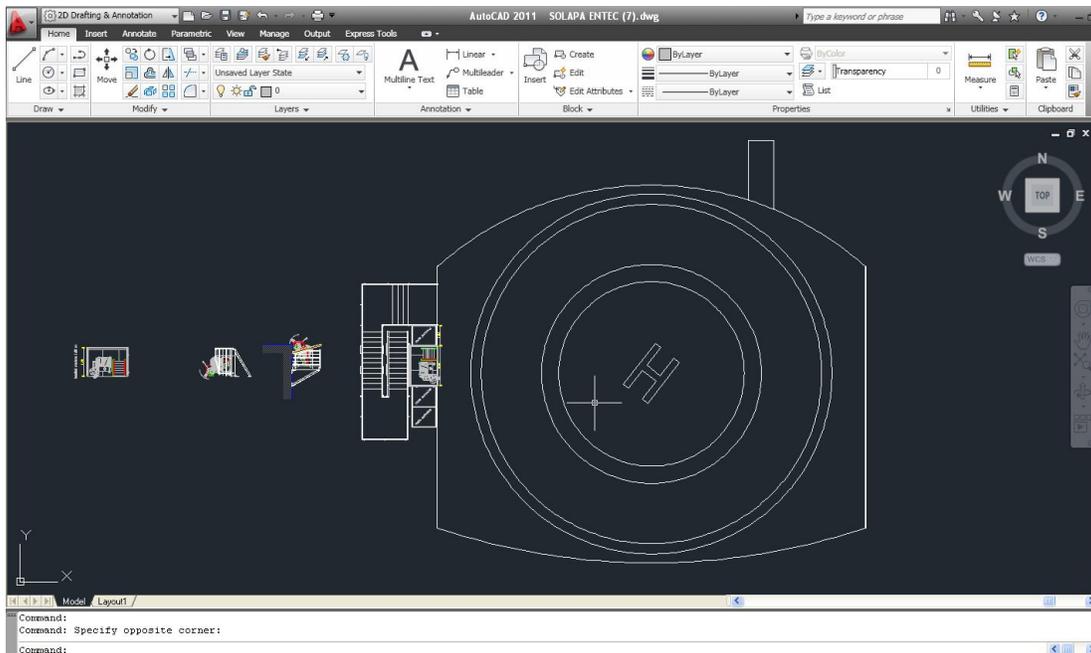


Fig.17 Vista Superior del Helipuerto de Corporativo Prisma para la ubicación de la plataforma del Supresor de Fuego. AutoCad



Fig. 18 Lugar asignado para la instalación de la Plataforma para el Supresor de Fuego.

En este diseño las principales cuestiones a tomar en cuenta eran:

- La propuesta de un perfil estructural cuyas propiedades mecánicas fueran adecuadas para soportar el peso del equipo.

- Asignar las dimensiones adecuadas del área útil, contemplando la instalación del supresor de fuego, la movilidad de una persona y el acceso correspondiente hacia ella.
- Realizar un análisis en el que se pueda comprobar la viabilidad y correcta selección de materiales, tomando en cuenta la forma de anclaje.
- Finalmente, a diferencia del proyecto anterior donde existía un rango de tolerancia amplio por el tipo de sitio, esta vez la estructura tenía que cumplir con los ajustes indicados, (Fig.19)

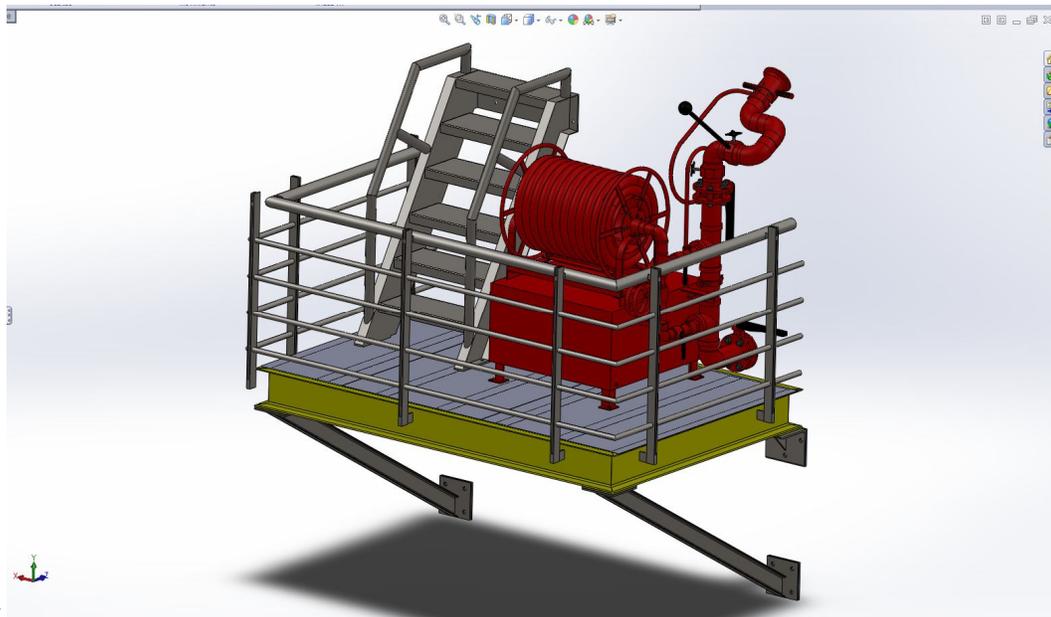


Fig. 19 Diseño final de la plataforma para el Supresor de Fuego

Buscando la solución para dichas cuestiones hice la selección del perfil estructural que serviría de base a toda la estructura, cuya geometría ayudara agilizar el proceso de armado y fuera capaz de resistir el peso total. Analizando y seleccionando los perfiles comerciales estándar, decidí por hacer los cálculos necesarios para un canal "U" o CPS (perfil estándar "C") de 8" de peralte por 8 [mm] de espesor (alma), el cual cumplió con todas las características mencionadas para el armado de la estructura. Una vez cerciorada la adecuada selección de materiales continué con la elaboración de los planos de fabricación acotando de manera detallada las dimensiones y con los cuales poder hacer un estimado del material a utilizar. Obtenidos los datos realicé la orden de trabajo y de compra para dar inicio con la producción de la plataforma del supresor de fuego.

Con el material solicitado en planta comenzó el proceso de fabricación, en el cual tuve que estar presente para aclarar las dudas que fueran surgiendo durante la habilitación del material y el ensamble, conforme la fabricación iba avanzando de forma alterna fui desarrollando el resto del proyecto, que incluía la escaleras que daría acceso a la plataforma, (Fig.22b).

El primer punto a considerar fue nuevamente la geometría y el material para fabricar la estructura base, consistente principalmente en las zancas (*vigas inclinadas que sirven como apoyo a los peldaños*), para lo cual decidí hacerlas del mismo perfil estructural que el resto de la plataforma para darle uniformidad al proyecto. La altura y la huella de los escalones son factores determinantes para su fabricación, generando una inclinación comprendidas entre los 45° y 75° , por lo que pueden ser clasificadas como escaleras de servicio, (Fig. 22b). El segundo detalle a tomar en cuenta era el diseño de los escalones cuya estructura debía ser de un material ligero que no aumentara el peso de la estructura y apropiado para resistir el peso de una persona y el desgaste de la intemperie.

Una solución práctica para resolver esta requerimiento fue utilizar lámina antiderrapante calibre 12, dándole una geometría angular a 90° por medio de un doblado que incrementa la rigidez y la resistencia mecánica, con esta eficaz solución se cumplen los requisitos establecidos además de disminuir de manera significativa algunos costos, reduciendo material y procesos de fabricación.

Como último detalle a resolver fue la geometría y el trayecto a seguir de un barandal, una estructura de apoyo necesita una geometría que brinde un acoplamiento adecuado al momento de sujeción por medio del contacto de la mano, por lo que un tubo de $\varnothing 2"$ cedula 30 cumplía con dicho requerimiento además de tener la resistencia mecánica para soportar los esfuerzos solicitados, las dimensiones del trayecto fueron marcadas por los grados de inclinación de las zancas base.

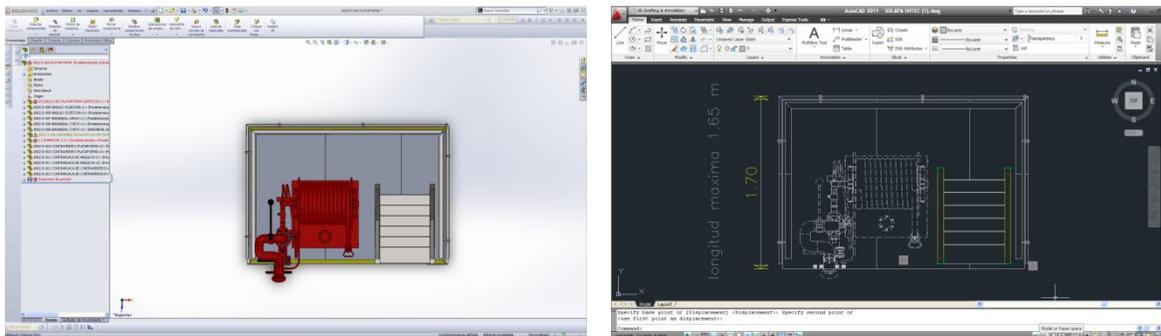


Fig. 20 Vista Superior de la Plataforma del Supresor de Fuego. SoliWorks y Autocad

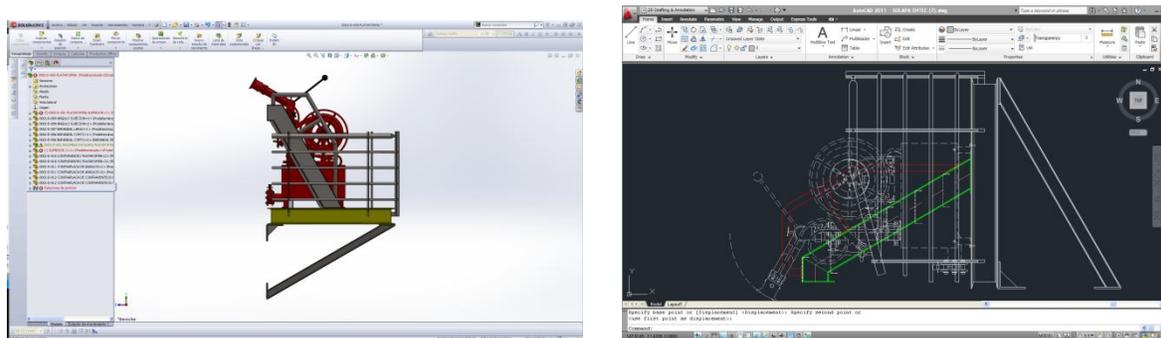


Fig. 21 Vista lateral de la Plataforma del Supresor de Fuego. SolidWorks y Autocad

Conforme el proyecto se fue desarrollando los responsables a cargo del helipuerto me solicitaron informes detallados junto con reportes fotográficos del avance de la fabricación, así como planos detallados sobre el diseño final, con el propósito de hacer observaciones o dar una estimación de la fecha de término. Las principales dificultades que se presentaron durante las etapas del proyecto fueron:

- Al tener un barandal con perfiles tubulares y con diferentes configuraciones, es complicado hacer las acotaciones pertinentes en los planos de fabricación, por consecuencia en el área de producción se complica realizar cortes a los ángulos requeridos y de manera que queden totalmente alineados ambos extremos.
- La fabricación de la escalera tuvo como principal complicación la selección de material de los escalones, el número de peldaños como sus dimensiones tienen que ser calculados de manera que la circulación sobre ellos se realice de manera fluida, sin el riesgo a sufrir una caída debido a la mala distribución, (Fig. 22a).
- El procedimiento de instalación requiere el seguimiento de instrucciones las cuales deben ser proporcionadas por escrito y apoyadas con planos, dirigir dicha labor por medio de documentos dificulta el procedimiento y la elaboración de estos.



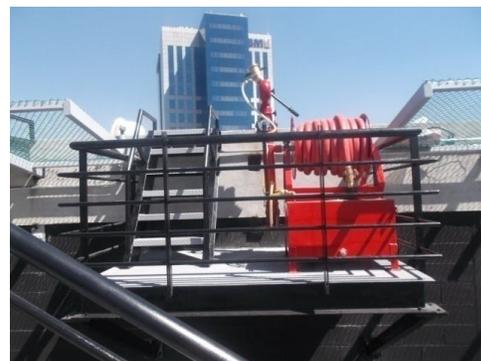
a)



b)



c)



d)

Fig. 22 Plataforma para el Supresor de Fuego totalmente instalada en el Helipuerto

3.2.3 Plataforma de Descarga de Materiales

El desarrollo de este proyecto se realizó en la torre sur del complejo "Terret Polanco" y por las características del trabajo solicitado pertenece a la división de la construcción. Fue un proyecto de mayor magnitud y estuvo totalmente a mi cargo lo que incrementa las responsabilidades, mi participación involucró actividades en las tres etapas principales, diseño, fabricación e instalación.

La función principal de la plataforma de descarga, es depositar materiales sobre su superficie en cualquier nivel de un edificio (cemento, arena, varilla, vigas, costales, etc.), para después ser trasladados a su destino principal, la plataforma es fabricada con medidas específicas o para el peso deseado siendo. Dependiendo de las solicitudes la plataforma puede cambiar en cuanto a dimensiones o alguna otra característica, como distribución de la parrilla base, configuración de barandales o la forma de sujeción dependiendo de los requerimientos, (Fig. 23).

Las principales características que el cliente solicitaba para esta plataforma fueron:

- Capacidad de carga de 1 tonelada.
- Área útil de la plataforma de 4.80 [m] x 2.40[m]



Fig. 23 Plataforma de descarga de materiales

Como primer paso fue visitar el inmueble para observar el sitio y los materiales en donde se iba a instalar la plataforma. Continuando con la siguiente etapa realicé una búsqueda de un perfil estándar cuya geometría permitiera resistir los esfuerzos a los que iba a estar sometida, al mismo tiempo que se acoplara con el resto de los elementos de la estructura (barandales, anclajes, etc.). Un elemento que cumple dichas características es una viga, por lo que decidí hacer los cálculos para una viga IPR.

De acuerdo a la posición final de la plataforma y para motivos de análisis las vigas utilizadas se pueden clasificar por su tipo de carga y de apoyo, como una viga en voladizo (cantiléver) con carga uniformemente distribuida [8], (Fig. 24) con lo cual se puede realizar el siguiente estudio para determinar el esfuerzo cortante y momento de inercia.

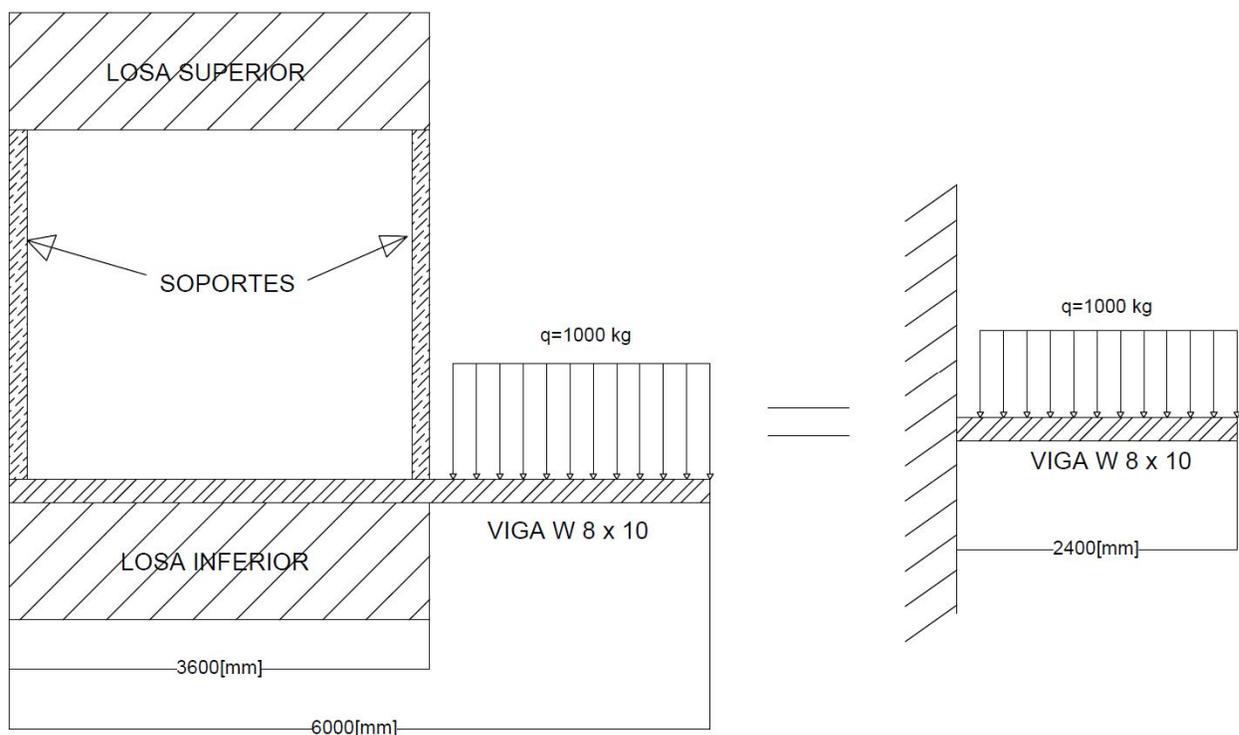


Fig. 24 Plataforma de materiales y su consideración para análisis.

-De acuerdo a la fórmula de esfuerzos cortantes (3.2-1) [9]:

$$\tau = -q x \quad \text{donde} \quad ; x = L \quad (3.2-1)$$

$$1000[kgf] = (1000[kg])(9.81[\frac{m}{s^2}]) = 9810[N]$$

$$q = \frac{9810[N]}{2.4[m]} = 4087.5[N/m]$$

Por lo tanto, sustituyendo en la ecuación (3.2-1), obtenemos:

$$\tau = (4087.5[N/m])(2.4[m])$$

$$\tau = 9.81[KN]$$

-Momento Flector:

$$M = -qx \frac{x}{2} = -\frac{qx^2}{2} \quad (3.2-2)$$

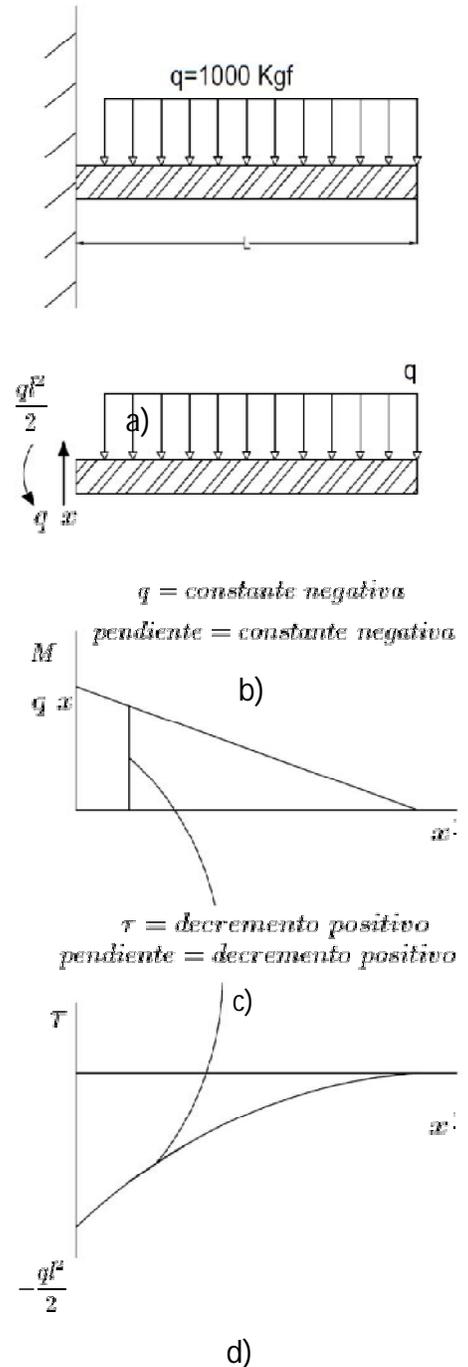
El momento flector máximo se da en el empotramiento y valdrá:

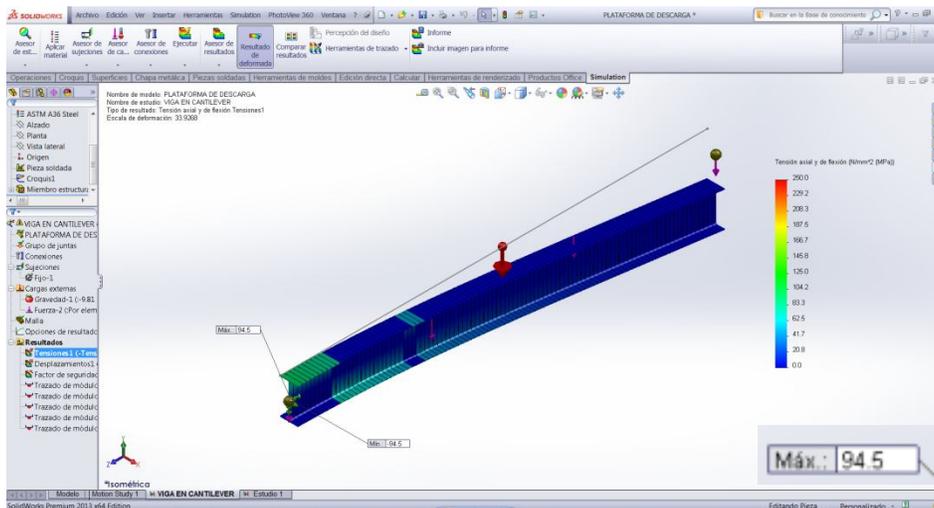
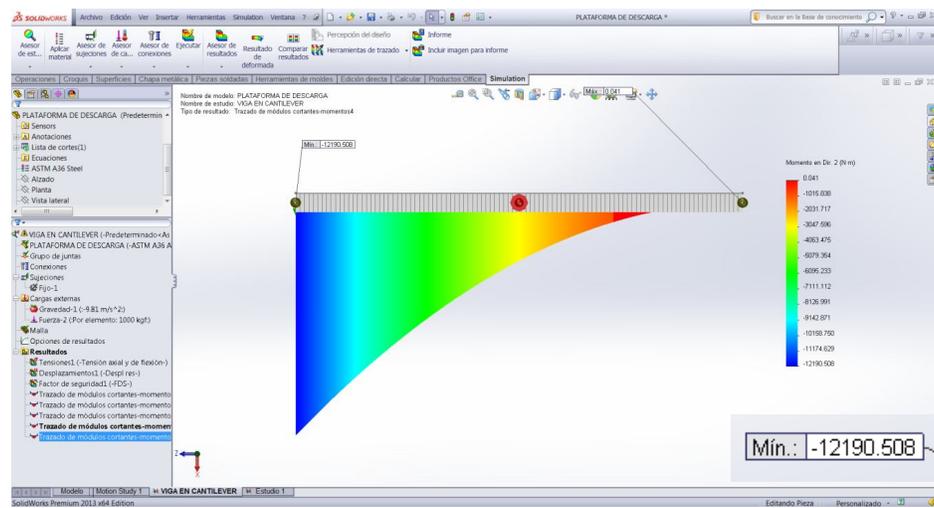
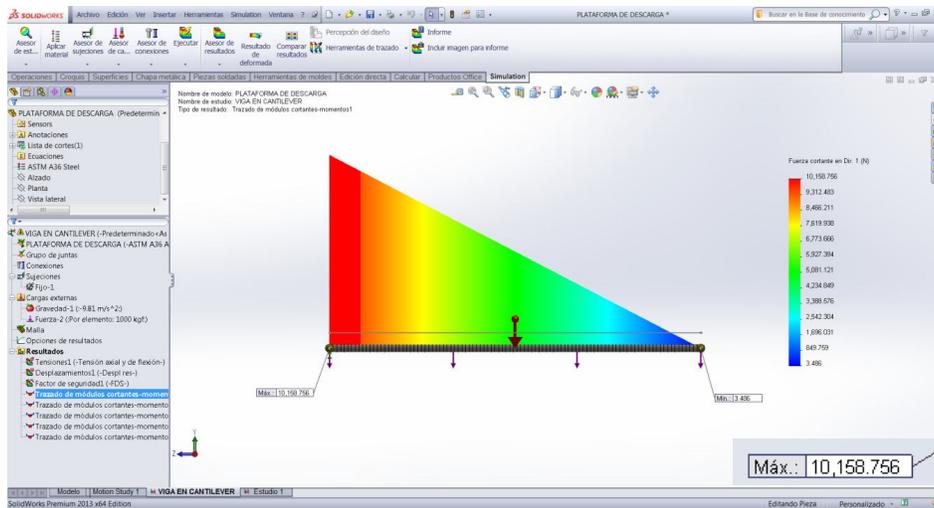
$$M_{max} = -\frac{qL^2}{2} ;$$

Sustituyendo, obtenemos:

$$M_{max} = -\frac{(4087.5[N/m])(2.4[m])^2}{2}$$

$$M_{max} = 11.772[Nm]$$





Como se puede observar los resultados obtenidos con el análisis de cálculo realizado (Fig.25) y los arrojados por el método de elemento finito (FEM) hecho en la computadora (Fig. 26 y 27) son similares, por lo que para efectos de comprobación pueden ser tomados como validos. Otro resultado obtenido con el análisis de elemento finito fue el valor de esfuerzo de fluencia máximo 94.5 [MPa] (Fig.28), muy por debajo del valor de referencia del material, que es un acero estructural A36 cuyo esfuerzo a la fluencia es de 250[MPa] [12], obteniendo un factor de seguridad (F.S.) [9] de:

$$Factor\ de\ Seguridad = \frac{F_{falla}}{F_{perm}} = \frac{250[MPa]}{94.5[MPa]} = 2.64$$

Cabe mencionar que los valores obtenidos son para efecto de una viga, sabiendo que el soporte de toda la estructura se aplica sobre dos, podemos asegurar el correcto funcionamiento y selección de viga para la fabricación.

Siguiendo con las etapas del proceso, elaboré un listado con los materiales que se iban a requerir, tomando en cuenta el material existente en el área de almacén ("stock"). Una vez que obtuve los datos revisé y procedí hacer la orden de compra con todo el material faltante. En ocasiones la falta de materiales durante la fabricación genera inconvenientes que se traducen en retrasos y pérdidas importantes. Todos estos sencillos pero importantes pasos, son elaborados con la finalidad de realizar producción eficiente; evitando generar gastos innecesarios por exceso, falta, o desperdicio de material.

Conforme la orden de compra fue surtida, envié una carpeta con los archivos completos (Fig.29) y documentos necesarios para la fabricación al área de producción, ya que mientras llegaba el material solicitado se podía dar inicio a parte del trabajo con el material existente.

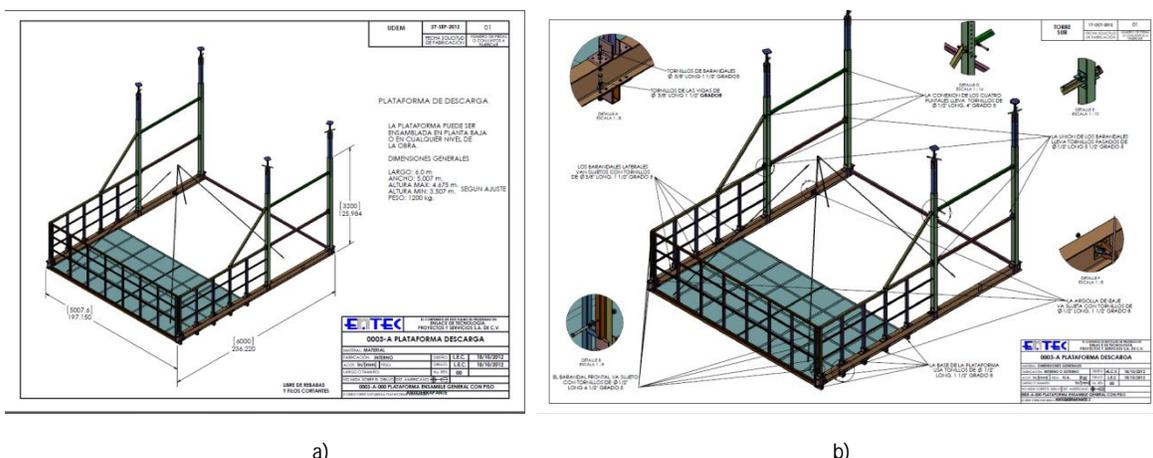


Fig. 29 a) Plano general con características principales, b) Plano de armado

Las principales características que implicó este proyecto fueron los siguientes:

- Antes de empezar a fabricar toda la estructura, hacer el análisis de cálculo para las vigas, suele ser un paso que requiere de investigación y tiempo.

- Al ser una superficie útil de gran dimensión, el emparrillado que sirve como base para el piso también requiere una distribución adecuada para soportar el peso.
- Al ser una estructura la cual pudiese ser armada y desarmada con facilidad, unifique la tornillería con un solo tipo de medida estándar.
- Las dimensiones y tipo de barandal son establecidas por el uso de la estructura.

En el área de producción mi participación consistió en la supervisión de los procesos de corte, barrenados, punzonados, soldadura, etc., verificando que las dimensiones de los materiales habilitados fueran las correctas. Una vez obtenido el material dirigí el ensamble de prueba con la finalidad de verificar las fallas que se pudieran presentar en la etapa de la instalación, pudiendo hacer correcciones o modificaciones oportunas.

Finalmente terminado y comprobado el ensamble de prueba, se desarma toda la estructura con las piezas involucradas y se envían al área de pintura, en donde siguiendo el orden de trabajo realizada le proporcionan los acabados finales.



a)



b)



c)



d)

Fig. 30 a) Argollas para izaje con pluma de elevación, b) Postes para anclaje a losa por medio de niveladores de andamio, c) Barandal frontal, D) Barandal lateral

Finalmente los elementos de la estructura (Fig.30) son enviados al sitio final de instalación, planeando la logística del traslado que involucra el medio de transporte, coordinación del envío y la recepción en obra. Para facilitar dichas actividades es recomendable elaborar un check list adjuntando planos de instalación, tornillería o la herramienta necesaria. Los principales inconvenientes a los que me enfrente en el ensamble de la estructura fueron:

- Las láminas antiderrapantes para el piso fueron compradas con medidas estándar, por lo que tuvieron que mandarse a cortar para ajustarlas al área requerida.
- A pesar de que todo el material es cortado a las medidas indicadas y barrenado con las dimensiones exactas, se da un rango de tolerancia dentro de la cual se pueden justificar fallas en la realización de procesos o defectos del material.
- El manejo y movilidad de perfiles de gran tamaño puede llegar a presentar dificultades, por lo que es necesario una buena planeación en caso de requerir múltiples procesos sobre ellos.
- Seccionar la estructura en el menor número de elementos fue una Todo fue planeado para que en obra la estructura completa y ensamblada fuera elevada por medio de los anclajes especialmente diseñados para eso (fig. 26a), pero la grúa encargada de hacer el izaje no se encontraba en la obra, por lo que todo fue desarmado y elevado por medio de un riel de carga instalado con anterioridad por la empresa.
- La plataforma lleva en sus cuatro postes, niveladores de andamios (fig. 26b) que van prensados a la parte inferior de la losa siguiente, pero al ser instalados quedaban en espacios vacíos, por lo que resolví esta situación colocando polines de madera que ajustaran los niveladores (fig.30) y así hacer la instalación final.



Fig. 31 Instalación final

3.2.4 Bases para Fixed Davits "Pescantes Fijos" (UDEM)

Este proyecto fue realizado para la Universidad de Monterrey y consistió en la instalación y venta de equipo para la limpieza de fachadas. Como se mencionó anteriormente, todo el equipo para el mantenimiento en altura es adquirido con grupo Tractel y traído, en esta ocasión, desde Canadá. El proyecto se limitó a diseñar e instalar las bases que darían soporte a dicho equipo, así como dos soportes (adaptadores) para los pescantes fijos (Fig.32).

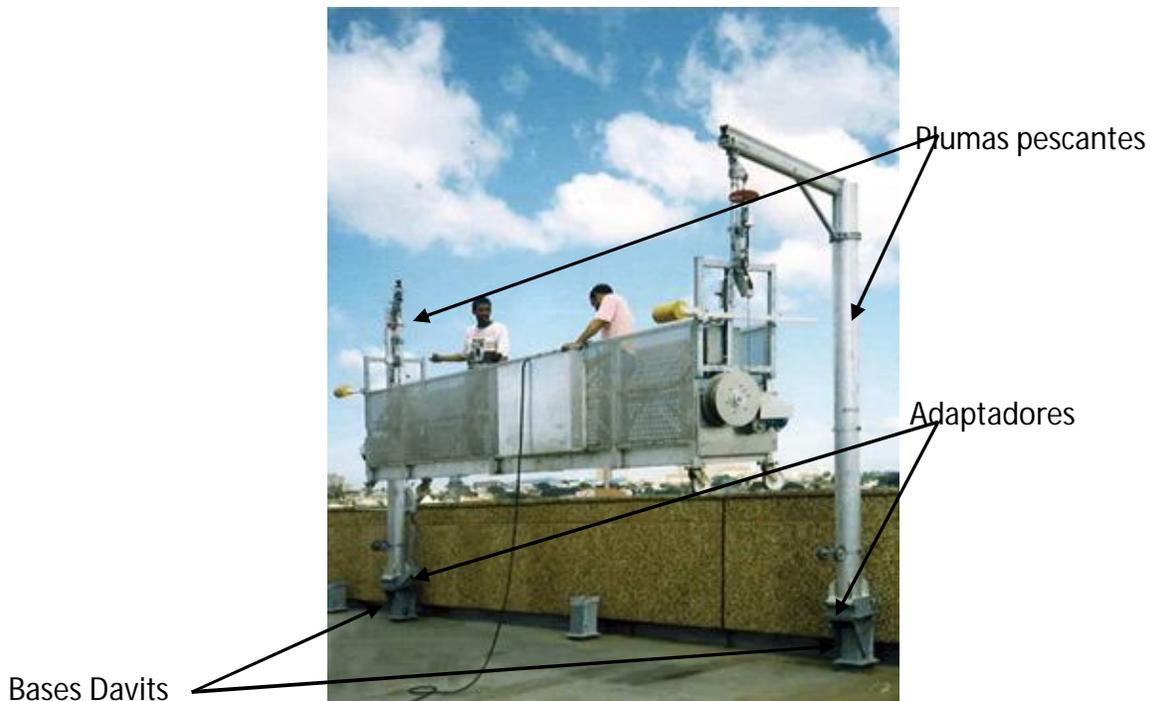


Fig. 32 Góndola con Fixed Davits. Catalogo Tractel

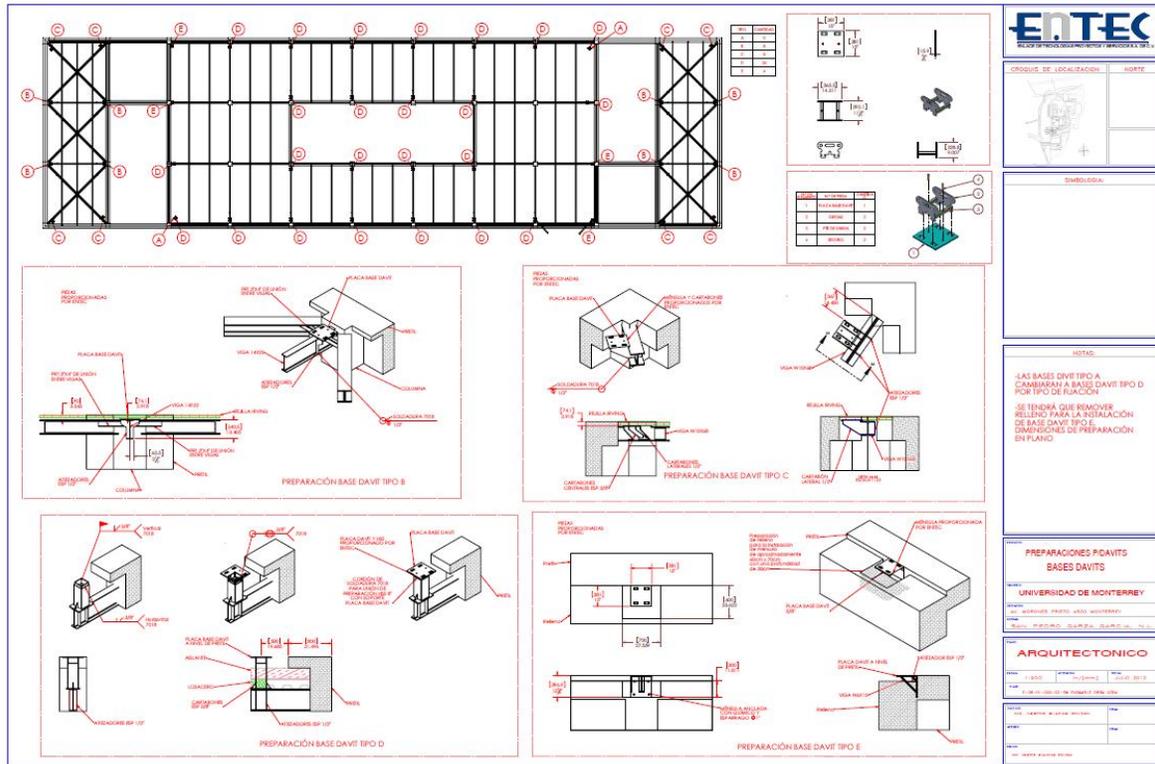
Las bases para soportar el equipo de limpieza son instaladas en el último nivel del edificio que lo solicite (azotea Fig. 33a), requiriendo una separación entre ellas de 6[m] y ubicadas en lado de la fachada donde se va a descolgar el equipo. Las plumas pescantes (Fixed Davits) son armadas y fijadas conforme la posición del equipo de limpieza lo vaya requiriendo, permitiendo ser reubicadas las veces que sea necesario.

La solicitud que se hizo para este proyecto fue abarcar las cuatro fachadas que conforman el edificio, por lo que se requirió instalar bases en todo el perímetro de la azotea (Fig.33c). Las bases, los adaptadores y las plumas requieren un acoplamiento adecuado que brinde seguridad y esto se logra a través con configuraciones específicas en cada elemento que interviene, las cuales son establecidas y proporcionadas por el fabricante. La complejidad del proyecto radica en el diseño e instalación de dichas bases, ya que sin importar el área donde tengan que ser instaladas se debe respetar la distancia especificada, llegando en ocasiones a caer sobre estructuras (Fig.33b) o cubos de luz, como fue el caso.



a)

b)

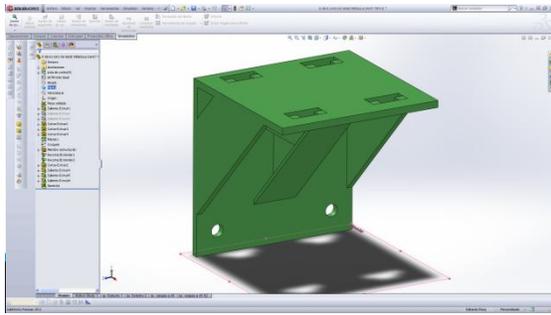


c)

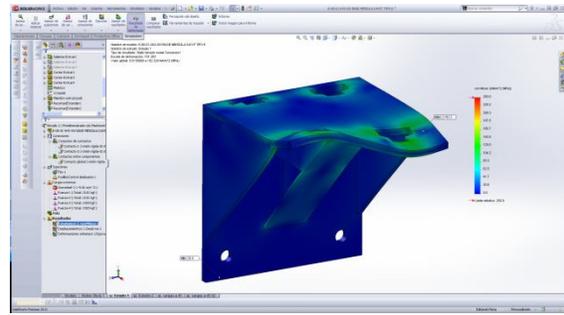
Fig. 33 a) Superficie de azotea UDEM, b) Estructuras existentes en obra, c) Plano de propuesta para Bases Davits.

En este proyecto trabajé en conjunto con el jefe de Ingeniería, el cual hizo el levantamiento de medidas en obra y generó el modeló de las instalaciones del edificio, Las actividades a realizar nuevamente implicaron un alto grado de responsabilidad y complejidad por ser un proyecto destinado a otro estado de la república. En cuanto a mi participación se refiere, me correspondió generar los modelos de las bases y los soportes, planear la forma de instalación, supervisar la fabricación, coordinar la logística del traslado a Monterrey y finalmente coordinar la instalación de todas las bases.

Una vez que seleccioné las geometrías, dimensiones y materiales adecuados, y al ser estructuras destinadas a desempeñar un trabajo de alto riesgo, realicé un estudio de elemento finito, como ya se había mencionado con anterioridad, con la finalidad de asegurar el buen funcionamiento (Fig. 34b y 35b).



a)

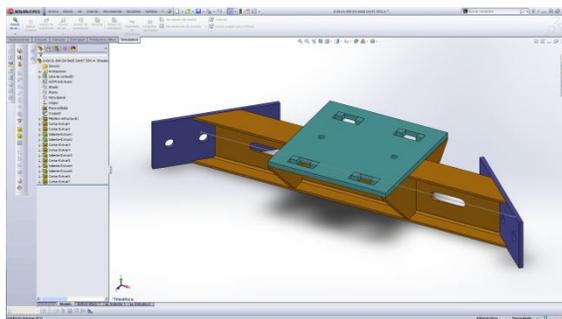


b)

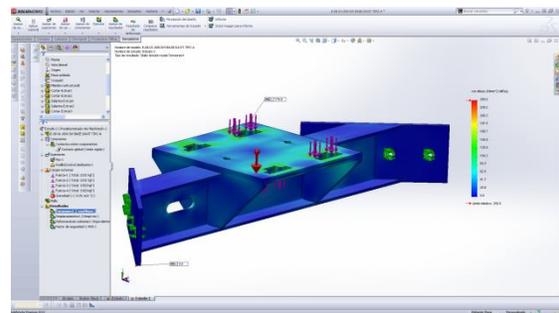


c)

Fig. 34 Base tipo "D" a) Modelo en SolidWorks, b) Análisis de Elemento Finito, c) Fabricación de Pieza



a)



b)



c)

Fig. 35 Base tipo "A" a) Modelo en SolidWorks, b) Análisis de Elemento Finito, c) Fabricación de Pieza

Las principales características que implicó el proyecto fueron:

- Las bases de las plumas requieren el uso de placas de espesor 5/8 [in] con cortes de configuraciones complejas y tolerancias de +0.1 [mm], implicando la necesidad de enviarlas a maquilar de forma externa con el proceso de corte con agua.
- Por la magnitud y características del proyecto implicó generar planos en los dos programas básicos manejados por la empresa de diseño, AutoCad y SolidWorks. Solicitando el apoyo de arquitectos especializados en la elaboración de planos arquitectónicos en AutoCad.
- Identificar y cuantificar las bases una vez que se tienen los acabados finales se vuelve una tarea complicada, por lo cual decidí rotularlas (por medio de punto de golpe) y así evitar confusiones.
- Formé e instruí al equipo que iba a realizar los trabajos en obra, explicándoles detalladamente el acomodo de las bases y la manera en que iban a ser instaladas. Este encuentro me sirvió de manera retroalimentaria ya que al tiempo que yo iba explicándoles las formas de instalación, ellos me iban solicitando la herramienta que iban a utilizar y de esta manera tuve la oportunidad de conocer y aprender los nombres y usos de algunas herramientas que desconocía.
- La logística de envío al sitio de obra fue de gran relevancia debido a la distancia existente, dar instrucciones claras es fundamental para la ejecución de un buen trabajo.
- La comunicación durante el proyecto fue realizada por diferente personal interviniendo, gente encargada de obra, ingenieros de equipo, arquitectos radicados en Monterrey, compañeros de áreas, personal especialista en obras, etc.

Los inconvenientes que surgieron durante la realización de este proyecto, fueron los siguientes:

- De las 44 placas que mandé a maquilar externamente, diez presentaron problemas de acoplamiento con los adaptadores de los pescantes, provocado principalmente por un mal ensamble, por lo que tuvieron que hacer las correcciones adecuadas y ser ajustadas nuevamente, para que pudieran ser ensambladas correctamente.
- Las bases utilizan pernos de seguridad los cuales iban a ser adquiridos con un distribuidor especializado, sin embargo, el tiempo de entrega se extendía demorando la entrega final, por lo que decidí maquilarlos en el torno de la planta.
- Por último, el residente de obra encargado de fabricar una bodega para el almacenamiento del material, no cumplió en el tiempo estipulado por lo que hubo un retraso considerable en la entrega final del proyecto.



a)



b)



c)

Fig. 36 Instalación Final de Bases

3.2.5 Tapiales Perimetrales (Punto Chapultepec)

Este proyecto ha sido la mayor aportación que hice a la empresa, el tiempo de elaboración involucro tres meses. Continuando con mi desarrollo dentro de la empresa nuevamente la dirección corrió a mi cargo,

generando situaciones en las que se deben tomar decisiones importantes, asumiendo la responsabilidad en caso de surgir alguna.

Este proyecto lo elaboré para el sitio "Punto Chapultepec", y fue solicitado por una empresa a cargo de la demolición de un inmueble, su principal requerimiento era la colocación de protecciones perimetrales para evitar la caída de escombros en los alrededores de la obra, lo que comúnmente se le conoce como "tapiales", (Fig.37).

Dichos tapiales se colocan en la periferia de la construcción y se anclan a la fachada del edificio u obra en cuestión. Acatando las normas correspondientes de seguridad [6], deben ser ubicados en la fachada de la obra y contar con un mínimo de longitud de 3[m]. Para el diseño de un tapial es necesario tomar en cuenta múltiples consideraciones; los materiales, ligeros y de alta resistencia mecánica; el ensamble, se debe contemplar la unión entre ellos para formar módulos; y finalmente, las formas de sujeciones.

A diferencia de la construcción de un edificio donde el avance se hace de forma ascendente, en una demolición ocurre lo contrario el trabajo se va realizando de manera descendente, por lo cual, los tapiales que inicialmente serían instalados en el onceavo piso descenderían conforme los trabajos lo fueran requiriendo.



Fig. 37 Tapiales Perimetrales

El inicio del proyecto comenzó con el estudio de las necesidades y requerimientos del cliente, continuó con la respectiva visita al sitio de la obra para el levantamiento del área (Fig.38) y siguió con el procesamiento de la información en la computadora. Cabe señalar que para cada uno de estos tres pasos hubo trabajo preliminar que hacer; al revisar las solicitudes del cliente, a manera de boceto se puede hacer una propuesta para el posible acomodo de los tapiales según sus requerimientos (Fig.39); las visitas al sitio de la obra tuvieron una planeación anticipada, ya que al ser una obra en demolición debe efectuarse con las medidas de seguridad adecuadas debido a que las factores de riesgo de sufrir un accidente aumentan; para procesar la pertinente información en la computadora se debe contar con la certeza del levantamiento dimensional, teniendo que acudir a la obra cuantas veces sea necesario para evitar cometer errores.



Fig.38 Edificio Punto Chapultepec

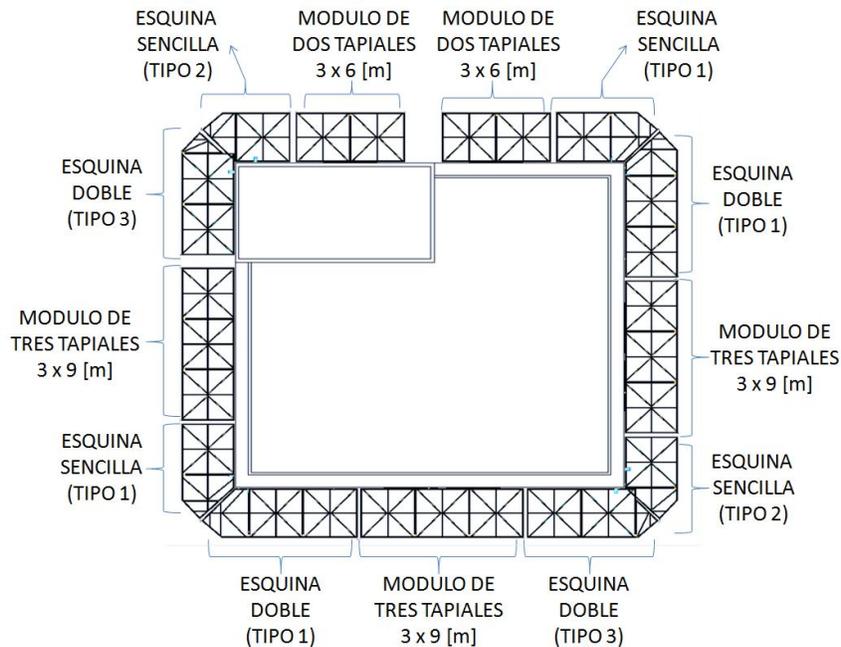


Fig. 39 Propuesta preliminar de arreglo de tapiales

Una vez teniendo toda la información necesaria me dispuse a modelar en SolidWorks el edificio y el acomodo propuesto de los tapiales (Fig.40). En este paso el diseño más importante es de los anclajes que van de los tapiales hacia las fachadas del edificio (Fig. 42 y 43), y para esto se toma en cuenta todas las características vistas en la obra, materiales, dimensiones, cimentaciones etc. La estructura de los tapiales la realice con perfil estructural MonTen por su alto grado de resistencia y por ser ligero, cumpliendo con las características buscadas para el trabajo.

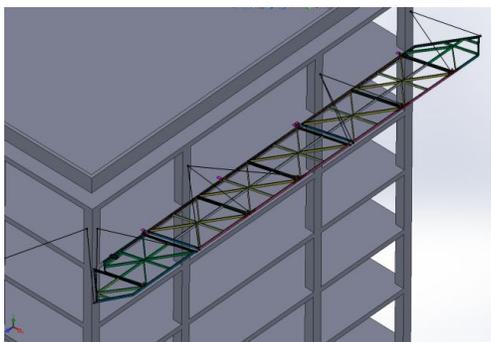


Fig.40 Modelo de Fachada. Solid Works

Al ser una construcción antigua el inmueble contaba en ciertas áreas con espesores de losa de 30[cm] por lo que los anclajes diseñados debían tener una configuración estándar para ser instalados en cualquier parte de la periferia. Una vez que seleccioné los materiales y dimensiones de dichos anclajes hice un Análisis de Elemento Finito para simular el comportamiento que pudieran presentar al ser sometidos a los esfuerzos solicitados, los parámetros de referencia que utilicé fueron obtenidos a partir de la simulación de un supuesto accidente, como es el caso de una caída de una persona.

Para el análisis de cálculo se requieren condiciones iniciales que se obtienen de la suposición de una caída de una persona en obra con un peso promedio de 100[Kg] desde una altura de 5[m] que es la altura entre pisos del edificio, (fig.41).

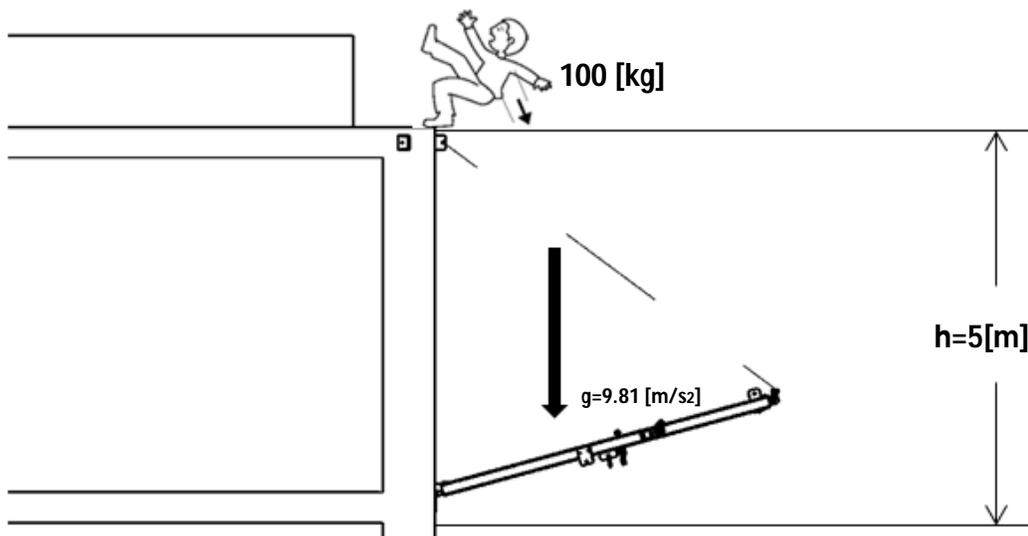


Fig.41 Simulación de posible accidente.

Empleando la fórmula de velocidad en caída libre [11], (3.2-3), obtenemos:

$$v_f^2 = v_0^2 + 2gh \quad (3.2-3)$$

Dónde:

$v_f =$ velocidad final
 $v_0 =$ velocidad inicial
 $g =$ gravedad
 $h =$ altura

Despejando y sustituyendo las condiciones iniciales obtenemos:

$$v_f = \sqrt{2gh} \quad (3.2-4)$$

$$v_f = \sqrt{2(9.81[\frac{m}{s^2}])(5[m])}$$

$$v_f = 9.9[\frac{m}{s}]$$

De la fórmula de energía cinética [11], podemos calcular la energía antes del impacto:

$$KE = 1/2mv^2 \quad (3.2-5)$$

Dónde:

$m =$ masa
 $v =$ velocidad final

Sustituyendo:

$$KE = (1/2)(100[Kg])(9.9[m/s])^2$$

$$KE = 4900.5[Nm] \text{ o } KE = 4900.5[J]$$

Utilizando el Principio del Trabajo y la Energía [11] ecuacion (3.2-6) y sabiendo que en una colision en linea recta, el trabajo neto es igual al promedio de la fuerza por la distancia recorrida durante su impacto ecuacion (3.2-7), podemos obtener:

$$\sum U_{1-2} = T_2 - T_1 \quad \text{o lo que es igual} \quad \sum U_{1-2} = KE_f - KE_0 \quad (3.2-6)$$

y

$$W = \vec{F}d \quad (3.2-7)$$

Despejando y sustituyendo la ecuación 3.2-5 en 3.2-7, obtenemos:

$$\bar{F} = \frac{W}{d} = \frac{KE_f - KF_o}{d} = \frac{\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_o^2}{d}$$

Donde:

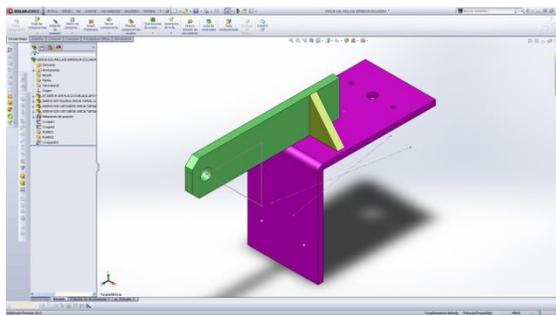
\bar{F} = fuerza promedio
 d = distancia ($d \neq 0$)

Suponiendo que el cuerpo al caer viaja una distancia después del impacto de 1[m], debido a la función de amortiguamiento que realizan los estrobos y las láminas (fig. 46). Podemos despejar y obtener:

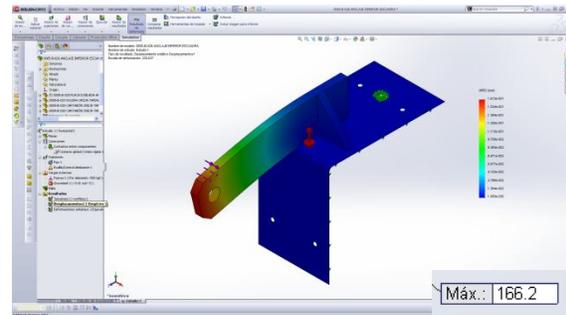
$$\bar{F} = \frac{4900.5[Nm]}{1[m]} = 4900.5[N]$$

$$\bar{F} = 4900 [N] = 499.7[kgf]$$

Con el resultado obtenido se puede hacer un análisis de elemento finito cuyo principal parámetro es la fuerza media de impacto obtenida de 500 [kgf]. Los resultados obtenidos serán de gran utilidad ya que dependiendo de ellos se hará un nuevo diseño o se continuarán con las siguientes etapas del proyecto.



a)

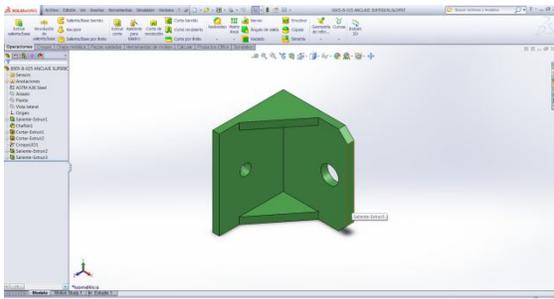


b)

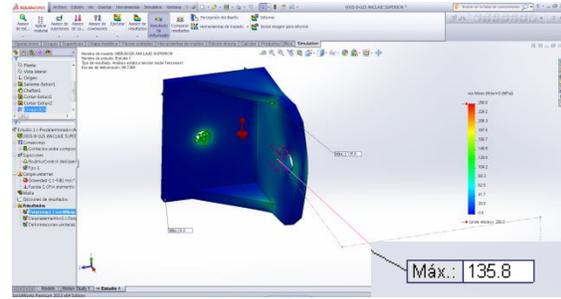


c)

Fig. 42 a) Diseño de Anclaje Inferior, b) Comportamiento a esfuerzos solicitados, c) Anclaje instalado en estructura



a)



b)



c)

Fig. 43 a) Diseño de Anclaje superior, b) Comportamiento a esfuerzos solicitados, c) Anclaje instalado en obra

Como se pueden observar los resultados del análisis de elemento finito (Fig. 42b y 343b) nos muestran un esfuerzo a la fluencia máximo de 166.2 [MPa] y 135.8[MPa] respectivamente y si el material seleccionado es un acero estructural A36 cuyo esfuerzo de fluencia es de 250[MPa][12], podemos asegurar que los anclajes tienen el diseño y las propiedades mecánicas adecuadas para soportar una fuerza de impacto de 4900 [N], para incrementar la resistencia de modulo compuesto por tres tapias se hace un aseguramiento con el doble de anclajes superiores e inferiores por lo que los valores se duplican, por lo tanto las piezas pueden pasar a la etapa de fabricación.

Al ser un conjunto de estructuras grandes y con una configuración repetitiva se utiliza una gran cantidad de piezas con la misma geometría por lo que es fundamental llevar un buen control durante todo el proyecto, en este caso lo realice con el apoyo de tablas de listas de materiales, (Fig.44). Una vez hecha la solicitud de compra y teniendo todo el material para la producción elaboré todos los planos involucrados en el proyecto para su respectiva fabricación.

Plaqueria y angulos para tapiales Punto Chapultepec										
26 TAPIALES		4 MODULOS DE 3 x 9 [m] 6 ESQUINAS DOBLES 2 ESQUINAS SENCILLAS								
ANCLAJE CON SOPORTE	N° Elem.	Nombre	Calibre	Medidas	Cantida para 4 modulos de 3 x 9 m	Cantidad para 5 esquinas dobles	Cantidad para 1 esquina sencilla	Cantidad	Cantidad por perleria 6.1M	Soleras requeridas
	1	REFUERZO UNION	1/4"	3"x 6"	48	55	11	114	39	2.923076923
	2	SOLERA SUJ. TAPIAL	1/2"	2 1/2" x 10 1/2"	16	20	4	40	22	1.818181818
	3	CARTABON OREJA TAPIAL	1/2"	2" x 2 1/2"	24	20	4	48	36	1.333333333
	4	SOLERA OREJA TAPIAL	1/2"	2 1/2" x 10 1/2"	8	10	2	20	22	0.909090909
	5	PLACA "U" UNION Y ANCLAJE	3/8"	4" x 19.192"	8	10	1	19	11	1.727272727
	6	PLACA DOBLADA APOYO FACHADA	3/8"	5" x 20.77"	12	10	2	24	11	2.181818182
	7	ANGULO RIGIDIZADOR	1/4"	3"x3"	8	0	0	8	2	4
	8	REFUERZO EXTERNO MODULO	1/4"	2"x2"	8	2	1	11	8	1.375
	9							0		
	10							0		
ANCLAJES CON MENSULA	N° Elem.	Nombre	Calibre	Medidas	Cantidad para 1 esquinas dobles	Cantidad para 1 esquina sencilla	Cantidad	Cantidad por perleria 6.1M	Soleras requeridas	
	1	REFUERZO UNION	1/4"	3"x 6"	11	11	22	39	0.564102564	
	2	SOLERA SUJ. TAPIAL	1/2"	2 1/2" x 10 1/2"	4	4	8	22	0.363636364	
	3	CARTABON OREJA TAPIAL	1/2"	2" x 2 1/2"						
	4	SOLERA OREJA TAPIAL	1/2"	2 1/2" x 10 1/2"						
	5	PLACA "U" UNION Y ANCLAJE	3/8"	4" x 19.192"	2	1	3	11	0.272727273	
	6	PLACA DOBLADA APOYO FACHADA	3/8"	5" x 20.77"						
	7	ANGULO RIGIDIZADOR	1/4"	3"x3"						
	8	REFUERZO EXTERNO MODULO	1/4"	2"x2"	1	1	2	8	0.25	
	9	PLACA DE ANCLAJE	3/8"	4" x 6"	2	2	4	40.025	0.099937539	
10	OREJA SOPORTE	3/8"	4" x 7"	2	2	4	34.3	0.116618076		
1	REFUERZO UNION	1/4"	3"x 6"	3.487179487						
2	SOLERA SUJ. TAPIAL	1/2"	2 1/2" x 10 1/2"	4.424242424						
3	CARTABON OREJA TAPIAL	1/2"	2 1/2" x 2"							
4	SOLERA OREJA TAPIAL	1/2"	2 1/2" x 10 1/2"							
5	PLACA "U" UNION Y ANCLAJE	3/8"	4" x 19.192"	2						
6	PLACA DOBLADA APOYO FACHADA	3/8"	5" x 20.77"	2.181818182						
7	ANGULO RIGIDIZADOR	1/4"	3"x3"	5						
8	REFUERZO EXTERNO MODULO	1/4"	2"x2"	1.625						
9	PLACA DE ANCLAJE	3/8"	4" x 6"							

Fig. 44 Tablas de control de Materiales

Referente al área de producción me correspondió supervisar la habilitación de los materiales y estar presente en el ensamble de las estructuras en caso de surgir dudas sobre el armado, finalmente coordiné el envío de todo el material para su instalación en obra.

En esta ocasión para realizar las maniobras de izaje en el sitio, se requirió de la presencia del responsable del proyecto, con el propósito de responder ante cualquier eventualidad que pudiera ocurrir. Estar presente durante dicha actividad confirmo que todo se fuera realizando conforme a lo planeado, además de presenciar el armado de los módulos y el primer izaje de estos, (Fig.45).



Fig. 45 Izaje de Modulo de Tapial

Una vez iniciadas las maniobras de instalación se presentaron las siguientes complicaciones:

- En el izaje de la primera estructura (tapial) se planeó hacerlo sin obstáculos que interfirieran con el trayecto hasta el nivel requerido, sin embargo en la obra trabajadores independientes habían puesto andamios y otras estructuras de último momento lo que requirió planear nuevamente la maniobra para evitar accidentes.
- La instalación de los tapiales perimetrales requería del uso del uso de estrobo elaborados con cable acerado de diferentes longitudes, con la finalidad de darle el ángulo de inclinación requerido de 15°, por lo que tuvieron que ser cortados y armados en el sitio de instalación
- Todo el proyecto fue planeado para hacer uso de diferentes accesorios: tornillería, taquetes especiales, grilletes, guardacabos (rozaderas), grapas Crosby (perros), cable de acero; la falta de cualquier material de los mencionados genera demoras y tiempos muertos de los trabajadores.
- Una obra en demolición requiere diferentes trabajos proporcionados por compañías distintas, por lo que se necesita una buena coordinación para que todos los trabajos involucrados se realicen en las mismas etapas, implicando límites de tiempo para los trabajos.
- Un inmueble en proceso de demolición se encuentra en condiciones altamente peligrosas, teniendo que cortar por seguridad los suministros de energía eléctrica, instalaciones hidráulicas, gas y otros servicios básicos. Lo cual dificulta hacer uso de cualquiera de estos servicios.

Finalmente después de superar y resolver todos los detalles que generaron algún inconveniente, los demás módulos y anclajes fueron instalados sin complicación alguna, reduciendo tiempos y desempeñando la función para la cual estaban diseñados, (Fig.46).

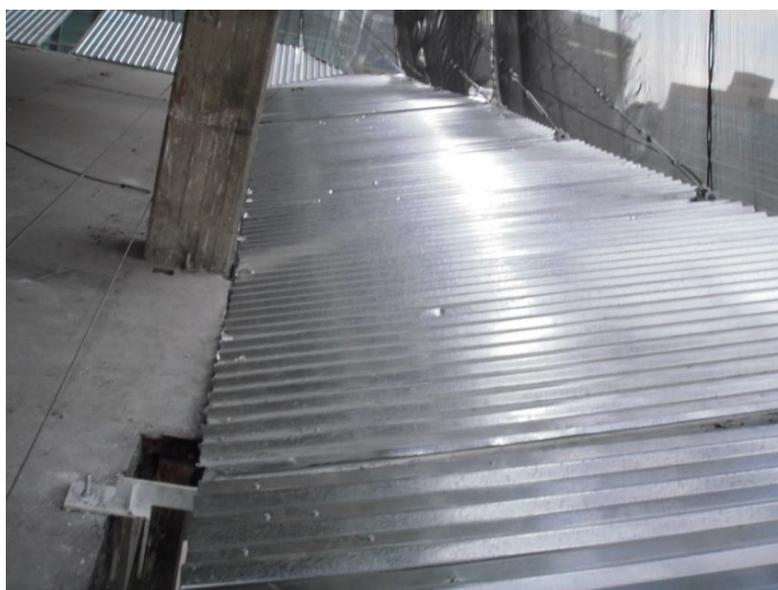


Fig. 46 Instalación final de tapiales

3.2 Aportaciones al trabajo

En la elaboración de todos los proyectos se requirió hacer uso de los conocimientos adquiridos durante la trayectoria escolar y de algunos otros que fueron aprendidos durante su desarrollo. Una de las múltiples responsabilidades al entregar un proyecto incluye la elaboración de un reporte con el cual se pueda sustentar todas las actividades realizadas ya sea por medio de pruebas, cálculos, registros, certificados etc. Al realizar dicho reporte no sólo se cumple con un requisito del trabajo, también ayuda al ingeniero hacer comprobaciones de sus diseños.

En los ejemplos anteriores se mostraron algunos de los cálculos hechos para estos proyectos, los cuales hacen uso de conceptos básicos de estática y dinámica como, momentos de inercia, flexión, fuerza cortante, energía cinética y caída libre. Los resultados de estos cálculos en combinación con un análisis de elemento finito pueden asegurar resultados confiables para los fines requeridos.

Las aportaciones realizadas no sólo se limitan a los procesos de diseño y fabricación, existen ocasiones en donde los conocimientos son aplicables en el trabajo en equipo, donde la solución a los problemas se puede realizar mediante la comunicación en conjunto de integrantes de equipo o área. A lo largo de mi estadía, en conjunto con los integrantes de todas las áreas, he puesto en marcha la tarea de reorganizar la forma de trabajo, identificando las funciones y responsabilidades de cada integrante, cambiando formatos obsoletos, unificando información entre áreas, etc. La puesta en marcha de este trabajo se realiza en el momento en que todas las áreas están de acuerdo con los puntos planteados los cuales pueden ser puestos a prueba y ser modificados conforme se van generando los resultados.

Un aspecto importante a resaltar es que al ser un campo nuevo de trabajo, inicialmente son más los conocimientos que se generan que las aportaciones que se puedan realizar, antes de hacer alguna contribución se necesita conocer a fondo la forma de trabajo de la empresa. Todos los proyectos que se elaboran en EnTec incluyen nuevos retos y tareas, sin embargo, las aportaciones realizadas servirán, sino es de forma similar, como una referencia para futuros proyectos de la misma naturaleza, dichas aportaciones suelen ser diferentes según el ingeniero que las realice, por lo tanto cada nueva idea siempre será de gran utilidad para la empresa.

CAPÍTULO 4. Resultados y Aprendizaje

4.1 Implementación de un Método de Diseño

De acuerdo a la literatura [13], "*Diseñar* es formular un plan para satisfacer una demanda humana. El *Diseño Mecánico* es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: maquinas, aparatos, estructuras, dispositivos e instrumentos. En mayor parte, el diseño mecánico hace uso de las matemáticas, la ciencia de los materiales y la ciencia mecánica aplicada. El *diseño* en *ingeniería mecánica* incluye el diseño mecánico, pero es un estudio de mayor amplitud que abarca todas las disciplinas de la ingeniería mecánica, inclusive las ciencias térmicas y de los fluidos...". Los conceptos descritos son la base primordial de todos los proyectos que se realizan en EnTec, la diferencia radica en los métodos utilizados para dar las soluciones, dependiendo del ingeniero a cargo.

El desarrollo de nuevos métodos para hacer más eficiente el proceso de diseño es un resultado que se obtiene al dirigir una cantidad significativa de proyectos de la misma naturaleza. Al ser un integrante nuevo dentro del equipo surge la necesidad implementar un método que me permitiera igualar la eficacia y el tiempo de respuesta de los compañeros de equipo y que además sirviera como referencia para cualquier nuevo integrante que se incorpore en el equipo.

Al tener una idea en mente, el siguiente paso puede tener un sinfín de variantes todo dependiendo de cada ingeniero, mientras algunos decidan plasmarla a lápiz y papel, otros preferirán ir directamente a modelarla en la computadora o inclusive algunos otros simplemente la someterán a un análisis rápido por medio de un bosquejo.

Para establecer un método de diseño se requiere en primer lugar, identificar las acciones realizadas en común en proyectos diferentes y cuyos resultados hayan sido exitosos y de gran utilidad, estas acciones se pueden considerar como pasos que al enumerarlos y establecerlos como un patrón a seguir se vuelven un método.

El método establecido personalmente para ser un integrante nuevo en el equipo fue el siguiente:

- 1.- Identificar la o las necesidades del cliente, objetivo.
- 2.- Investigar si existe alguna limitante o restricción a cumplir, análisis de la información.
- 3.- Plasmar la idea principal de la solución en un bosquejo [13], a lápiz y papel, en donde se incluye la selección de la geometría, dimensiones y materiales, (de ser necesario someterlo a una aprobación previa), diseño preliminar.
- 4.- Generar el Modelo del diseño, diseño final.
- 5.- Fabricación del diseño, solución.
- 6.- Análisis de inconvenientes o posibles modificaciones, rediseño.

7.- Instalación y puesta en funcionamiento, resultados.

Estos efectivos pasos fueron formulados de manera experimental mediante la observación, análisis y cumplimiento con la forma de trabajo de la empresa, sin embargo, al ser comparados con otros métodos encontrados en la literatura resultan tener una gran parentesco, tal es el caso del siguiente proceso propuesto por Robert L. Norton [14].

1.-Identificación de la necesidad.

2.-Investigación de antecedentes.

3.-Enunciado del objetivo.

4.-Especificaciones de la tarea.

5.-Síntesis.

6.-Análisis.

7.-Solución.

8.-Diseño detallado.

9.- Prototipos y pruebas.

10.-Producción.

Si bien no todos los puntos son exactos, existe similitud en algunos de ellos, y no resulta ser una casualidad, ya que muchos métodos coinciden en pasos fundamentales. Por lo tanto el método propuesto puede ser puesto en práctica.

4.2 Diseños Elaborados y su puesta en funcionamiento

Como se ha podido observar a lo largo de este informe los proyectos en lo que he participado son muy variados, así como el trabajo realizado en cada uno de ellos. Cuando se elabora un diseño es necesario darle la debida importancia ya sea que se trate de una pequeña pieza o todo un proyecto en general, pero siempre con el respaldo de un buen trabajo ingenieril.

En ocasiones la responsabilidad en un proyecto puede limitarse a los procesos de diseño y producción, sin embargo por el giro de la empresa la mayoría de las veces se extiende hasta la instalación y puesta en funcionamiento. Una vez que se ha diseñado y fabricado una pieza o estructura por lo general se hace la prueba pertinente de ensamble o resistencia mecánica para cerciorarse del buen funcionamiento de ésta, una vez aprobado se comienza con la etapa de la instalación.

Desde que se comienza a diseñar una estructura, pieza o mecanismo, una de las múltiples consideraciones a tomar en cuenta es el sitio final de instalación, debido a que se tienen que contemplar todas las características con las que cuenta el sitio, entre las que se encuentran la accesibilidad, los materiales, las condiciones en que se encuentra y en ocasiones la disponibilidad de tiempo.

Para hacer la instalación de un producto fabricado por la empresa se requiere del trabajo en conjunto entre el jefe del proyecto y el encargado de la obra en cuestión. Las personas especializadas en instalaciones por su experiencia en el ramo, son de gran ayuda a la hora de hacer una consulta o tener dudas sobre algún procedimiento utilizado. Es también responsabilidad del ingeniero encargado del proyecto, investigar y seleccionar los mejores artículos, accesorios o productos existentes en el mercado para satisfacer alguna necesidad, en caso de que sean requeridos.

Al igual que la mayoría de las empresas que ofrecen un producto o servicio, en EnTec se ofrece como respaldo una garantía en todos sus productos, uno de los objetivos al diseñar es evitar hacer uso de esta. Desde que se comienza una instalación hasta que finaliza se adquiere una responsabilidad muy grande con diversas personas y es fundamental para concluir satisfactoriamente el trabajo, darle la debida atención a cada una de ellas.

Cuando finaliza una instalación el ingeniero a cargo del proyecto junto con el director general de la empresa hacen la entrega final del producto terminado al cliente, así mismo se entrega un reporte con todos los detalles del proyecto, un manual o instructivo en caso de que sea necesario y el correspondiente certificado de garantía.

Las actividades dentro y fuera de la empresa son muy variadas, y el objetivo en común de todas es la realización de un trabajo eficiente y con la más alta calidad para la satisfacción total, tanto del cliente como personal. Para cualquier empleado siempre es gratificante poder observar en cualquier sitio, tanto nacional como internacional, un proyecto totalmente concluido y elaborado en su totalidad por la empresa y que en la actualidad sigue en funcionamiento.

4.3 Experiencia y Aprendizaje sobre el Diseño y la Producción

Realizar todos los proyectos mencionados y al ser un ingeniero nuevo en el área, las experiencias y los conocimientos que fui adquiriendo conforme el paso del tiempo fueron variados y de suma importancia. Al egresar de la Facultad de Ingeniería contaba con la preparación necesaria para trabajar en cualquiera de las áreas que abarca la carrera, sin embargo, estar ejerciendo la profesión de una manera formal me dio la experiencia que se solo puede darse al trabajar para una empresa.

Referente al diseño mecánico aprendí que se pueden tener amplios conocimientos sobre el tema, pero la habilidad de saberlos enfocar hacia una necesidad en particular, es parte del ingenio que se necesita para hacer un buen diseño. Cuando se utilizan continuamente materiales, maquinas herramientas, procesos de corte, soldadura, procesos de maquinado

etc. incrementa la habilidad para hacer uso de estas y por consecuencia se agiliza el proceso de diseño.

En cuanto a producción se refiere experimenté de manera personal los problemas que surgen dentro de una planta en la elaboración de un producto, realizar un plan de trabajo resultó ser la manera más eficiente para agilizar los diferentes procesos que intervienen en un proyecto, por lo tanto la búsqueda de métodos o una estrategia para que esto se cumpla es parte de las diversas responsabilidades del ingeniero.

El diseño mecánico y la producción son procesos que están ligados uno del otro y en ocasiones se puede tener más experiencia en uno que en el otro, por lo tanto saberlos combinar incrementa la elaboración de ambos procesos. Los aprendizajes y las experiencias que se obtienen en el trabajo pueden ser de diferentes índoles dependiendo la división o al sector para el que se esté trabajando, sin embargo sin importar cuál sea esta, es obligación como ingeniero estar actualizado y tener conocimiento sobre las nuevas tecnologías que van surgiendo dentro de su campo de trabajo.

Existe una gran variedad de ofertas laborales en donde poder desarrollar y ejercer la profesión de ingeniería mecánica y la encontrada dentro de la empresa EnTec es una de las pocas que brinda la oportunidad de incursionar en varias de las disciplinas en las que interviene la ingeniería mecánica.

4.4 Resultados

Laborar para la empresa EnTec generó una gran variedad de resultados, entre los más importantes destacan los referentes al ámbito profesional y personal. En cuanto a lo laboral se refiere los resultados más significativos son los conocimientos adquiridos en un área de trabajo nueva y la experiencia de trabajar para una empresa. Cada tarea encomendada siempre va acompañada de un aprendizaje por lo que el aumento de responsabilidades hace mejores las experiencias adquiridas. Al igual que en la mayoría de los proyectos se corre el riesgo de fracasar o tener éxito, así como de cometer errores o tener aciertos, sin embargo en el ambiente profesional estos resultados suelen tener mayor repercusión.

En lo personal, el mayor resultado es el saber que mi preparación como ingeniero es lo suficientemente apta para ser capaz de desempeñar trabajos de gran magnitud y que puedan repercutir de manera significativa en la sociedad. El desenvolvimiento, la manera de relacionarse, la forma de comunicación y la actitud, son cualidades que también van en incremento y su perfeccionamiento solo es resultado de su uso continuo.

Dentro de los resultados mencionados también se encuentran los generados por el trabajo desempeñado y son todos los proyectos realizados y entregados en tiempo y forma, trabajos de gran calidad y con resultados satisfactorios, lo cual se traduce en una confianza máxima hacia la empresa y a su vez de la empresa hacia mi trabajo, el prestigio con el que cuentan las empresas es resultado de los productos que ofrecen y del personal que en ella labora.

CONCLUSIONES

El ingeniero mecánico cuenta con un amplio campo de trabajo en los diferentes sectores de la sociedad, su formación académica es un factor determinante en la búsqueda y selección de la mejor oferta laboral pensando siempre en su crecimiento y desarrollo profesional.

El trabajo realizado en cada etapa laboral es una muestra de las capacidades con las que se cuenta como ingeniero y son pruebas tangibles que lo respaldan, los conocimientos, experiencias y aprendizajes adquiridos en cada nuevo proyecto laboral son herramientas acumulables que podrán ser utilizadas en cada nuevo empleo.

Con el desarrollo de nuevas tecnologías y la inmensa diversidad que abarca el campo de la ingeniería el aprendizaje es continuo, por lo que las metas propuestas pueden ser tan grandes como uno mismo se los proponga.

BIBLIOGRAFÍA

[1]<http://www.entec.mx>

[2]Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana, <http://www.dof.gob.mx>

- NOM-009-STPS-2011
- NOM-009-STPS-1999

[3]Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), Circular Obligatoria (CODA 05/07 R1), <http://www.sct.gob.mx>

[4]Organización de Aviación Civil Internacional, OACI.

[5]National Fire Protection Association, NFPA.

[6]Occupational Safety & Health Administration, OSHA, <http://www.osha.gov>

- “Los peligros de caerse”
- “La guía de consulta para Izaje General” (Estrobos, Eslingas, Cables de Acero)

[7] *“Diseño Estructural”*, Roberto Meli, Edit. Limusa, Primera Edición, 1995.

[8] *“Análisis Estructural”*, Russell C. Hibbeler, Edit. Prentice Hall, Tercera Edición, 1997.

[9] *“Mecánica de Materiales”*, Russell C. Hibbeler, Edit. Pearson, Octava Edición, 2011.

[10] *“Mecánica para Ingeniería, Estática”*, Bedford Anthony, Fowler Wallace T. Edit. Pearson, Quinta Edición, 1996.

[11] *“Mecánica Vectorial para Ingenieros, Dinámica”*, Russell C. Hibbeler, Edit. Prentice Hall, Décima Edición, 2004.

[12] *“American Society for Testing and Materials”*, <http://www.astm.org>

[13] *“Diseño en Ingeniería Mecánica”*, Joseph Edward Shigley, Charles R. Mischke, Edit. McGraw-Hill, Quinta Edición, 1999.

[14] *“Diseño de Maquinas”*, Robert L. Norton, Edit. Prentice-Hall, Primera Edición, 1999.