



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN
INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE LA
CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL EDIFICIO TERMINAL
DE PASAJEROS DEL NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA
CIUDAD DE MÉXICO DENTRO DEL ÁREA DE CONTROL DE PROYECTO**

por

Josef Jaro Podhola Rodríguez

**Informe general como cumplimiento del requisito
por Trabajo Profesional para obtener el Título de**

Ingeniero Civil

Asesor: Ing. José Alonso Gómez Castro

Ciudad de México, a 19 de junio de 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Las cosas que más disfrutas en esta vida son las cosas que más valen la pena vivir.

Yo, disfruté haciendo este trabajo, porque disfruto el hecho de conocer cada día algo nuevo, al hacer investigación, el aprendizaje al momento de realizar mis actividades diarias, al hacer análisis y analogías con respecto de lo que veo diariamente con lo que vi, leí o escuché en la facultad, así como las situaciones que he atravesado y las personas que se han cruzado en mi camino.

No habría sido posible si mi madre no se hubiera dedicado en mí de la forma en que lo hizo y estar siempre con su mano en mi hombro a cada paso que doy, si mi abuela no me habría enseñado que hay una vida que descubrir y que está llena de secretos, si no hubiera platicado y discutido tantas veces con mi hermano sobre cómo lograr el éxito a pesar de todo y disfrutar de lo bueno y lo malo, sin mi mejor amigo Irving Axel me habría costado más trabajo levantarme cada vez que lo necesitaba, a Miguel por darme su confianza para formar parte del gran proyecto que comenzamos con solo palabras y ahora es realidad, si el Ing. Iván García Valdivia y su hermano Ricardo no me habrían brindado su confianza y apoyo además de hacerme descubrir que se exige potencial y calidad para mejorar la situación del país con la profesión que compartimos, también a todos mis amigos y compañeros por habérmelos encontrado y haber conocido sus opiniones en su forma de ver la vida y de impulsar nuestros trabajos para obtener mejores resultados y de la misma manera estoy agradecido con el Ing. José Alonso Gómez Castro por impulsarme a mejorar mis trabajos para mi desempeño profesional así como presionar lo suficiente hasta dar lo mejor de sí mismo.

A todas las personas que se han cruzado en mi camino y que hoy forman parte de mi pasado, presente y futuro.

Todo lo que he disfrutado ha sido gracias a su compañía y a las decisiones que me han llevado a compartir parte del mismo camino donde estoy.

Estoy agradecido con la vida por la persona que soy, y es en gran parte gracias a ellos.

Este trabajo es dedicado a ellos y a todas las personas que disfrutaron de la vida buscando la felicidad en el espacio que nos tocó compartir.

Gracias

Josef Jaro Podhola Rodríguez

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 LA INGENIERÍA CIVIL EN LOS AEROPUERTOS	3
1.2 LA AERONÁUTICA EN MÉXICO.....	4
1.3 LA AERONÁUTICA COMO PARTE DEL NAICM	4
1.4 EL NAICM PARA LA REPÚBLICA MEXICANA Y SU IMPORTANCIA	5
1.5 LA TERMINAL DE PASAJEROS DEL NAICM	8
1.6 LA LOSA DE CIMENTACIÓN DE LA TERMINAL DE PASAJEROS DEL NAICM	11
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	13
2.1 JUSTIFICACIÓN DEL NAICM	13
2.2 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD.....	15
2.3 CONTRATACIÓN	17
CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE PROYECTO	19
3.1 PLANEACIÓN.....	19
3.2 EJECUCIÓN CONFORME AL CATÁLOGO DE CONCEPTOS	22
3.2.1 LIMPIEZA DE SITIO.....	22
3.2.2 EXCAVACIONES.....	23
3.2.3 RELLENOS	25
3.2.4 IMPERMEABILIZACIÓN	26
3.2.5 CORTADO DE PILOTES	27
3.2.6 CONCRETO EN OBRA	28
3.2.7 ACERO EN OBRA.....	30
3.2.8 CIMBRADO.....	33
3.2.9 JUNTAS CONSTRUCTIVAS	35
3.2.10 ACCESORIOS COLADOS	37
CAPÍTULO IV: ESTRUCTURA Y CONTROL	41
4.1 DESCRIPCIÓN CORPORATIVA Y ORGANIGRAMA	44
4.2 PROGRAMA Y FASES DE LA EJECUCIÓN.....	50
4.3 ACTIVIDADES EJECUTADAS.....	51
4.4 CONTROL Y COBRO DE ESTIMACIONES	59
4.5 FINQUITO DEL NAICM.	61
4.6 RESULTADOS	63
CONCLUSIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS	67
CONCEPTOS Y DEFINICIONES	70



Capítulo I: Introducción

La Licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México tiene como principal objetivo la formación de profesionistas con cualidades científicas y capacidades técnicas, morales y sociales las cuales deben ser aplicadas a las actividades realizadas por las empresas dedicadas a la planeación, desarrollo y mantenimiento de infraestructura civil, las cuales tienen como principal objetivo, el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. Dichas cualidades y capacidades deben ser aplicadas de manera responsable, ética, honesta y, con una gran entrega profesional, de las que esperamos obtener resultados favorables en beneficio de la sociedad.

La Ingeniería Civil es un área que demanda personal altamente capacitado, con visión y capacidad de análisis para la toma de decisiones en problemas que surgen de forma cotidiana en el quehacer profesional, posee gran capacidad de planeación para la ejecución de obras de infraestructura, manejo y control de recursos asignados y que, por consecuencia, sea capaz de resolver los problemas que se derivan de la necesidad de controlar y convertir nuestros grandes recursos naturales para la producción de bienes y servicios en satisfacción de necesidades humanas, aplicando procedimientos técnicos y científicos que minimicen los costos y ocasionen los menores daños al medio ambiente, en beneficio de las generaciones presentes y futuras de una sociedad.

En la Ingeniería Civil, los Aeropuertos son obras de infraestructura que cobran gran importancia, debido a que son espacios permanentes en tierra dedicados a regular el movimiento de aeronaves que se transportan de una ciudad a otra o de un país a otro moviendo pasajeros, mercancías, combustible y materiales entre otros. También se utilizan como zona de reabastecimiento de combustible, estacionamiento y mantenimiento de aeronaves para convertirse en un lugar que desarrolla actividades comerciales, industriales y de servicios que se brindan en los aeropuertos más modernos. Por lo tanto, la construcción de un aeropuerto conlleva un gran movimiento de personal, material y equipo, así como una enorme cantidad de conocimientos y aplicaciones técnicas para que en el futuro sus operaciones sean eficientes y seguras.

El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) en los años 90's presentaba una gran saturación debido a la demanda de pasajeros y cargas que se tenían en la época, posteriormente la obra de infraestructura del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) impulsada por el gobierno federal desde el año 2001 se ha convertido en una gran debate político, técnico, ambiental, económico y social debido a múltiples elementos que influyen en su realización, entre los cuales se encuentra el factor técnico del tipo de suelo de desplante de cimentación que finalmente conlleva a una aplicación más minuciosa y económica en los sistemas de solución al momento de la planeación y ejecución de dicha obra que actualmente se encuentra en proceso.

El grupo de subsidiarias de ICA formado por Construcciones y Trituraciones, Constructora el Cajón, Controladora de Operaciones de Infraestructura e ICA Constructora de Infraestructura en consorcio con Impulsora de Desarrollo Integral S.A. de C.V. (Idinsa) se encuentran realizando las obras de construcción de la losa de cimentación para el edificio terminal del NAICM, la cual fue adjudicada mediante licitación de obra pública el viernes



21 de octubre del 2016 con una oferta económica de 7,555'647,477.04 millones de pesos más IVA siendo el contrato más alto ganado por la empresa y sus cuatro subsidiarias en las obras del NAICM.

De acuerdo con el Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México (GACM), empresa de participación estatal mayoritaria responsable de construir, administrar, operar y explotar el NAICM, conforme al título de concesión otorgado por el Gobierno Federal y publicado en el Diario Oficial con fecha 26 de enero de 2015, en el proceso de licitación participaron 47 empresas de México y España, unas en lo individual y otras agrupadas en 16 consorcios. Además, se llevaron a cabo dos visitas al sitio donde se llevarían a cabo las obras y tuvieron lugar siete juntas de aclaraciones en las que se atendieron 865 preguntas.

La losa de cimentación que actualmente se desarrolla en el NAICM tiene un espesor promedio de 1.5m hecha de concreto hidráulico con refuerzo de acero y se tiende a lo largo y ancho de un área de 1.5km de longitud por 550m de ancho en figura con forma de X (aludiendo al nombre de México) con una superficie de 320,000 m². Dicha losa de cimentación fue proyectada para 865 sub-losas de aproximadamente 20m de largo por 20m de ancho.

La vinculación que se tiene en este trabajo de participación directa en obra se encamina a las actividades desarrolladas durante la ejecución de construcción de la losa de cimentación del NAICM en el área de Control de Proyecto, donde el Área en el que se desarrollaron las actividades fue específicamente en el Área de Estimaciones, donde el objetivo principal es la documentación comprobatoria de la aplicación de las condiciones de pago establecidas en un contrato para la obra ejecutada en el periodo autorizado determinado es decir, en ésta el contratista presentará la evaluación en cantidades monetarias conforme a los trabajos realizados en un determinado periodo de ejecución; aplicando los volúmenes de obra en dicho periodo, según cada concepto de trabajo, los precios unitarios que le correspondan o el porcentaje del precio alzado pactado en caso de que así sea estipulado en el contrato, correspondiente al avance de obra ejecutado, de acuerdo a los términos del concepto respectivo.

En el siguiente trabajo, se mencionan las características generales de la empresa en la cual se desarrolla dicho proyecto, su contexto internacional y nacional en las obras de participación y la ubicación personal dentro del organigrama de la empresa. Se hace una breve mención general de las actividades que se llevaron a cabo en la ejecución del proyecto de la losa de Cimentación del NAICM de tal manera que servirán de base para poder argumentar y demostrar las actividades personales realizadas en el periodo de labores de la obra, así como también evidenciar las ocupaciones con bases técnicas y legales en el marco general de desarrollo de los proyectos de construcción de Obras Públicas en el territorio nacional mexicano.



|1.1 La Ingeniería Civil en los Aeropuertos

La ingeniería Civil en los Aeropuertos y la Ingeniería Aeroportuaria son Ingenierías diferentes en sus aplicaciones, mientras que la ingeniería aeroportuaria es una rama de la ingeniería aeronáutica y se dedica a gestionar el espacio aéreo, la aerodinámica de los vuelos, la mecánica del vuelo, la tecnología aeroespacial, entre otros, la Ingeniería Civil en los Aeropuertos se dedica a diseñar, desarrollar, dirigir y vigilar la construcción, conservación, operación y reconstrucción o ampliación de estructuras aeroportuarias, donde participa en investigación y asesoría de planeación y ejecución de todos los factores referidos a construcción, funcionamiento, instalación, higiene, seguridad, impacto ambiental, gestión de proyecto, entre otros relacionados.

El área de estudio Aeroportuaria en la Ingeniería Civil entra dentro de la categoría de Ingeniería de Transportes, la cual se subdivide en Transporte Terrestre, Marítimo y Aéreo.

El transporte aéreo se diferencia principalmente de los otros dos tipos de transportes debido a la rapidez en sus movimientos, así como encontrarse directamente ligado con el Producto Interno Bruto de un país (PIB) ya que se encuentra en relación con la actividad económica de un país.

Para la construcción de un Aeropuerto se requieren diversos estudios especializados, donde influyen grandes campos de conocimiento y dentro de los cuales, el Ingeniero Civil, toma un papel importante, por ejemplo, se requerirá obtener la demanda actual y futura del aeropuerto, área de influencia terrestre y aérea, oferta y capacidades de infraestructura y aeronaves, así como posiciones terrestres, estudios técnicos de suelo, estructura, hídricos, hidráulicos, topográficos, geológicos, ambientales, económico- financieros, meteorológicos, demográficos, sociales, sobre seguridad general, de localización, de espacio aéreo, entre otros.

De tal manera que el Ingeniero Civil y sus diferentes campos de aplicación están estrechamente vinculados a diversas actividades aeroportuarias.

Dentro de la Infraestructura aeroportuaria en la que el Ingeniero Civil participa directamente es en actividades como la construcción de pistas, calles de rodaje, plataformas, apartaderos de espera, superficie limitadora y la zona terminal, y para las instalaciones de apoyo aeroportuaria se encuentran los hangares, la torre de control aéreo, las iluminaciones y señalamientos, así como la superficie limitadora de obstáculos.



|1.2 La Aeronáutica en México

En el año 1910 se efectuó el primer vuelo de avión en México, siendo también el primer vuelo efectuado en un país latinoamericano. El cual, se realizó en los llanos de la hacienda de Balbuena en la ciudad de México y fue realizada por el mexicano Alberto Braniff a bordo de un avión “Voisin” de fabricación francesa.

Posteriormente se realizaron diversos vuelos en la misma zona, así como en los estados de Monterrey y Veracruz dando inicio a la historia de la aeronáutica en México. El año posterior se realizaron diversas exposiciones de aviación en la ciudad de México donde Francisco Ignacio Madero González realizó un vuelo con el piloto Dyott convirtiéndose en el primer jefe de estado en el mundo que vuela en una aeronave.

Posteriormente durante la época de la Revolución Mexicana, la aeronáutica mexicana se revolucionó dando origen a aeronaves de bombardeos y fumigaciones para los ejércitos revolucionarios.

En 1916 vuela el primer avión construido en México y que, por instrucciones de Venustiano Carranza, llamado “Latinoamérica”, se obsequió a la República del Salvador.

Con el tiempo se establecieron diversas empresas nacionales e internacionales en el territorio mexicano y que posteriormente en el año 1943 se desarrollara el Aeropuerto Central de la Ciudad de México elevándose a Aeropuerto Internacional.

|1.3 La Aeronáutica como parte del NAICM

El Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) habrá sido uno de los aeropuertos más complejos y avanzados del mundo. Por el diseño de su espacio aéreo, se planeaba ser el primer aeropuerto de Latinoamérica en tener tres pistas de despegue y aterrizaje operando de forma simultánea.

En los últimos años, decenas de expertos han examinado durante dos décadas diversas opciones antes del actual proyecto, esto es, por la construcción de pistas, la altura de la Ciudad de México, el espacio aéreo, entre otros aspectos.

Por su ubicación geográfica, Texcoco es el sitio más cercano a la Ciudad de México, y en referencia al centro de la ciudad. El Nuevo Aeropuerto servirá para atender la creciente demanda de vuelos de pasajeros y carga, convirtiendo no solo a la Ciudad de México sino al país, en ser un aeropuerto que sirva de conectividad con Centro y Norte América, ya que los vuelos provenientes de dichas regiones del continente americano han optado por hacer conexión aérea en el Aeropuerto Internacional de Tocumen de la ciudad de Panamá, aeropuerto que ha sido ampliado para ganar posición en el ranking internacional de operaciones de vuelo debido a que el AICM tiene insuficiencia en sus actividades. Otros como el de Houston y Dallas han sido opciones para las compañías aéreas en vuelos



provenientes de Norte América y Europa para realizar vuelos de conexión hacia centro y Sudamérica, dejando de lado como opción al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Es importante mencionar que la construcción de un aeropuerto no solo es la operación aeroportuaria, sino comercial también, la atracción comercial en la terminal aérea, la de cadenas hoteleras, cadenas restauranteras, servicios financieros, servicios de transporte modal y conectividad en las terminales aéreas, entre otras, pues hoy en día los aeropuertos son “Centros de Operación Aérea y Centro Comercial”. Además, representan un impulso económico importante para las inversiones en el país, reflejándose el PIB, la creación de fuentes de empleo y la más importante, el atractivo que proyecta el país hacia las inversiones extranjeras.

MITRE (Instituto Tecnológico de Massachusetts), Instituto contratado por el gobierno mexicano para analizar la factibilidad del sistema aeronáutico en el NAICM, destaca por haber modernizado y creado aeropuertos en decenas de países desarrollados. Dicho Instituto examinó principalmente la posibilidad de ampliar el actual Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, pero no fue viable un proyecto que pudiera satisfacer la demanda de tráfico aéreo en 15 años, así como también se descartaron posibles proyectos en los rellenos sanitarios contiguos a la terminal. Posteriormente, se evaluó la creación de un aeropuerto en la base militar de Santa Lucia, pero tampoco fue viable debido a problemas operativos potenciales, mismos que se descartaron con el proyecto Tizayuca en el área de Zapotlán de Juárez.

Entre los años 2015 y 2018 se analizó un plan alternativo para el NAICM, donde se plantea el ahorro de 100 mil millones de pesos a través de la permanencia del actual aeropuerto Benito Juárez y la habilitación de dos pistas en la base militar de Santa Lucia, así como la construcción de un tren de alta velocidad entre la base y la capital.

Los análisis desfavorecieron el proyecto debido a que sufriría de impedimentos críticos debido a la interferencia aeroespacial y procedimientos que limitan la capacidad de tráfico aéreo entre el AICM y Santa Lucia, impidiendo satisfacer la demanda a largo plazo. Además, MITRE, señaló en diversas ocasiones que separar las operaciones internacionales y nacionales crearía potencialmente operaciones ineficientes en aeronáutica, espacio aéreo y, desde luego, económicas.

1.4 El NAICM para la República Mexicana y su importancia

El AICM (antes llamado Puerto Central Aéreo) se ubicó en los llanos de Balbuena (hoy Delegación Venustiano Carranza) en el año 1912 propiedad de la familia de Alberto Braniff, comenzó su construcción en 1928 e inició operaciones en el año 1929.

Durante los años 1910 y 1930 la población de la Ciudad de México se triplicó, pasando de 344,000 a 1´029, 000 habitantes y la mancha urbana se elevó 8 veces.



La Ciudad de México para entonces ya constituía el principal mercado del país e influenciaba a las ciudades y localidades de las entidades federativas aledañas del Estado de México, Puebla, Hidalgo, Morelos, Tlaxcala y Querétaro.

En 1930 se concentraba el 24% de la población urbana en la Ciudad de México, seguida de Puebla, Pachuca, Toluca y Querétaro.

Posteriormente hasta 1970 se propicia un desarrollo urbano acelerado en la región debido a que el desarrollo de la industria, los servicios y el comercio aportaban potencialmente la producción manufacturera y de empleo.

En 1952 se consideró el Aeropuerto como Aeropuerto Internacional y a pesar de que en el año 1970 ya se consideraba saturado y posteriormente siguió creciendo.

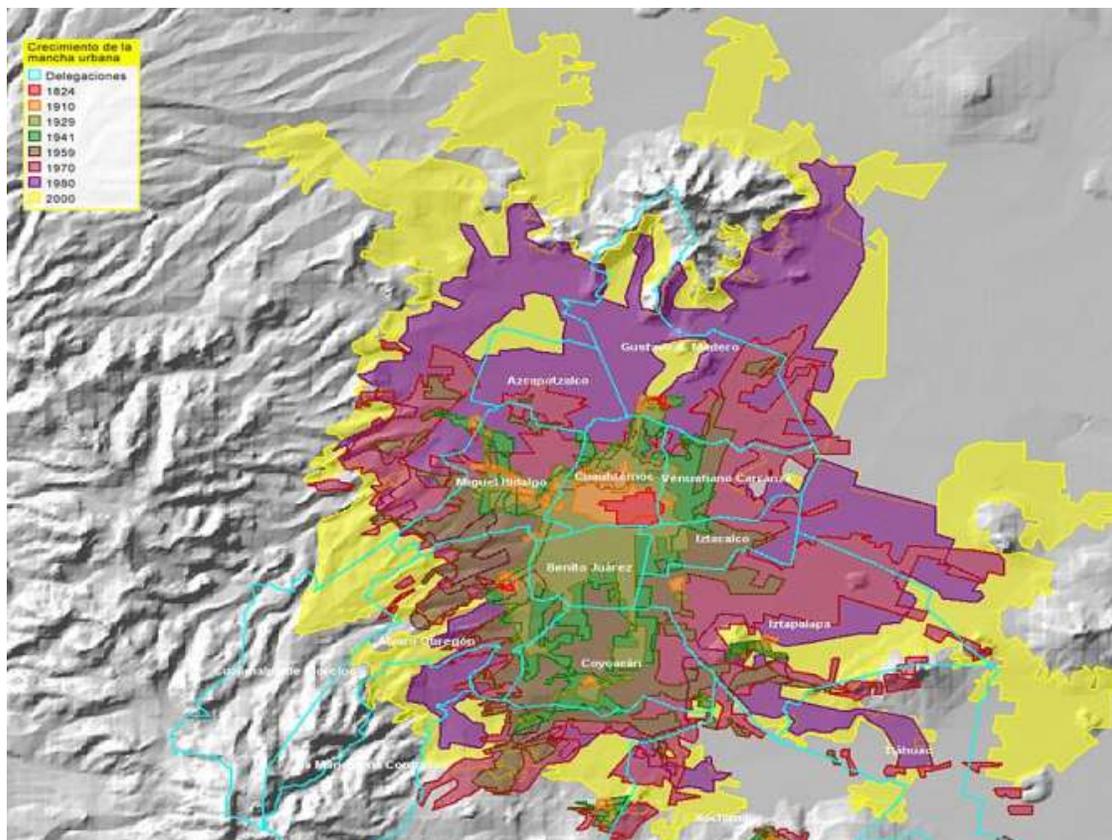


Imagen 1.1, Crecimiento De La Mancha Urbana en el Área Metropolitana.
Fuente: Proyecto PAPIIT No. IN307114, UNAM.

En 1988 debido a la saturación del AICM se planteó el Sistema Aeroportuario Metropolitano (SAM) para trasladar la aviación a otros aeropuertos regionales, proponiendo el aeropuerto de Toluca para carga, Puebla y Cuernavaca como transporte general y Pachuca para combustible, dejando el AICM como sede del comercio nacional. No obstante, las líneas aéreas no aceptaron la propuesta por razones económicas y técnicas.



Para el año 1991 la SCT se plantea incrementar la capacidad del AICM para la atención de la aviación comercial alojando a la aviación general compatible en el aeropuerto de Toluca y la no compatible (aeronaves propulsadas por motores de pistón y turbohélice que desarrollan velocidades de crucero menores de 250 nudos de velocidad) en Cuernavaca y Pachuca, y los vuelos de carga en el aeropuerto de Puebla.

Pero debido a esto, existió una fuerte oposición y dio lugar a que las empresas se ampararan y el gobierno federal tuvo que emitir un decreto presidencial para que la aviación general saliera del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Para el año de 2000 conforme al Plan Nacional de desarrollo 2000-2006 impulsado por el gobierno propuso dos ubicaciones para el nuevo aeropuerto: Texcoco y Tizayuca.

En dicho año, el AICM superó los 20 millones de pasajeros por año y se plantea la necesidad de la construcción y operación de un nuevo aeropuerto para la ciudad.

Después de varios análisis durante dicho sexenio, en el 2001 se publica un decreto de las expropiaciones de tierras en el municipio de Atenco para la localización del Aeropuerto, así se presentaron movilizaciones y enfrentamientos en dicha zona ocasionando la alternativa de la operación del AICM durante el año 2003 y 2004 donde se ampliaba y modernizaba la terminal 1 y la elaboración de del proyecto de la terminal 2, incluyendo el edificio terminal, pistas e infraestructura básica.

En el 2007 entra en operación la terminal 2 con un costo de 600 millones de dólares aportados por el gobierno federal y un conducto de Nacional Financiera a través de un crédito sindicado por las instituciones bancarias Citigroup-Banamex, BBVA Bancomer, Inbursa y HSBC.

También cabe mencionar que establece comunicación entre y transporte entre la terminal 1 y 2 mediante un aéreo-tren que ofrece servicio regular cada 12 minutos.

A pesar de las adecuaciones que se hicieron al aeropuerto, al aumentar de capacidad la terminal 2 de 22 a 32 millones de pasajeros anuales con un total de 320 000 operaciones, en el año 2013 el número de pasajeros llegó a 31.5 millones de usuarios, lo que representó una saturación ocasionando retrasos y problemas de operación.

Posteriormente se comenzaron diversos estudios para diseñar, construir y operar un nuevo aeropuerto debido a que la saturación del aeropuerto en la ciudad de México es evidente.

Finalmente, en el sexenio del Lic. Enrique Peña Nieto se anunció la construcción del NAICM en el área de Texcoco, y durante el mismo, se comenzó a construir la primera etapa del Nuevo Aeropuerto con una inversión de 125 mil millones de pesos en el año 2016 y 35 mil millones más en el 2017, sumando 160 mil millones de pesos en contratos que equivalían el 85 por ciento total del proyecto.



En la presentación del calendario del NAICM, el titular de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) Gerardo Ruiz Esparza, anunció que el costo total del NAICM se estima en 186 mil millones de pesos con un aproximado de 160 mil empleos generados únicamente en la etapa de construcción.

Como Director General del Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México, Federico Patiño anunció en el año 2015 el comienzo de las obras del NAICM conformado por los trabajos de limpieza, acarreo, desazolve y nivelación de 1 147 hectáreas y la construcción de 48 kilómetros de caminos de acceso internos y externos al polígono de la primera terminal.

Se cuestionaron muchos aspectos durante la ejecución del proyecto como lo fueron las características técnicas, económicas, financieras y se involucraron muchos problemas debido a la complejidad y magnitud del proyecto.

A finales del sexenio de Enrique Peña Nieto y con la campaña electoral de Andrés Manuel López Obrador se hizo evidente un debate político, técnico, social, ambiental y financiero en contra del aeropuerto y su construcción, de tal manera que a la entrada al cargo del nuevo Presidente Andrés Manuel López Obrador se anunció y posteriormente se suspendió la construcción de dicho proyecto, dando como resultado la oportunidad de realizar el antiguo proyecto de la ampliación de la base aérea de Santa Lucía.

1.5 La Terminal de Pasajeros del NAICM

Existen diferentes características en infraestructura aeroportuaria que representan un aeropuerto, entre las cuales se encuentran las Pistas de despegue y aterrizaje, las calles de salida y rodaje, las plataformas que funcionan como estacionamiento y permanencia parcial de aeronaves, la terminal de carga que funciona para vuelos destinados a mercancías y materiales y finalmente la terminal de pasajeros, que es la base espacial donde se concentran los pasajeros para el traslado del Lado Tierra al Lado Aire¹

El edificio terminal es la liga física entre los dos medios de transporte, el terrestre y el aéreo donde se llevan a cabo la recepción y control de pasajeros o carga.

Las terminales normalmente son sitios donde se cuenta con las zonas destinadas a oficinas, despachos de compañías de aviación, salas de espera, ambulatorio público, aduanas, reclamo de equipajes, control de pasajeros, entre otros, así como también cuenta en ocasiones con servicios complementarios como restaurantes, servicios médicos, comercios, entre otros.

El NAICM cuenta con una terminal principal en su primera fase y posterior construcción de una segunda terminal. La primer y principal terminal que se encuentra construyendo es la que se encuentra al sur del polígono del NAICM y la cual tiene forma de “X”. (Ver imagen 1.1).

¹El Lado Aire y el Lado Tierra son las zonas en que se dividen los aeropuertos, en la primera se tienen las plataformas, rodajes, pistas, etc, mientras que en el Lado Tierra se tienen las Terminales, los niveles de servicio entre otros. (International Civil Aviation Organization).



La terminal de pasajeros del NAICM y en general el proyecto de la construcción del aeropuerto fue desarrollado y diseñado arquitectónicamente por los Arquitectos Fernando Romero² y el británico Norman Foster³ por las empresas Foster+Partners y FREE así como estructuralmente por la empresa ARUP⁴ teniendo una planta en forma de “X” con los “brazos” ubicados al norte y las “piernas” al sur alojando 95 posiciones de contacto.

Dichas posiciones de contacto son los sitios donde se colocarán las aeronaves para el ascenso y descenso de pasajeros, y dichas posiciones de contacto estarán relacionadas con los puentes fijos de la terminal.

En la Imagen 1.3 se muestra la planta esquemática del proyecto donde se muestra la organización de las losas en la huella dividida por sub frentes (zonas específicas de localización de la losa) dependiendo de las características de desplante, así como el espesor entre otras propiedades, el APM y las posiciones de contacto antes mencionadas.

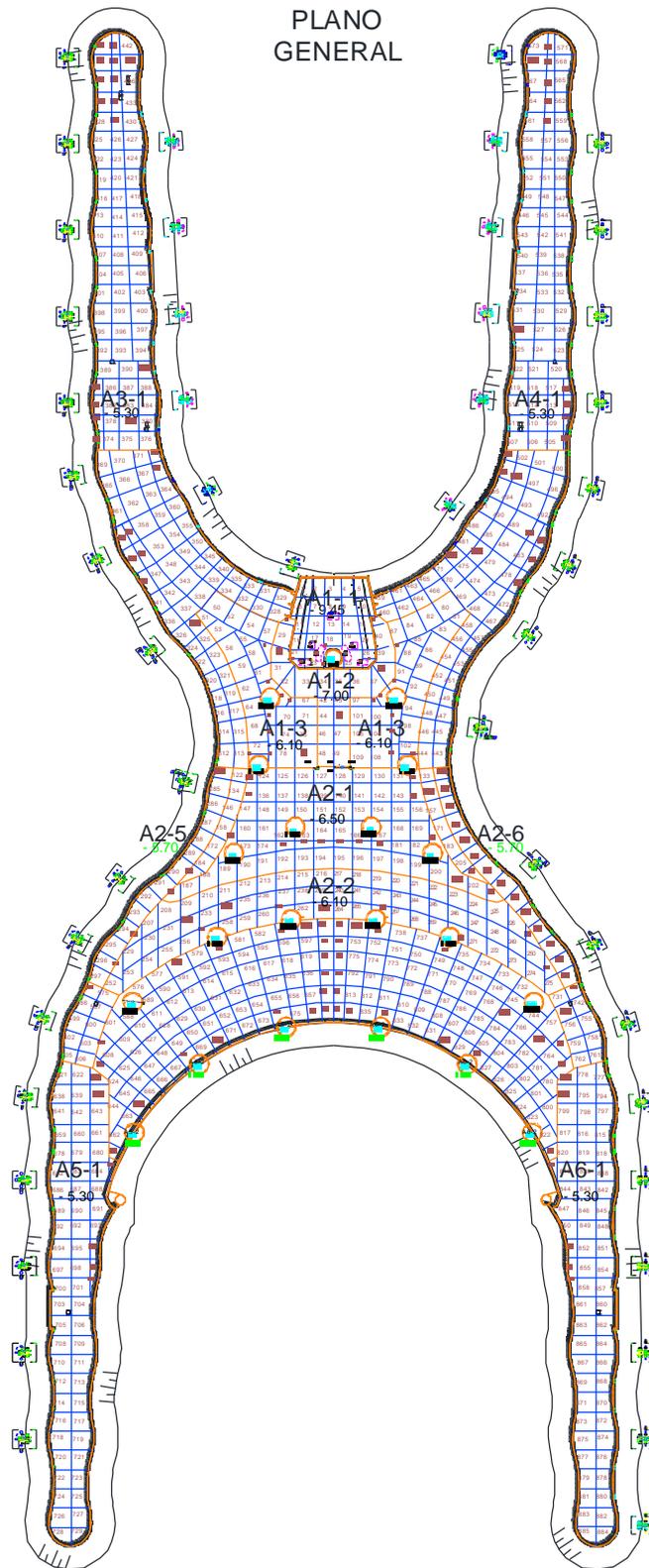


*Imagen 1.2, Plan Maestro Del NAICM y su ubicación durante la Primera Fase
Fuente: Avances y Perspectivas 2015-2016, GACM*

² Fernando Romero es un Arquitecto Mexicano fundador de la empresa FREE, diseñador del museo Soumaya y ganador de múltiples distinciones y cuenta con numerosas actividades arquitectónicas nacionales y en el extranjero.

³ Norman Foster es un Arquitecto Británico de alto renombre y cuenta con distinciones destacadas en aeropuertos como el de Pekin, Hong Kong, Londres, entre otras obras diferentes a nivel internacional, en 2009 fue galardonado como Príncipe de Asturias de las Artes.

⁴ ARUP es una empresa de Ingeniería, planificación, gestión de Proyectos y servicios de consultas a nivel mundial.



*Imagen 1.3, Plano Esquemático de Localización de Proyecto.
Fuente: ICA S.A. de C.V.*



1.6 La Losa de Cimentación de la Terminal de Pasajeros del NAICM

El proyecto de la Losa de Cimentación se encuentra entre las pistas 2 y 3 y forma parte de la primera etapa perteneciendo al Edificio Terminal del NAICM por el Lado Tierra, el cual, cuenta con 1,500 m de largo y 600 m de ancho con una superficie total de 320,200 m² de construcción donde se encuentran constituidas 865 sub-losas de aproximadamente 20 m de largo por 20 m de ancho cada una, las losas cuentan con aproximadamente 1.5 m de espesor generando un total de 427, 290 m³ de concreto armado.

El terreno donde es cimentado el Edificio Terminal es sensiblemente plano y con una leve pendiente descendiente hacia el norte del orden del 0.1%. El hundimiento regional del sitio es de 15 a 20 % por año. Para el análisis geotécnico la empresa ARUP realizó 21 sondeos exploratorios mixtos hasta 50 m de profundidad, combinando muestreos inalterados y

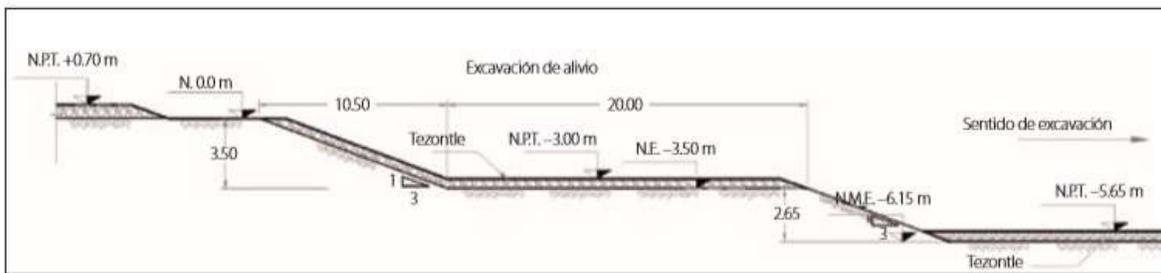


Imagen 1.4, Cortes Perimetrales para Excavaciones para la losa de Cimentación del NAICM. Fuente: SMIG

alterados, así como 37 sondeos de penetración con “cono” a profundidades de 27 a 40m.

De dichas pruebas se obtuvieron suelos predominantemente arcillosos y compresibles, así como de baja resistencia en sus primeros 36.9 a 46m, se obtuvo también una capa dura de limo arenoso firme a duro con espesor de 1.3 a 1.6m que fue ubicada a una profundidad de entre 26.3 y 31.2 m. De dicho suelo también se demostró que los suelos arcillosos encontrados contenían un alto contenido en sales y el Nivel de Aguas Freáticas (NAF) se encontró en promedio a 1m de profundidad.

Capa	Profundidad		Espesor m	Clasificación de suelo	Agua %	Cohesión kPa
	De m	A m				
Costra superficial	0.0	1.5	1.5	CH, blanda a firme	-	-
F. arcillosa superior	1.5	26.5 (norte) 31.2 (sur)	25.0 (norte) 29.7 (sur)	CH, muy blanda a blanda; delgadas lentes de SM	100 a 300	10 a 40
Capa dura	26.3 (norte) 31.2 (sur)	27.6 (norte) 32.8 (sur)	1.3 (norte) 1.6 (sur)	ML, arenoso, firme a duro; con SP	20 a 60	-
F. arcillosa inferior	31.4 (norte) 32.8 (sur)	36.9 (norte) 46.0 (sur)	5.5 (norte) 13.2 (sur)	CH, blanda; delgadas lentes de SM	100 a 200	20 a 50
Depósitos profundos	36.9 (norte) 46.0 (sur)	Más de 50.0	-	ML, arenoso, firme a duro; con SP	20 a 60	-

Tabla 1.1. Estratigrafía Simplificada para la losa de Cimentación del NAICM. Fuente: SMIG



Con dichos resultados y con la configuración de cargas en el edificio terminal se determinó realizar una cimentación parcialmente compensada con pilotes de fricción de sección transversal cuadrada de 50 cm, así como la losa antes mencionada.

La losa de cimentación del NAICM contará con el apoyo de Foniles para apoyar la cubierta y cuenta con un muro perimetral en toda la terminal, así como también contará con puentes fijos para el movimiento de pasajeros a las aeronaves, así como la zona destinada al “APM” que es la zona donde se realiza el sistema de tránsito de guía a pequeña escala.

En la losa de cimentación se apoyarán las estructuras “Foniles” antes mencionadas, así como también las columnas primarias y secundarias para sostener la estructura del edificio para los pisos contiguos, es decir, las losas de entrepiso y las traveses de apoyo. También cuenta con el apoyo del muro perimetral antes mencionado para apoyar las estructuras del entrepiso para formar una estructura más estable y darles apoyo a las traveses de entrepiso.

La losa de cimentación del NAICM comenzó su construcción a mediados del 2017 y comenzó con una losa unitaria central con sus 4 lados libres preparada con varillas del número 12 (1 ½”) para comenzar sus siguientes colados a sus exteriores y extender así el proceso de manera uniforme.



Imagen 1.5., Obras Principales y su localización dentro del NAICM. Fuente: GACM



Capítulo II: Antecedentes

2.1 Justificación del NAICM

En los últimos 15 años, la demanda de servicios aeroportuarios en México ha demostrado que exige una tendencia en crecimiento. Teniendo en cuenta que el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México fue ampliado recientemente, podemos estimar que existen indicios de saturación operativa y se prospecta que podría alcanzar su punto cúspide en los siguientes años, teniendo así, una demanda insatisfecha en los siguientes años. El incremento de dicha demanda se observa a simple vista en la pista de aterrizaje y despegue de la terminal, ya que se tiene que en promedio aterriza una aeronave cada 2 minutos, es el aeropuerto más transitado de México y de América Latina por número de pasajeros y de operaciones aéreas. Transporta comúnmente en un día a más de 90 000 pasajeros a 100 destinos en 3 continentes.

Tiene 26 líneas aéreas de pasajeros nacionales e internacionales y 12 aerolíneas de carga y en el año 2017 registro un movimiento de 44 732 418 pasajeros.

En el siguiente diagrama de barras, tenemos la demanda por año y la cantidad de pasajeros que transitaron por el AICM.

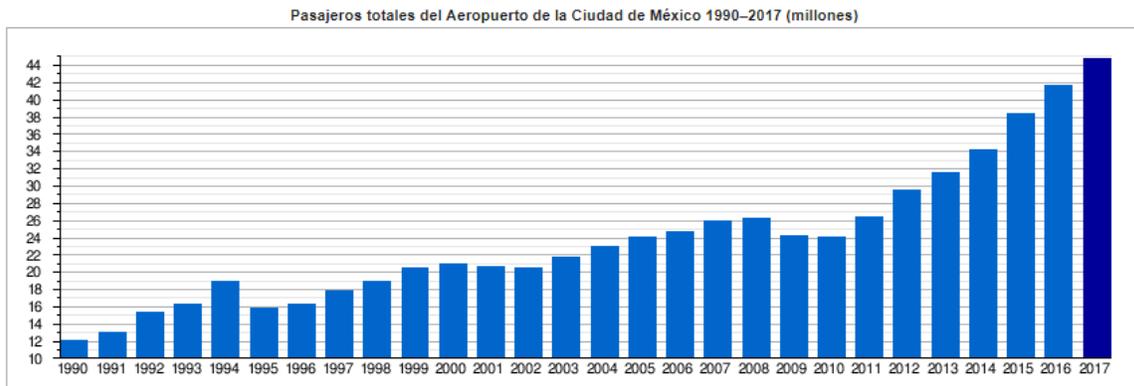


Imagen 2.1, Cantidad de Pasajeros por Año que da servicio el AICM.

Fuente: AICM Estadísticas.

Se tiene efectivamente una saturación actual, donde de un total de 58 aeródromos en el país, 34 % atiende el AICM en demanda de pasajeros, y 53% en demanda de carga.

Por tal motivo podemos deducir que el AICM será un aeropuerto saturado en los siguientes años.



Congestionamiento del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

*Imagen 2.2, Saturación del AICM al 2015.
Fuente: INEGI.*



*Imagen 2.3, Demanda de Pasajeros al 2062.
Fuente: INEGI, ARUP, PARSONS*



2.2 Estudios de Factibilidad

Los indicios de saturación del AICM se han convertido en reducción en la calidad de servicios ofrecidos a los usuarios y operadores de líneas aéreas. De acuerdo a las clasificaciones de niveles de servicio, el AICM en ciertas áreas de las terminales no cumplen con los estándares de calidad requeridos a nivel Internacional⁵ y se puede también notar en las encuestas internacionales⁶

Las consecuencias de la saturación del AICM tendría efectos negativos en comparación con las consideraciones de impactos positivos si se obtiene una satisfacción positiva en la demanda.

Dentro de las opciones de factibilidad que se han mencionado con el paso de los meses, se tienen diferentes opciones, las cuales se analizarán brevemente a continuación:

- A) Ampliación del AICM
- B) Construcción del NAICM
- C) Ampliación de la base militar de Santa Lucía y uso del AICM
- D) Aeropuerto en Tizayuca

- A) Ampliación del AICM

Efectivamente como se ha mencionado y como se sabe, ya se han ampliado los espacios del aeropuerto actual Benito Juárez, por lo tanto, no existe más espacio que poder utilizar para poder satisfacer la demanda de pasajeros y mercancías a largo plazo.



Imagen 2.4, Aeropuerto internacional de la Ciudad de México.

Fuente: Centro Urbano

⁵ PMD, Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México 2012-2016

⁶ En la encuesta Skytrax, auditoria de análisis y comparación en materia de aerolíneas y aeropuertos, el AICM cayó de puesto en los últimos años



B) Construcción del NAICM

Dentro de los efectos positivos que tendría su construcción se encuentra el impulso de las zonas de los municipios de Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl, los cuales son de los municipios con altos índices de inseguridad y desempleo.

El NAICM tendrá una mayor capacidad de pasajeros de casi el doble comparada con la opción C, en su fase terminal generará hasta 450 mil empleos directos e indirectos para miles de trabajadores, mejorará los costos de las aerolíneas y los precios de vuelos debido a su gran capacidad, potenciará la conectividad con otros aeropuertos, competirá con aeropuertos de otras regiones y otros estándares internacionales.

Dentro de las desventajas de dicho proyecto se tiene que el costo de construcción es muy elevado, existe la probabilidad de retraso de obra hasta de varios años, según diversas entidades existe un alto impacto ambiental y también se tiene que el riesgo de operaciones al inicio del funcionamiento podría ser complejo debido a que el cambio de un aeropuerto a otro sería inmediato.

C) Ampliación de la base militar de Santa Lucía y uso del AICM.

Las desventajas de tener dos aeropuertos en funcionamiento son principalmente la seguridad aeronáutica y generaría mayores costos para aerolíneas, así como también los costos de construcción en la ampliación de pistas en Santa Lucía y la conservación del AICM como también la descentralización de operaciones aeroportuarias y la lejanía con la ciudad de México.

Las ventajas se reflejan en el menor tiempo de inicio de operaciones, menor costo de mantenimiento e inversión, así como también fortalecería el sistema aeroportuario nacional.

D) Aeropuerto en Tizayuca

La construcción del aeropuerto de Tizayuca permitiría el crecimiento de la ciudad en la cual se ubicaría, se tendrían mejores efectos aeroportuarios en mejores condiciones, no existen problemas con el suelo y el hundimiento regional, no requiere que las aproximaciones al aeropuerto sean por encima de la Ciudad de México, por lo que no habría necesidad de cerrar el aeropuerto Benito Juárez, también de tal forma se protegerían los daños ecológicos de la zona Federal del Lago de Texcoco así como evitaría inundaciones en la capital e impulsaría el desarrollo regional económico y social.

La desventaja más grande que se encuentra al construir dicho aeropuerto en esta zona es debido a la distancia que se encuentra con respecto a la capital y se considerarían los medios para unir ambas terminales o en su caso tener en funcionamiento solo una.

Finalmente, el proyecto del NAICM en Texcoco, a pesar de ser la opción más costosa, es la opción que sigue siendo la más viable ya que se tendrán múltiples beneficios a corto y largo plazo los cuales serán en beneficio de la nación además de ser un aeropuerto altamente



competitivo a nivel global. Aunado a esto, se tiene actualmente una gran cantidad de inversión en su construcción y el cancelarlo provocaría grandes pérdidas económicas, así como retrasos en las actividades aeroportuarias nacionales.

2.3 Contratación

Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México procesa los datos relativos a las adquisiciones de la construcción del NAICM, los cuales comprenden de licitaciones públicas, invitaciones a cuando menos tres personas, adjudicaciones directas y convenios de colaboración con otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

El proyecto de la Losa de Cimentación para el NAICM fue licitado en la Ciudad de México por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y por conducto del Grupo Aeroportuario de la CDMX a través de la Coordinación de Obras Públicas.

La licitación pública de carácter nacional se licitó con el número LO-009KDH999-E87-2016, sobre la base de Precios Unitarios y Tiempo Determinado, la cual fue difundida en CompraNet y en el Diario Oficial de la Federación (DOF). La visita al sitio se realizó el día 13 de Julio del 2016, la junta de aclaraciones se realizó el día 20 de julio del mismo año, así como también el acto de presentación y la apertura de proposiciones fue el día 22 de septiembre cuyo fallo se celebró el día 21 de octubre.

Posteriormente la firma del contrato se firmó después de los 15 días naturales posteriores a la notificación del fallo, asimismo, dicho contrato cuenta con 539 días naturales para la ejecución de las obras.

Dicho contrato fue adjudicado por ICA por un monto de \$7,555'647,477.04 millones de pesos más el impuesto al valor agregado de importe de \$1,208'903,596.33 correspondiente al catálogo de conceptos a base de Precios Unitarios del contrato siendo la empresa seleccionada por tener la mejor propuesta técnica y económica las cuales se constituyen en la planeación de la obra, la experiencia y capacidad técnica y financiera, así como poder cubrir todos los requisitos indicados previamente en la licitación. Fue firmado por los representantes de la "Entidad" y los representantes de la "Contratista" en consorcio, siendo GACM por parte de la entidad, así como ICA Constructora de Infraestructura S.A. de C.V.; Impulsora de Desarrollo Integral S.A. de C.V., Construcciones y Trituraciones, S.A. de C.V., Controladora de Operaciones de Infraestructura, S.A. de C.V. y Constructora El Cajón, S.A. de C.V. como parte de la Contratista.

En dicho contrato, así como sus anexos se estipulan todos los lineamientos que se seguirán por ambas partes mediante la realización de los trabajos. Se menciona a GACM con carácter de Fideicomitente teniendo suscrito un contrato con la Fiduciaria el Fideicomiso Público para la Administración y pago para las actividades desarrolladas en el NAICM, todo esto con base en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM) así como



en el Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (RLOPSRM).

El Contrato dictamina que las obras se deben realizar en el plazo de 539 días naturales conforme al catálogo de conceptos desde el día de la suscripción hasta el acta de finiquito.

Se otorgó el 20% de anticipo de acuerdo con el Programa General de Ejecución conforme al Catálogo de Conceptos de la propuesta para poder iniciar los trabajos correspondientes, la amortización se realiza por parte de la contratista de acuerdo al programa de aplicación que se presentó en la propuesta económica.

El contratista informa a la entidad a través de la bitácora y de la tecnología BIM los avances de las obras contratadas, para su revisión y entrega de conformidad con el Programa General, Dicha entidad, designa a un Residente, que juntamente con la contratista reconocen la Bitácora de Obra obligatoria para la ejecución de las Obras. De la misma forma, la contratista designa al Superintendente que se encuentra facultado para recibir todas las notificaciones pertinentes respectivas a la obra en curso para el cumplimiento del contrato.



Capítulo III: Análisis y Descripción de Proyecto

3.1 Planeación

La planeación es la etapa que forma parte del proceso administrativo mediante la cual se establecen directrices, se definen estrategias y se seleccionan alternativas y cursos de acción, en función de objetivos y metas generales económicas, sociales y políticas a seguir; tomando en consideración la disponibilidad de recursos reales y potenciales que permitan establecer un marco de referencia necesario para concretar programas y acciones específicas en tiempo y espacio.⁷

En la planeación de un proyecto se describe a detalle el desarrollo de actividades de trabajo contemplados en el presupuesto de obra, esto quiere decir que se debe llevar una organización, un objetivo de cada una de las actividades, un presupuesto detallado, fechas de actividades y terminación de actividades, así como la cuantificación de volúmenes de obra, y en el cual los individuos que participan proponen objetivos bien definidos para minimizar riesgos, así como para obtener una ejecución con menos riesgos y obtener mejores resultados en sus procesos y en su terminación. También cabe mencionar que para obtener un buen resultado en la ejecución de un proyecto debe existir una perfecta planeación ya que gran parte de los aciertos en un proceso de ejecución se deberán a una buena planeación.

En el ciclo PHVA, que es conocido como el ciclo de Deming, es un ciclo repetitivo de mejora continua para la calidad de las actividades realizadas en cualquier proyecto, esto quiere decir que al tener mejora cíclica se obtendrán resultados y mejoras productivas en todos los procesos en el cual podrían resumirse los procesos de gestión de calidad, y el proceso de la planificación, el cual nos dice: Establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados.⁸

Lo que podremos deducir es que la planeación es el establecimiento de objetivos, alternativas, planes y soluciones a los procesos y cambios que un proyecto pueda tener.

La Ciudad de México siempre ha tenido que enfrentar los retos que han existido desde décadas atrás debido principalmente al asentamiento de la población sobre una zona lacustre donde existió algún día la Gran Tenochtitlan, la extensión de la población sobre la cuenca de México y la aglomeración de una urbe centralizada en la capital del país ha obligado a cientos de expertos, científicos, estudiantes y personas dedicadas al urbanismo y el crecimiento de la mancha urbana, a prever y planificar soluciones ante las necesidades de la ciudadanía.

En los años 60, los Ingenieros Nabor Carrillo y Gerardo Cruickshank, fueron los principales impulsores del proyecto de rescate del lago de Texcoco, frenando la mancha urbana, abasteciendo de agua a la zona metropolitana, así como recargar los mantos acuíferos y tratar de resolver las inundaciones de la Ciudad de México, todo con el principal objetivo de crear un vaso de captación y de regulación de las aguas de la cuenca de México. Se creó la comisión del Lago de Texcoco, pero tras la muerte del Ing. Nabor Carrillo y con poco avance por parte

⁷ Mintzberg Henry, Planeación Estratégica (2007), pag 4

⁸ Norma Internacional ISO 9001, Quinta edición 2015-09-15



de los trabajos de diques y bordos a cargo del Ing. Cruckshank para la creación de cuerpos de agua en la región, el proyecto no tuvo apoyo suficiente y fue abandonado paulatinamente.

Posteriormente en los años 90 el gobierno federal se planeó la necesidad de ampliar el AICM, que en tal momento transportaba cerca de 15 millones de pasajeros anualmente, por tal motivo se realizaron estudios y se proyectó un diseño de un desarrollo urbano en un corredor comercial de Chimalhuacán a Tepexpan que posteriormente también se abandonaría.

Con los fracasos de Vicente Fox Quesada y el ex Gobernador del Estado de México Arturo Montiel para la construcción del Aeropuerto en los ejidos del Lago de Texcoco, el entonces presidente Felipe Calderón Hinojosa financio en el año 2008 proyectos para desarrollar el NAICM en la zona de Texcoco a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) gastando un aproximado de 200 millones de pesos. Posteriormente en la Administración del presidente actual Enrique Peña Nieto junto con el secretario de Comunicaciones y Transportes (SCT) Gerardo Ruiz Esparza, solicitaron estudios de aeronáutica al Massachusetts Institute of Technology Research & Engineering (MITRE) que posteriormente respondieron con la viabilidad de desarrollar un aeropuerto en la zona basado en sus modelos de simulaciones aeronáuticas.

De acuerdo con contratos registrados en la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT, se adjudicaron de forma directa dos contratos al MITRE para realizar análisis avanzados de viabilidad aeronáutica, así como evaluaciones e implementaciones para el control de tráfico aéreo a cumplir con la organización de Aviación Civil Internacional, ambos contratos por aproximadamente 8 millones y 1 millón de dólares respectivamente.



Imagen 3.1, Ubicación y Comparación del AICM y NAICM, Fuente: GACM



Así, el 2 de septiembre del 2014 el presidente Enrique Peña Nieto anunció la construcción del nuevo aeropuerto de la ciudad de México debido a la creciente demanda de servicios, así como la competitividad a nivel global. Será construido en los próximos 50 años en terrenos del ex lago de Texcoco en el Estado de México cuyos terrenos son propiedad federal que se encuentran bajo la administración de la CONAGUA, predios adquiridos a ejidatarios y particulares y en terrenos que fueron donados por el gobierno del Estado de México.

El proyecto está dividido en dos etapas y cinco fases, la etapa final, que se espera para el año 2065, atenderá a un aproximado de 120 millones de pasajeros por año, superando casi 3 veces la demanda del actual Aeropuerto Internacional Benito Juárez y colocándose en uno de los aeropuertos con mayor capacidad del mundo. Para la primera etapa esperada para el 2020 se contarán con 3 pistas de aterrizaje, 550,000 m² de edificio terminal y tendrá capacidad para atender aproximadamente a 50 millones de pasajeros por año.

Será una terminal inteligente ya que dentro de las innovaciones que tendrá el proyecto se encuentran la integración de fotoceldas al revestimiento, habrá gran entrada de luz natural, recolectará y reciclará el agua pluvial y tendrá energías alternativas derivadas al tratamiento de aguas residuales y de calentamiento solar del agua.

La envolvente está constituida en aluminio y vidrio cerámico con grandes claros, dicha envolvente será soportada por 21 Foniles que servirán como columnas en forma de embudo cubriendo un área útil de 743,000 m² que serán repartidas en los 4 niveles. Dichos foniles tendrán una altura aproximada de 40 m y además de soportar la cubierta antes mencionada, captarán el agua de la lluvia para su tratamiento y reutilización.



Imagen 3.2. Vista al Noroeste del Edificio terminal del NAICM. Fuente: SCT



3.2 Ejecución conforme al Catálogo de Conceptos

3.2.1 Limpieza de Sitio

Posteriormente realizada la topografía del sitio, donde se tomó la información recibida por parte de GACM, se procedió a revisar y replantear coordenadas para su ajuste de niveles y ejes para obtener un trazo desarrollando elevaciones describiendo nivel, perfiles y secciones transversales, así como también, bancos de nivel permanentes y temporales tanto en terreno como en vialidad ya existente, esto se realizó y se notificó a la supervisión antes de iniciados los trabajos.

Para la limpieza del sitio, se debieron identificar primeramente los servicios públicos superficiales y subterráneos que pudieron existir en las inmediaciones del predio, las cuales pueden sufrir daños mediante las operaciones de movimiento de tierras y excavaciones. En el caso de existir alguna instalación superficial o subterránea, se notifica al residente de obra de GACM, plenamente se identificarán y posteriormente se dará mantenimiento a dichas instalaciones en conjunto con las empresas o dependencias propietarias de ellas, así como también se tiene un plan alternativo en caso de que los servicios recibieran daños.

Con ello terminado, se procedió a remover todo el material que pudiera obstruir el procedimiento de construcción de la losa, como lo fue tierra vegetal, desechos, árboles, arbustos y basura. Mediante dicha actividad se tomaron las medidas legales y técnicas pertinentes para la correcta ejecución de limpieza.

La limpieza del sitio se realizó por medio de tractores de oruga para que posteriormente todo el material retirado fue removido y fue depositado conforme a la ley en la zona de tiro destinada.



Imagen 3.3, Toma Aérea del Terreno donde sería desplantada la Losa de Cimentación del Edificio Terminal del NAICM. Fuente: Cortesía Obrasweb



3.2.2 Excavaciones

Previo a las excavaciones del proyecto, se realizó una prueba de excavación con un sistema de abatimiento del nivel freático mediante pozos de bombeo equipados con puntas eyectoras⁹, dicha prueba se realizó para poder alcanzar los 6.5 m de profundidad con respecto al nivel original del terreno donde se formaba un área cuadrada de 24 m de lado con cortes perimetrales con una inclinación de 4:1. Dicha prueba tuvo una falla en el talud al alcanzar los 4 m de profundidad y por tal motivo las empresas ICA, ARUP y sus subcontratistas decidieron replantear un nuevo sistema constructivo obteniendo como resultado una excavación configurando los cortes perimetrales iniciando con un corte de 3.5 m con inclinación de 3:1 seguido de una berma de 20 m de extensión de la cual se realizó el corte final que tiene una inclinación del mismo orden de 3:1 para alcanzar la profundidad de proyecto planteada.



Imagen 3.4, Nivelaciones y Compactaciones en el Terreno junto a Talud de Proyecto.

Posteriormente observados los resultados y realizando nuevos análisis en el sistema de excavación se decidió reducir la berma a 15 m de extensión ya que el sistema podía funcionar de tal manera sin falla aparente.

La instrumentación de la losa de cimentación tuvo que comprender diversas formas de monitoreo para el comportamiento del suelo con la estructura, así como los aspectos que podrían modificar el proceso constructivo de la misma, por lo tanto, se colocaron arriba de 400 piezómetros¹⁰ e inclinómetros¹¹ transmitiendo los datos a servidores que procesan la información y actualizan el comportamiento de las excavaciones y el colado de cada losa unitaria del proyecto. También se instalaron extensómetros¹² así como también se colocaron estaciones totales automatizadas motorizadas las cuales permiten tomar lecturas topográficas en cada uno de los colados de las losas unitarias. Para poder obtener dichos resultados se utilizaron prismas y equipos de topografía convencionales los cuales funcionaron también para emitir alertas cuando existieran valores no permisibles.

⁹ Sirven para succionar líquidos y vapores, consumen poca agua a una presión de salida constante.

¹⁰ Funcionan para medir la presión de poro en el suelo o el nivel de agua en perforaciones de terraplenes.

¹¹ Instrumentos de topografía que funcionan para medir la inclinación del plano con respecto a la superficie terrestre.

¹² Instrumento de precisión el cual mide deformaciones en piezas sometidas a esfuerzos de tracción o compresión.



Como anteriormente se explicó, la losa tiene un sistema de cimentación a base de flotación, esto funciona por medio de sustitución de material de suelo con el apoyo de la subestructura, por lo tanto, se debieron hacer excavaciones para estabilizar la compensación de la losa con

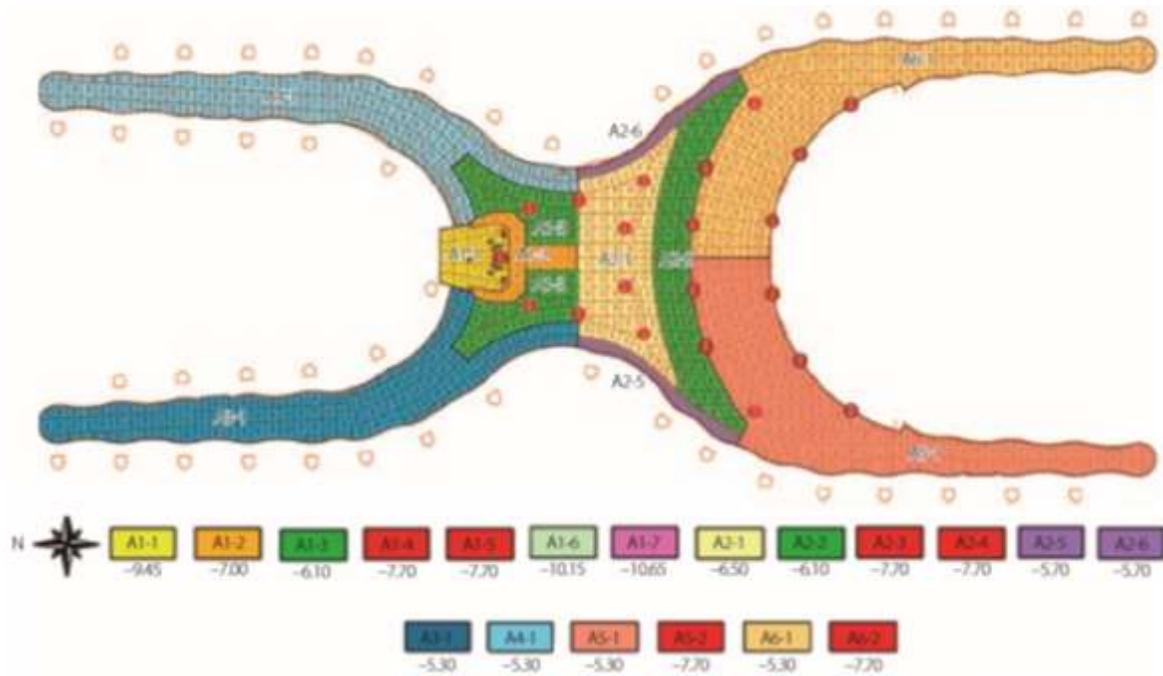


Imagen 3.5, Esquema de Profundidades de Desplante de las Losas Unitarias de la Terminal del NAICM, Fuente: SMIG

el suelo, se llevó a cabo mediante excavaciones a diferentes profundidades debido a la presión de contacto que se transmitía del suelo hacia la estructura. En la imagen 1.2 se tiene el esquema mencionado, así como también en la imagen 3.4 se tiene una ilustración de las profundidades de excavación de cada zona del proyecto en las losas unitarias. Dicho procedimiento se realizó en dos fases; la primera fase se realizó mediante una excavación superficial la cual llevó una excavación de alivio que llegó a 3.50 m de profundidad a lo largo de 15 a 20 m y con una pendiente de 3:1 formando una berma donde se colocó una geomalla triaxial de polipropileno y terminado con una capa de tezontle de 50 a 80 cm de espesor. Después de dicha berma se llega a la profundidad de proyecto donde se colocó otra capa de tezontle más fino que el anterior de 50 cm de espesor dónde posteriormente se colocó la plantilla de la losa de cimentación. Posteriormente en las excavaciones profundas, las cuales solamente se llevaron en zonas específicas de la losa, y se utilizaron excavaciones de alivio a 3.5 m de profundidad con una pendiente de 3:1 extendiéndose en 15 a 20 m los cuales apoyaron al hincado de la tablaestaca del APM (Automated People Move) dónde posteriormente se colocarían las obras para los elevadores.

Los problemas que se encontraron en el proceso de excavación fueron casi nulos ya que, aunque los cortes del terreno eran estables existieron ocasiones dónde hubo pequeños desprendimientos del terreno los cuales no ocasionaron daños o retrasos en el proceso



constructivo. Además del desprendimiento poco notorio, también la presencia del nivel freático fue mínima ya que aunque existía presión de poro en el suelo se observó una disminución de la misma al proceso de las excavaciones¹³, por lo tanto, no tuvo que abatirse el nivel freático como tal y el único bombeo que existió en el proceso constructivo fue el que se debió a los encharcamientos en las zonas más profundas producidas por el agua de lluvia llamado “bombeo de achique”¹⁴

3.2.3 Rellenos

Como ya se explicó anteriormente, los rellenos se realizaron con ayuda de tezontle, el cual se colocó en las dos fases de excavaciones como lo fueron la fase de excavaciones superficiales y excavaciones profundas, la primera se realizó para darle estabilidad al suelo arcilloso del terreno, el cual debía colocarse forzosamente, ya que sin ella toda la maquinaria y camiones para la construcción del NAICM habrían quedado atascados en el suelo, incluso existe la idea de que en temporada de lluvias una persona pudiera quedar embebida en el suelo hasta las rodillas debido a la capacidad tan alta de absorción en los suelos arcillosos¹⁵.



Imagen 3.6, Corte de Rellenos y Perfil de un Armado de Losa para Fonil.

¹³ Fenómeno en arcillas de presión de poro en excavaciones, Juárez Badillo Eulalio y Rico Rodríguez Alfonso, Mecánica de Suelos Volumen II (2004), Capítulo V pags. 266-267.

¹⁴ Tipo de bombeo de agua destinado a la extracción de agua de lluvia estancada en una dicha zona.

¹⁵ Los suelos arcillosos tienen la propiedad de tener una alta porosidad y una alta capacidad para absorber agua.



3.2.4 Impermeabilización

Sobre la capa de tezontle que se habló anteriormente se armó una plantilla de concreto armado de 15 cm de espesor con una resistencia de $F'c=350 \frac{kg}{cm^2}$ y sobre la cual, se colocó una membrana impermeable autoadherente de polietileno de alta densidad de 1.5mm. Dicha membrana impermeable se colocó al alcanzar la resistencia necesaria de la plantilla y funciona como protector hacia la losa de cimentación por posibles posteriores filtraciones debido a la alta salinidad del suelo así como su gran contenido de humedad.

Dicha membrana impermeable se colocó en toda la superficie de las plantillas de la losa de cimentación, así como en los laterales de los muros, también cabe mencionar que se utilizó en cada uno de los perímetros de las losas unitarias una junta hidroe expansiva¹⁶. la cual no permite las filtraciones de agua entre losas y entre muros, así como también en la interacción de losas con muros. Tanto a membrana impermeable como las juntas hidroe expansivas se colocaban también en los perímetros de los desniveles de las losas unitarias. También se debe mencionar que las losas de cimentación de los 21 Foniles llevan de la misma manera los impermeabilizantes antes mencionados.



Imagen 3.7, Tipo de Junta Hidroe expansiva colocada en las Losas Unitarias en el NAICM.



Imagen 3.8, Colocación de Losas de Cimentación sobre capa de Impermeabilizante.

¹⁶ La junta hidroe expansiva es una junta que no permite el libre paso de agua a presión o sin presión y funciona mediante el contacto mismo de agua a partir de la dilatación entre la cinta y el espacio que lo rodea.



3.2.5 Cortado de Pilotes

La empresa Gami Ingeniería e Instalaciones fue la empresa ganadora de la Licitación de las cimentaciones profundas de la torre de control, edificio terminal y el centro de transporte terrestre intermodal, la cual, colocó arriba de 5 mil 137 pilotes de fricción, de los cuales casi el 80% se concentra en el área donde se ubica la terminal de pasajeros. Los pilotes fueron prefabricados en una sola pieza y pretensados, la longitud fue definida a partir de la profundidad en la cual se van a hincar dichos pilotes dando como resultado 50 cm x 50 cm con resistencia de entre 30 y $40 \frac{t}{m^2}$.

La losa de cimentación trabaja independientemente de los pilotes, ya que al no estar ligados al pilote aumenta la capacidad de carga reduciendo el hundimiento de la zona de 25 cm al año a la mitad.

El pilote quedó a una altura de 50 o 60 cm sobre el nivel del terreno natural, donde posteriormente se colocó una cama de tezontle y posteriormente la plantilla para la losa de cimentación.

El corte o descabezado de pilotes se realiza debido a dos motivos, a que el pilote queda en ocasiones dañado debido al hincado del mismo y también puede realizarse para alcanzar el nivel indicado de construcción del proyecto.



*Imagen 3.9, Colocación de Cimentas Profundas para Terminal de Pasajeros del NAICM.
Fuente: Cortesía Obrasweb*



3.2.6 Concreto en Obra

Primeramente, se colocó el concreto perteneciente a las plantillas de descanso de las losas unitarias del proyecto. Dichas plantillas tenían un espesor de 15 cm y se colocaban como “camas” para colocar las losas unitarias.

Como es de esperarse, el concreto junto con el acero son los materiales más utilizados en las obras civiles, de tal manera que el concreto en esta obra fue utilizado en casi la totalidad del volumen de la obra, aproximadamente se utilizaron 427, 290 m³ de concreto, el cual tiene una resistencia de 400 $\frac{kg}{cm^2}$ e incluye cemento resistente a los sulfatos así como también ceniza volante y humo de sílice (o microsilica), también se tenían agregados no reactivos y aditivos fluidizantes y retardantes del fraguado ya que en algunas zonas del armado de la losa existía una gran densidad de acero estructural y no permitía el libre paso del concreto de las plumas.

Las losas unitarias en general tienen una dimensión aproximada de 20 m por 20 m y un espesor promedio de 1.5 m. Se encuentran 9 tipos de losas llamadas “S1, S2, S5, S6, S7, S8 y S9, así como las losas de cimentación de los Foniles las cuales se diferencian entre sí por los espesores de cada tipo, así como la resistencia de concreto utilizada en cada una, se tienen también que las losas unitarias fueron coladas una a una dependiendo de su liberación y con un acabado únicamente de pulido.

Holcim México fue la responsable de suministrar aproximadamente 500,000 m³ de concreto los cuales se destinaron a losas y muros perimetrales, los cuales, fueron producidos y surtidos en el sitio, de tal manera que la compañía implementó instalaciones de producción en el polígono del NAICM.

Un dato interesante es que Holcim México produce para la construcción del NAICM un concreto que planea obtener la certificación LEED Platino (Leadership in Energy & Environmental Design), la más alta de las calificaciones de edificios en materia de sustentabilidad que es otorgado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). También en toda la huella de la losa de cimentación del edificio terminal del Aeropuerto se llevó a cabo la construcción de un muro perimetral con la zona sur, la cual colinda con el “CITT” (Centro Intermodal de Transporte Terrestre). Dicho muro perimetral de aproximadamente 15 cm de espesor y 2.40 m de altura fue colado en el perímetro de la losa y el cual lleva de igual manera las protecciones necesarias como en las losas sobre la impermeabilización necesaria. También en la zona norte de la huella donde se ubica el APM se colaron muros divisorios entre esa zona y el exterior.



*Imagen 3.10, Avance de la Losa de Cimentación a Mayo del NAICM.
Fuente: C.M.I.C.*



Imagen 3.11, Suministro de Concreto en la última Sub-Losa colada de la Losa de Cimentación del NAICM.



3.2.7 Acero en Obra

El acero de refuerzo es el apoyo del concreto para formar una estructura compuesta la cual se comporta y trabaja de forma homogénea en la aplicación de cargas. En el proyecto de la losa de cimentación del NAICM se colocaron predominantemente varillas del número 12 y del 8, las cuales tienen un diámetro de 1 ½” con un grado de 75 y con un esfuerzo de fluencia¹⁷ de $f'y = \frac{400 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$. Se debe mencionar que dichas varillas se colocaron con conexiones mediante coples y roscado de varilla ya que no se pueden colocar traslapes en dichos armados de acuerdo a Normas.



Imagen 3.12, Armado Superior de Sub-Losa

Para la colocación de dichas varillas se necesitó la ayuda de un patio de habilitado previo al transporte y colocación en sitio, por tal motivo, primeramente, se colocaba el material en el patio de habilitado y posteriormente se armaban las piezas para su posterior colocación.

Se colocaban un aproximado de 90 varillas en cada sentido (vertical y horizontal) tanto en la cama superior como en la cama inferior principal, de tal manera que se tenía un par de parrillas armadas por cada losa unitaria. Dichas varillas tenían continuidad losa unitaria por losa unitaria y eran unidas mediante el roscado antes mencionado. Se colocaban refuerzos de flexión y cortante en ambos sentidos a los extremos de cada una de las columnas de las losas unitarias.

¹⁷ El esfuerzo de fluencia, límite elástico o límite aparente de elasticidad es la capacidad máxima que puede desarrollar un material sin causar una deformación plástica, es decir, que no pueda volver el material a su estado original.



Imagen 3.13, Armado de Sub Losa de Cimentación.

Cada armado de cada losa unitaria era diferente, se tenían diferentes sentidos, diferentes espesores de losa y en ocasiones se encontraron desniveles dentro de la misma, así como también una canaleta en el perímetro de la huella del proyecto.

Se colocaron también refuerzos en ambos sentidos con varilla del No. 4 (1/2") de diámetro en las plantillas antes mencionadas. También se colocó acero transversal y vertical del No. 4 y 5 (1/2" y 5/8" respectivamente) de diámetro en los muros perimetrales.



Imagen 3.14, Armado de Plantilla para Losas del NAICM.



En la siguiente imagen se puede ver los distintos armados de acero en diferentes direcciones de las losas que rodean a la losa de un fonil. También podemos notar el impermeabilizante mencionado en el capítulo 3.2.4.



*Imagen 3.15, Armado en diferentes direcciones en losas unitarias del Edificio Terminal del NAICM.
Fuente: Youtube, ICA*



*Imagen 3.16, Avance de la Losa de Cimentación en el Edificio Terminal del NAICM.
Fuente: Noticieros Televisa*



3.2.8 Cimbrado

La principal función de la cimbra es sostener provisionalmente el peso del colado durante el proceso constructivo de la elaboración de cada losa y de cada muro perimetral. En el proyecto se utilizaron cimbras metálicas para las losas unitarias y cimbras de madera para los muros. Dichas cimbras deben ser cuidadosamente colocadas debido a factores como lo son seguridad para los trabajadores y seguridad a la hora del colado, es decir, en muros se deben colocar bien los montajes, las placas del encofrado, los puntales y los sistemas de apoyo, así como también se deben colocar adecuadamente los andamios correspondientes para el libre tránsito de trabajadores para la inspección del cimbrado.

En la losa de cimentación del NAICM se colocaron cimbras en cada borde de losa unitaria siguiendo el programa establecido de colados para cada losa, se colocaba cimbra metálica entre cada losa que se colaba y se retiraba posteriormente para el colado de la siguiente losa. Así, se colaban una a una cada una de las losas unitarias de cada frente.

Se utilizaron también en ocasiones cimbras de madera en las losas unitarias perimetrales de la huella así como también se utilizó cimbra para muros y plantillas mencionadas en el capítulo 3.2.6, cabe mencionar que existieron pequeños espacios en las losas perimetrales llamados “Cajetines”, los cuales se pueden observar en la imagen 3.10 y 3.18 los cuales se dejaron con puro armado de acero debido a que previo a la ejecución total de la losa de cimentación no se tenía autorización por parte de Grupo Aeroportuario para el colado de



Imagen 3.17, Armado de Losa y Limpieza para Colado
Fuente: El Heraldo de México



dichos espacios, los cuales, debían tener preparaciones de acero para los puentes fijos de la terminal que serán las puertas de embarque y desembarque de la terminal.



Imagen 3.18, Losa de Cimentación con Proceso de Armado de un Fonil y Cajetines preparados para Puentes Fijos.

En la siguiente imagen se pueden ver las salidas/entradas de la terminal de pasajeros.



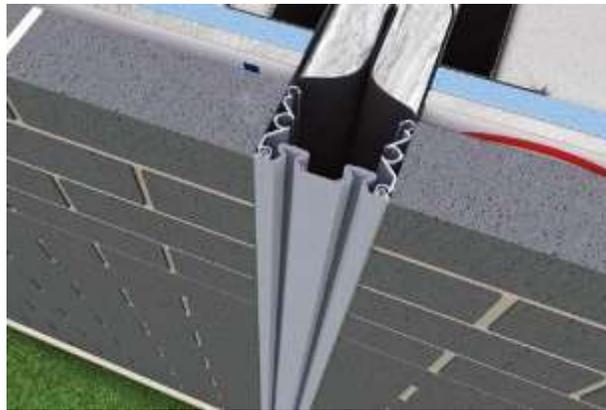
*Imagen 3.19, Puertas de Embarque y Desembarque de la Terminal de Pasajeros del NAICM.
Fuente: GACM*



En la losa de cimentación se realizaron diferentes encofrados para las losas unitarias del proyecto, se colocaron cimbras de diferentes alturas en las losas y en los desniveles requeridos, también se colocaron moldes de poliestireno expandido para los vacíos de las losas donde existían espacios para cárcamos y se colocaron moldes de espuma de poliestireno para las columnas exteriores. De tal forma que los espacios destinados para columnas de la terminal llevaban también cimbras en las cajas de anclaje.

3.2.9 Juntas Constructivas

Las juntas de construcción o juntas constructivas se colocan entre dos estructuras colindantes y su principal función se basa en desligar dos estructuras y evitar de esa manera los golpes entre edificios al momento de un sismo, así como también aislar las vibraciones y dilataciones debido al calor.



*Imagen 3.20, Ejemplo de Junta Constructiva con Espuma de Poliuretano en Losa parte Superior.
Fuente: HulesEIME S.A. de C.V.*



*Imagen 3.21, Ejemplo de Junta Constructiva en Muro de forma Vertical.
Fuente: Fameinteriores S.A. de C.V.*



En la losa de cimentación de la terminal de pasajeros la junta constructiva además de utilizarse para desligar la estructura (no arquitectónicamente) las estructuras colindantes (losa – losa, losa – muro y muro - muro) y eliminar la continuidad estructural, también la función que se le dio fue la de evitar filtraciones con el apoyo de impermeabilizantes (juntas hidro expansivas) antes mencionadas en el capítulo 3.2.4.

De igual forma que la junta hidro expansiva, la junta constructiva se colocó en todas las colindancias de las losas unitarias y de las colindancias del muro perimetral con las losas perimetrales, también se colocó junta constructiva en la parte superior de los muros y que irá desligada a la parte del muro de entrepiso, así como también se colocaron de igual manera entre la cimentación y las bases de las columnas del APM.



Imagen 3.22, Junta Constructiva en Muro de forma Vertical en Muros Perimetrales de la losa de Cimentación del NAICM.



Imagen 3.23, Junta Constructiva en Sub Losa de Cimentación del NAICM.



3.2.10 Accesorios Colados

Tornillos de Sujeción

La principal función de los tornillos de sujeción que se colocaron y se colaron en sitio es la de anclar las cabezas de los tornillos con ayuda de las tuercas de anclaje al concreto, esto se hizo en cada una de las llamadas “placas base”, que son básicamente las placas donde irán colocadas las columnas principales y secundarias del edificio terminal para poder colocar los entresijos de proyecto. Dichas placas base son placas de diferentes geometrías y diferentes acomodos. Las dos geometrías de columnas eran la de cajas cuadrulares y cajas circulares, las cuales, las cajas cuadrulares tenían diferentes acomodos, así como diferentes cantidades de cajas o espacios para los anclajes de las columnas, las cuales daban resultado a diferentes tornillos de anclaje y en cada caso, diferentes diámetros de tornillos y tuercas.

Existen varias dimensiones de tornillos de anclaje, los cuales fueron colocados en la placa colada y sujetarán lo que serán las columnas de la terminal.

Las dimensiones de los tornillos de anclaje van desde los 25 mm hasta los 75 mm de diámetro en columnas principales y con una longitud de 1.30 m a 1.67 m ahogados en el concreto, mientras que en columnas de entresijo las dimensiones van de los 32 mm a los 50 mm de diámetro y con una longitud variable de 1.3 m a 1.5 m. En la siguiente imagen se tiene una representación de una placa base a la cual se le colocarán anclas para las columnas.



*Imagen 3.24, Ejemplo de Placa Base Tipo, para Anclas de Losa Unitaria #151.
Fuente: GACM.*



Imagen 3.24, Ejemplo de Anclas de Losa Unitaria para Columna Principal (Imagen Izquierda), y Columna Secundaria (Imagen Derecha).



Posteriormente a dichas placas, se sujetarán las columnas para los entresijos de la terminal, quedando colocadas como se muestra en la siguiente imagen.



*Imagen 3.25, Vista al Sur de la Losa de Cimentación de la Terminal.
Fuente: GACM.*



*Imagen 3.26, Vistas de las Columnas y Trabes de Entrepiso de la Terminal.
Fuente: Avance Youtube NAICM.*

Cabe mencionar que también existen otro tipo de tornillos de menores y mayores dimensiones, los menores correspondientes a las anclas que fueron colocadas en los muros perimetrales de la losa de cimentación que tienen una dimensión de 19mm y de aproximadamente en promedio de 600mm de longitud, las cuales su función principal es la de apoyo para las vigas del entrepiso de la terminal, así como los mayores correspondiendo a los tornillos o pernos anclados a las losas de cimentación de los Foniles, los cuales su



función es la de anclar la estructura de cada Fonil mediante el apoyo de dichos pernos con ayuda de placas de sujeción y tuercas de anclaje.



Imagen 3.27, Anclas de Anclaje para Trabes de Entrepiso con Muro Perimetral de la Losa del NAICM.

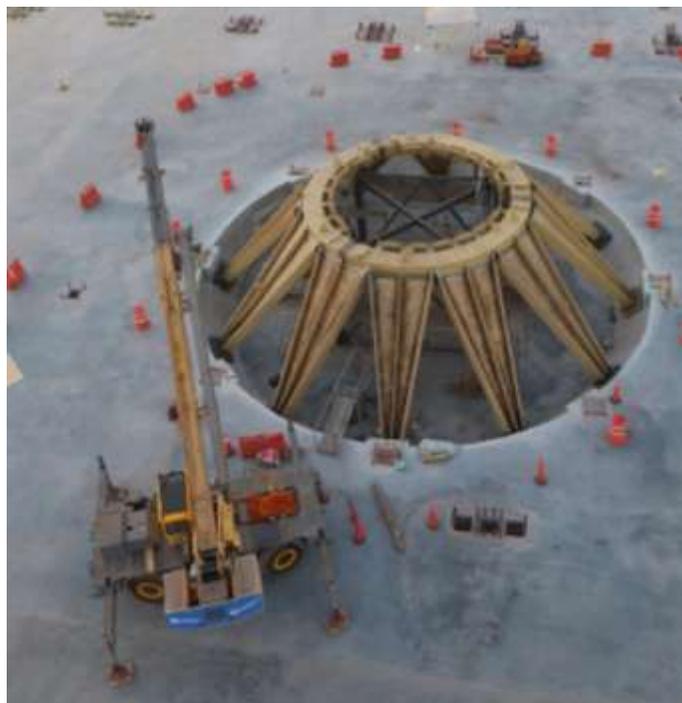


Imagen 3.28, Vista Aérea de Armado de Fonil y Anclaje a Cimentación.
Fuente: nvoaeropuerto.mx.



Todo el proceso anterior de construcción se realizó mediante el desarrollo de diversos métodos y fue realizado por personas experimentadas en cada proceso, desde el movimiento de tierras para el control del material, el tiempo y el rendimiento del personal, el abudamiento del material, la influencia del medio ambiente, las normas que se deben seguir y todas las especificaciones que conllevan dicho proceso. De tal manera que cada proceso mencionado anteriormente es un proceso único y cada proceso tiene su realización específica y sus diferentes actividades y detalles de desarrollo.

Finalmente podemos decir que para que el proceso se lleve a cabo de manera adecuada se debe tener el material, herramienta, mano de obra y equipo, así como experiencia, capacidad económica y tecnológica entre otros aspectos no menos importantes.



Capítulo IV: Estructura y Control

El ejercicio profesional es la práctica de la teoría aplicada en las lecciones aprendidas en la educación universitaria, dicha práctica es particularmente necesaria para obtener un perfil profesional en el cual el alumno pueda desenvolverse en el ámbito laboral y pueda desarrollar sus habilidades para el mejoramiento personal y así poder alcanzar conjuntamente con la empresa un desarrollo en el área donde se esté desarrollando y finalmente sea beneficioso para la productividad de la misma y del país. Es la práctica del estudiante mediante el cual se demuestra que es capaz de desarrollar un desempeño laboral eficiente, honesto y responsable.

El ejercicio profesional es de suma importancia debido a que se deben considerar todos los aspectos que intervienen a la hora de la ejecución de una obra en el desarrollo de sus actividades personales. De tal manera que al momento de realizar el proceso de construcción se pueda tener una visión más amplia de los procedimientos realizados ya que de forma teórica se pueden resolver problemas técnicos, pero normalmente en la ejecución de las obras siempre se suscitaran nuevos detalles que se tendrán que volver a analizar y así replantear nuevas soluciones para la correcta ejecución de los trabajos.

Se muestran las actividades desarrolladas durante seis meses de ejecución en el transcurso de la construcción de la losa de cimentación de la terminal de pasajeros del NAICM, de tal forma que se puedan entender en forma general los procedimientos que se siguieron y las actividades desarrolladas durante el proceso en un contexto personal, así como también los lineamientos y las especificaciones que aplican mediante el desarrollo de las mismas.

Dentro del marco teórico se aplicaron principalmente los conocimientos basados en procedimientos constructivos, ya que el avance de una obra depende directamente del proceso de elaboración, esto es, la forma en la que se va construyendo la obra, desde el trazo y nivelación, que son los primeros pasos del proceso, hasta el pulido en el concreto, que significa la terminación de los trabajos hablando específicamente de las obras de este proyecto.

Mediante el transcurso de los años los procedimientos constructivos han sido basados en la experiencia y en los problemas acontecidos durante las obras realizadas anteriormente, dichos procedimientos constructivos no están absueltos de equivocaciones, ya que en general, un proyecto es único y siempre tendrá diferentes procedimientos y diferentes desafíos que lograr.

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el



proyecto. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta. Se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad. En general, esta cualidad de temporalidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto; la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado duradero¹⁸.”

La legislación aplicable a cualquier proyecto de obra pública se sustenta mediante la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su reglamento. Los cuales se complementan y se basan en el artículo 134¹⁹ de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

1) Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas

Dicha ley vigente publicada el 4 de enero de 2000 por el ex presidente Ernesto Zedillo Ponce de León determina la legislación a la cual está sujeta toda obra pública dentro del territorio nacional, contiene 103 artículos divididos en capítulos y títulos, así como artículos transitorios, los cuales, abordan de forma general las normas jurídicas que dictaminan el proceso general de obra pública. Nos indica desde la planeación financiera y social a la cual estamos sujetos como licitantes de obra pública, desde lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos y sus objetivos como también el manejo de recursos en el Presupuesto de Egresos y su apoyo en el Plan Nacional de Desarrollo y demás programas sectoriales.

Cada 31 de enero de cada año, las entidades y dependencias colocarán a disposición del público a través de CompraNet²⁰ su programa anual de obras públicas y servicios relacionados con las mismas correspondientes al ejercicio fiscal que se trate. De tal manera que con el presupuesto y con las licitaciones de obra pública se realicen las obras para construir, instalar, ampliar, adecuar, remodelar, restaurar, conservar, mantener, modificar y demoler bienes inmuebles entre otros de naturaleza similar.

Existen en la ley dos formas en las cuales las entidades puedan realizar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, ya sea por contrato o por administración directa. Así como también podrán seleccionar mediante licitación pública, invitación a cuando menos tres personas, o adjudicación directa para la contratación de obras mediante las mejores condiciones disponibles de calidad, financiamiento, oportunidad, entre otros.

Nos menciona los tres caracteres de licitaciones públicas, donde entra la licitación nacional, internacional bajo cobertura de tratados y la internacional abierta. También nos menciona toda la reglamentación de obra pública desde su publicación y convocatoria hasta su firma de contrato.

En el siguiente esquema tendremos el proceso de licitación de obra pública:

¹⁸ Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Quinta Edición (2013).

¹⁹ El Art. 134 Constitucional describe la administración de los recursos económicos que dispone la Federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la ciudad de México.

²⁰ CompraNet es un sistema electrónico desarrollado por la Secretaría de la Función Pública para la contratación de servicios, bienes, arrendamientos y obra pública de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.



Imagen 4.1, Diagrama de Proceso de Licitación.



Posterior a la contratación, la ley nos indica también la legislación que se debe seguir para la adjudicación del contrato y todos los lineamientos y condiciones de cómo deben realizarse las actividades de contratación. Dichas contrataciones se pueden realizar mediante cuatro tipos de condiciones de pago; sobre la base de precios unitarios, a precio alzado, mixtos y de amortización programada y los pagos se deben realizar mediante la ejecución de los trabajos conforme a lo establecido en la convocatoria de licitación.

La LOPSRCM también menciona la normatividad de la información y verificación, la solución de las controversias, infracciones y sanciones, y las conciliaciones que se tengan en la realización de obras públicas.

2) Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas

Desprendido de la Ley, el reglamento dispone de 295 artículos y nueve transitorios donde se mencionan puntualmente todos los aspectos correspondientes a las reglas dictadas por la autoridad competente para la ejecución de la ley a lo respectivo a las obras.

Dicho reglamento, conjuntamente con la ley, establecen los caracteres normativos para la realización de obras públicas y servicios relacionados con las mismas de la forma más adecuada, responsable, formal y prudente.

4.1 Descripción Corporativa y Organigrama

ICA, fundada en 1947 por Bernardo Quintana Arrijoa es una de las empresas más destacadas dentro de la Ingeniería Civil en México debido múltiples factores que ha desarrollado a lo largo de su trayectoria corporativa, así como su involucramiento en muchas de las obras de Infraestructura elaboradas a lo largo y ancho del territorio Mexicano, cuenta también con obras realizadas en el exterior del país y es principalmente una empresa con operaciones de construcción civil, construcción industrial, concesiones y operación de aeropuertos y desarrollo de viviendas así como mantenimiento de las mismas.

En su recorrido corporativo se encuentran participaciones en obras importantes en México como lo son El Palacio de los Deportes, el Palacio Legislativo de San Lázaro, el Estadio Azteca, la Nueva Basílica de Guadalupe, la Autopista del Sol, La Torre de PEMEX y Torre Mayor, el Túnel Emisor Oriente, El Estadio Olímpico de Ciudad Universitaria y la estación hidroeléctrica “Presa El Infiernillo” que fue durante años la presa más grande de México. Éstas y una gran lista de obras han convertido a empresas ICA como una empresa con vasta experiencia en obras y amplias soluciones integrales a retos que han ido apareciendo con el paso de los años mediante la aparición de innovaciones científicas y tecnológicas que han apoyado al crecimiento de infraestructura en el País. Es también una empresa que cotiza en la bolsa Mexicana de Valores siendo la primera de su clase en hacerlo y ocupó por muchos años el primer sitio de las empresas constructoras más influyentes del país y de las primeras diez mejores de toda Latinoamérica destacando por los montos de sus ventas, sus utilidades netas, sus activos y patrimonio, así como también por el número de empleados.



Hoy en día, ICA ha participado en más de 180 proyectos de vías carreteras, más de 60 presas, 38 Hospitales, 24 plantas termoeléctricas, 19 estadios y centros deportivos, y 10 proyectos de vivienda terminados junto con otros 24 proyectos en ejecución, obteniendo un total de 40,000 casas.

En los últimos años empresas ICA ha encontrado dificultades económicas debido a diversos factores como lo fueron el recorte al presupuesto durante el sexenio en curso del presidente Enrique Peña Nieto, la devaluación del peso, así como también la lentitud de los pagos del gobierno hacía la compañía. Éstos y otros factores financieros han provocado que la Constructora tenga una deuda de 65 mil 151 millones de pesos (alrededor de 3,300 MDD) y haya tenido que pedir una solicitud de concurso mercantil, mediante el cual es un recurso en el cual las empresas entradas en crisis financiera tienen para negociar con sus acreedores el pago de deudas incumplidas, en el que se puede llegar a cualquiera de dos estados; la conciliación, donde la empresa conserva sus actividades o la quiebra, donde finalmente la empresa llega a la venta de la misma debido a su insolvencia económica.

Actualmente, ICA se encuentra en Dirección de Guadalupe Phillips Margain, la cual se ha dado a la “tarea” de subsanar Empresas ICA dentro de la crisis financiera que atraviesa, la cual ya no se encuentra en concurso mercantil declarado por el juzgado décimo segundo de Distrito en materia civil desde el mes de marzo del año en curso, de tal manera que se encuentra en forma para reestructurar sus adeudos con los acreedores.

Pese a sus problemas financieros, empresas ICA sigue a flote y según el presidente del consejo de Administración de ICA, Bernardo Quintana Isaac, se espera que en el 2018 y en los años posteriores resurja como líder del sector constructor.

Por otra parte, actualmente empresas ICA tiene actualmente adjudicados diversos contratos de obra dentro de la construcción del NAICM, los cuales son las Plataformas de rodamiento para las aeronaves, el edificio satélite, la terminal de carga y mantenimiento, así como también la línea de drenaje profundo, dentro de los cuales ha cumplido ser solvente con las bases técnicas y económicas dentro de las licitaciones.

Cada Empresa y cada Proyecto en general tienen sus diferentes formas de organización administrativa, esto permite a las empresas seleccionar un área específica para cada procedimiento y destinar recursos y personal para el desempeño de cada proceso.

En empresas grandes como lo es ICA, se tienen un gran número de áreas debido a la cantidad de procesos y de necesidades que requiere la compañía para cumplir con los objetivos especificados en la construcción de cualquier proyecto.

En ICA se tiene una estructura organizada de la siguiente manera:



En el proyecto de la Losa de Cimentación de la terminal del NAICM, se tiene una organización de la siguiente manera:

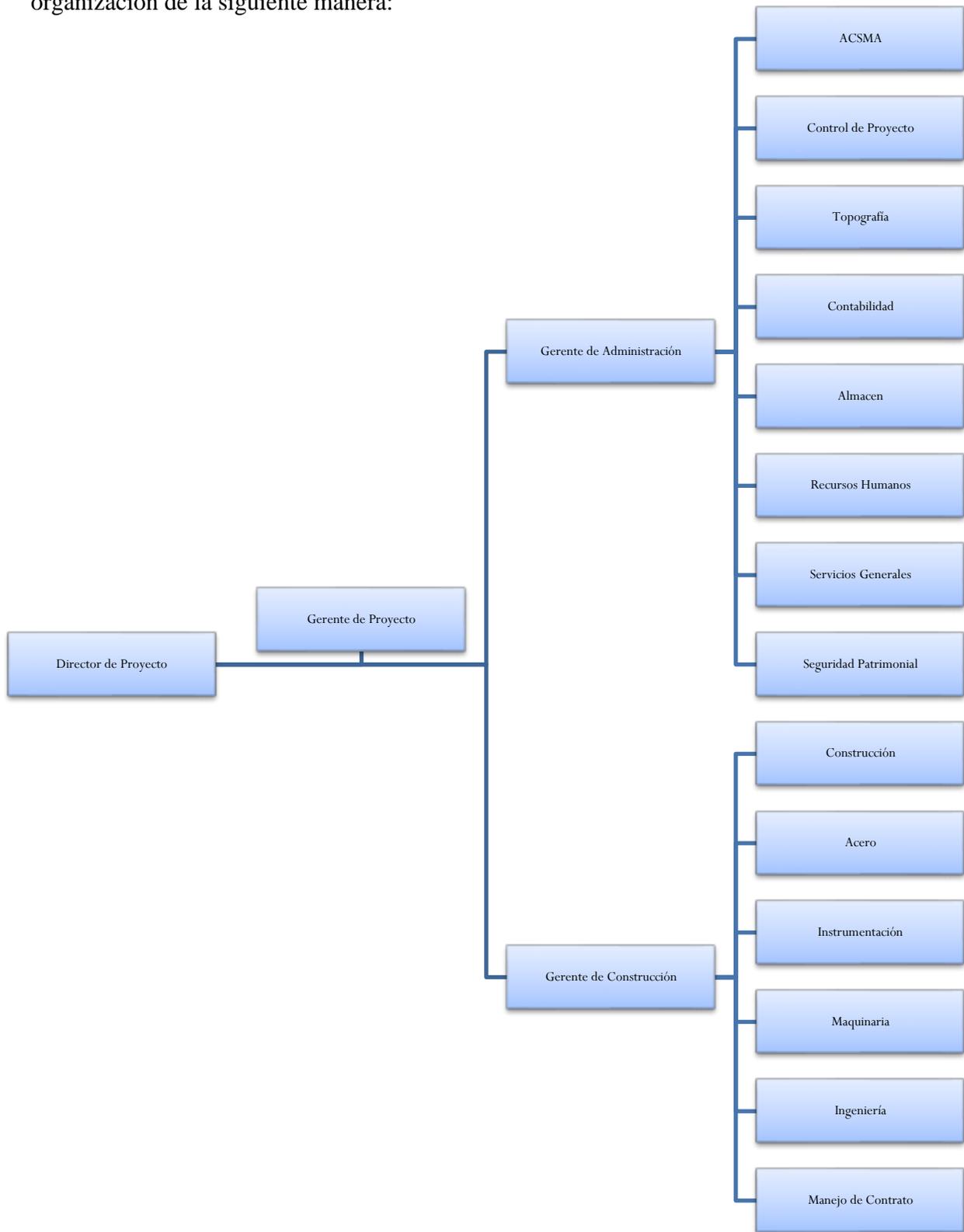


Imagen 4.3, Organigrama de Proyecto.



Donde:

- **Director de Proyecto:** Es el responsable de liderar a un equipo, contar con los medios disponibles, la información necesaria y conocer el alcance y limitaciones que tiene cada tarea y actividad que intervenga en el proyecto. La guía del PMBOK menciona las siguientes características para la dirección de proyectos: Identificar requisitos, abordar necesidades, inquietudes y expectativas, mantener relaciones activas, gestionar a los interesados, equilibrar las restricciones y conocer, así como controlar el alcance, calidad, cronograma, presupuesto, recursos y riesgos²¹.
- **Gerente de Proyecto:** El gerente es el encargado de planificar, establecer objetivos, supervisar tareas e implementar soluciones o cambios que vayan conociéndose durante la ejecución de un proyecto, a diferencia del director, al gerente se le asigna un área específica del proyecto, en el caso de la Losa de Cimentación del NAICM se tuvieron dos gerencias, una liderada para la administración y otra para la construcción.
- **ACSMA:** Como su acrónimo lo dice el área encargada del Aseguramiento de la Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, es un área independiente que se dedica a prevenir, controlar y observar todos los aspectos que intervienen en la calidad de las actividades realizadas, la seguridad en los procesos, observar y mitigar o conservar el medio donde se realiza la obra.
- **Control de Proyecto:** En el área de control de proyecto se estudian los recursos disponibles, los objetivos, se verifica el seguimiento de los planes que se marcaron dentro de la fase de planificación y se controlan los programas de costes, cronogramas, alcances, los plazos, así como todo lo relacionado con el control operativo de las operaciones.
- **Topografía:** Su principal objetivo es determinar las posiciones relativas entre los diferentes puntos en los planos del terreno, así como define todos los levantamientos de distancias, áreas, volúmenes.
- **Contabilidad:** Dicho departamento lleva el control y registro de todos los gastos e ingresos entre otras operaciones económicas o financieras que realiza la compañía.
- **Almacén:** Los objetivos del área de almacén se destinan al control de descarga y carga de materiales, salida o entrada de pedidos y manipulación total de materiales y equipo para la obra.
- **Recursos Humanos:** Se caracteriza por tener el control del personal y las tareas o funciones que desempeña cada personal.

²¹ Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Quinta Edición (2013). Pag. 5



- **Servicios Generales:** El departamento de servicios es el encargado de proporcionar de manera efectiva todo lo relacionado con comunicaciones, transporte, correspondencia, archivos, intendencia, vigilancia, mensajería, así como proporcionar o mantener un seguimiento preventivo o correctivo de mobiliario o equipo de oficina.
- **Seguridad Patrimonial:** En dicha área se abordan los temas referidos a la seguridad y salud laboral, seguridad en comunicaciones, seguridad social, seguridad informática entre otros.
- **Construcción:** Es el área responsable de ejecutar conforme a proyecto todas las obras que se deben ejecutar conforme al programa y deben cumplir los tiempos de ejecución.
- **Acero:** Existe un área específica para el acero debido a que el proyecto demanda mucho manejo de acero estructural, por lo tanto, se requiere de personal dedicado al control y ejecución de acero.
- **Instrumentación:** Encargada de medir, convertir, transmitir, controlar y registrar mediante equipos e instrumentos los cambios del proceso con el fin de optimizar los recursos y verificar la correcta ejecución de los trabajos.
- **Maquinaria:** Son los encargados del control y manipulación, así como todos los aspectos relacionados al uso de maquinaria ligera y pesada dentro de la obra.
- **Ingeniería:** Personal dedicado a la planificación, corrección y diseño del proyecto ejecutivo para su correcta ejecución.
- **Manejo de Contrato:** Es el área encargada de conocer, entender, gestionar, identificar, ajustar y defender todos los términos, procesos y demás procedimientos correspondientes a la correcta manipulación de los contratos que intervengan en la ejecución del proyecto.

Dentro del Área de Control de Proyecto, en la cual se enfoca este trabajo, se puntualiza en la división de Estimaciones, la cual, como se muestra a continuación, es parte del Control de Proyecto.

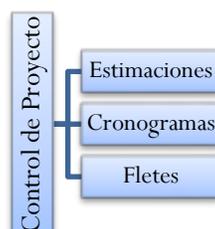


Imagen 4.4, Organigrama de Control de Proyecto.



Y, dentro de la división de Estimaciones se tiene un organigrama rotatorio debido a las actividades que se ejecutan en campo conforme al avance de obra.

4.2 Programa y Fases de la Ejecución

El programa de ejecución, así como las fases ejecutadas en la obra fueron procedimientos muy extensos, ya que el programa que se realizó fue calendarizado, cuantificado, dividido en partidas y subpartidas conforme al catálogo de conceptos con el cual se ganó la licitación, de tal manera que el programa de ejecución de manera general se ejecutó de la siguiente forma:

Programa de Ejecución General																			
	NOV. 2016	DIC. 2016	ENE. 2017	FEB. 2017	MAR. 2017	ABR. 2017	MAY. 2017	JUN. 2017	JUL. 2017	AGO. 2017	SEP. 2017	OCT. 2017	NOV. 2017	DIC. 2017	ENE. 2018	FEB. 2018	MAR. 2018	ABR. 2018	MAY. 2018
Limpieza																			
Excavaciones																			
Rellenos																			
Impermeabilización																			
Cortado de Pilotes																			
Concreto en Obra																			
Acero de Refuerzo																			
Cimbrado																			
Juntas Constructivas																			
Accesorios Colados																			

Tabla 4.1, Programa de Ejecución General de Proyecto.

El programa de ejecución tuvo retrasos debido a las exigencias por parte de Grupo Aeroportuario con las contratistas y así, se tuvieron pausas paralas liberaciones de los permisos de trabajos.



4.3 Actividades Ejecutadas

Durante el lapso de ejecución de la construcción de la Losa de Cimentación del Edificio Terminal del NAICM y perteneciendo al Área de Control de Proyecto en la subdivisión de Estimaciones, se realizaron las Estimaciones mensuales que son la documentación comprobatoria de la aplicación de las condiciones de pago establecidas en el contrato, para la obra ejecutada en el periodo autorizado es decir, en ésta el contratista presenta la evaluación en dinero de los trabajos realizados en un determinado periodo; aplicando a los volúmenes de obra ejecutada en dicho periodo, según conceptos de trabajo, los precios unitarios que le correspondan o el porcentaje del precio alzado pactado, correspondiente al avance de obra ejecutado, de acuerdo a los términos del concepto respectivo, considerando, en su caso, la amortización de los anticipos, los ajustes de costos, las retenciones económicas, las penas convencionales y las deducciones; así como la valuación de los conceptos que permitan determinar el monto de los gastos no recuperables.²²

Dichas estimaciones deben formularse con una periodicidad no mayor de un mes y comprenderán los trabajos realizados en el periodo hasta la fecha de corte que fije la administración pública (En este caso GACM), el contratista (ICA) deberá entregar a la residencia de supervisión sea externa o interna, según corresponda, la estimación acompañada de la documentación soporte, dentro de los cuatro días hábiles siguientes a la fecha de corte, para que la residencia dentro de los cinco días siguientes revise y, en su caso, apruebe la estimación; de surgir diferencias técnicas o numéricas se tendrán dos días hábiles contados a partir del plazo señalado para la revisión, para conciliar las mismas y, de ser procedente, firmar la estimación respectiva y pasarla a la residencia de obra del área contratante para su autorización y trámite de pago.

Una vez aprobadas y autorizadas para su pago, las estimaciones deberán ser pagadas al contratista dentro de un plazo no mayor de veinte días hábiles, contados a partir de la fecha en que las hubiere autorizado la residencia de supervisión de la obra pública.

El contratista deberá presentar las estimaciones respetando las fechas de corte fijadas en el contrato, de no hacerlo se le aplicarán las penas que se establezcan en el contrato.

De tal manera que cada mes se presentaban dichas estimaciones, las cuales, representan los trabajos ejecutados en la periodicidad no mayor a un mes, presentándose a la residencia de obra en los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para pago fijadas, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia del pago como lo pueden ser números generadores, notas de bitácora, croquis de localización, controles de calidad, pruebas de laboratorio y fotografía, análisis y cálculo de los importes correspondientes.

De tal forma que la contratista es la única responsable de ejecutar y presentar las facturas para pago dónde deben cumplir los requisitos administrativos y fiscales, ya que, de no presentar dichas estimaciones en el plazo establecido, la estimación correspondiente se presentará en la siguiente fecha de corte.

²² Reglamento de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, Artículo 2°



De esta forma, se presentaban las estimaciones mensuales a Residencia GACM (Representante de la contratista o Residente de Obra) en el lapso de seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de dicha estimación, las actividades que realizó dicho Residente eran supervisar, vigilar, controlar y revisar la ejecución de los trabajos, tomar decisiones técnicas y necesarias para la ejecución de los trabajos, verificar la disponibilidad de recursos presupuestales necesarios para la erogación de recursos, dar apertura y seguimiento a bitácora de obra, vigilar y controlar el desarrollo de los trabajos en aspectos de calidad, costo y tiempo, solicitar y tramitar convenios modificatorios, presentar alternativas de solución a cambios de proyecto, especificaciones o al mismo contrato, autorizar las estimaciones y el finiquito entre otros.

La contratista designó de la misma manera a un Superintendente, el cual es el representante de la empresa, debiendo conocer con amplitud los proyectos, normas de calidad y especificaciones de construcción, catálogo de conceptos o actividades de obra, programas de ejecución y suministros, incluyendo los planos y todas sus modificaciones, especificaciones generales y particulares de construcción, deberá conocer la bitácora de obra así como los convenios y cualquier documento correspondiente a la ejecución de los trabajos.

Las estimaciones presentadas cada mes, eran el sustento de las obras realizadas y en las cuales se encontraban de cuatro tipos, 1) la de trabajos ejecutados, 2) la de pago de cantidades adicionales o conceptos no previstos en el catálogo original del contrato, 3) de gastos no recuperables y el de 4) ajuste de costos (escalatorias).

Las estimaciones son las cantidades numéricas presentadas las cuales corresponden a la secuencia y tiempo previsto en el programa de ejecución convenido, así como las características mencionadas en el contrato.

La estimación presentada a Residencia de Obra era revisada y autorizada en un plazo no mayor a quince días naturales siguientes. Dichas revisiones eran también supervisadas por una parte externa llamada “Supervisión”, la cual fungió como testigos sociales y parte auxiliadora de Residencia de Obra, realizada por terceros, observando los lineamientos de manera detallada, los trabajos, la información proporcionada por residencia, participando en la entrega física del sitio de la obra al Superintendente y proporcionar trazos, referencias, bancos de nivel y demás elementos que permitan iniciar adecuadamente los trabajos. También dentro de las actividades anteriores integró y mantuvo un archivo derivado de la realización de los trabajos, dio seguimiento al programa de ejecución, registró en la bitácora los avances y aspectos relevantes de la obra, celebró juntas de trabajo con el Superintendente y con el Residente de Obra, vigiló que el Superintendente cumpla con normas de seguridad, higiene y limpieza, llevó control de avances financieros y cantidades de obra, avaló cantidades de insumos y rendimientos de mano de obra, vigiló actualización de planos así como la verificación de las estimaciones y finiquito entre otros.



De tal forma que las estimaciones entregadas mensualmente y conciliadas con GACM y Supervisión de Infraestructura Aeroportuaria (SIA) finalmente fueran entregadas, detalladamente revisadas en el transcurso de quince días naturales y posteriormente autorizadas para pago.

Las actividades realizadas fueron la generación de números generadores, los cuales, eran generados a partir de los planos autorizados y con apoyo del Programa General de Ejecución conforme al Catálogo de Conceptos mediante partidas y subpartidas, las cuales fueron mencionadas en el Capítulo III.

Los números generadores que se realizaron fueron generadores correspondientes a los conceptos de las partidas del Catálogo de Conceptos, los cuales fueron números generadores de Acero Estructural de Refuerzo de Forma en losas, Acero Estructural a flexión y Cortante adicional de refuerzo en ubicaciones para columnas, Acero de Refuerzo en Muros perimetrales, Acero de Refuerzo para Columnas de APM y Acero para Preparaciones de Puentes Fijos, Juntas Hidro expansivas en losas y muros, Juntas Constructivas en Losas y Muros, Cimbras en Losas, Muros y desniveles de Losas así como cimbras en secciones para columnas principales y columnas secundarias, tornillos y tuercas para sujeción de columnas principales y secundarias así como pernos, placas y tornillos para la preparación del acero estructural de foniles y acabado de pulido para concreto en obra entre otros.

Descrito lo anterior, se realizó de la misma manera la preparación de cada estimación desde la estimación Nueve (9) Normal, y 3 (Tres) Adicional y se realizaron las preparaciones y las documentaciones necesarias para la entrega de cada estimación, también se trabajó conjuntamente con personal de Residencia de Obra y Supervisión de Infraestructura Aeroportuaria así como Personal de la Empresa en el mejoramiento de la entrega para la conciliación de números generadores, se tomaron notas de obra respecto a los cambios y se visualizaba el avance de obra mediante el cual se formulaban los planos auxiliares (Croquis) con apoyo de fotografía de las actividades para la entrega de los números generadores así como también se participó en juntas para tratamiento de temas en conjunto con Residencia de Obra y Supervisión, así como juntas de trabajo con personal de la empresa para la evaluación del avance financiero con respecto al avance físico de obra, también se trabajó en la elaboración de la preparación de finiquito de obra mediante el cual se dan por terminados los trabajos de la Losa de Cimentación del Edificio Terminal.



A continuación, se detallan los trabajos realizados en seis meses trabajo laboral mencionando las actividades realizadas en algunos conceptos de las partidas correspondientes al catálogo.

DATOS DE PROYECTO

DATOS DE ESTIMACIÓN

CROQUIS GENERAL DE LOCALIZACIÓN

DATOS DE LOCALIZACIÓN

CROQUIS PARTICULAR

ÁREA DE FIRMA DE ACEPTACIÓN

LOCALIZACIÓN		DIMENSION			UNIDAD	TOT
EJES	TRAMO	LENGHT	LARGO	ANCHO		
Jaula Mera 1858MMP de Calabaz...						
Elevación Inicial de Jaula Mera						
Elevación Final de Jaula Mera						
Altura de Jaula Mera						
Long. Jaula Mera						
Ancho						
Alto						

TOTAL ESTA HOJA	15
ACUMULADO HOJA ANTERIOR	132
ACUMULADO TOTAL	200

Imagen 4.5, Ejemplo de Formato de Generador de Obra.

1) Acero Estructural de Refuerzo de Forma en Losas

El acero estructural es de las partes más importantes en el desarrollo de cualquier obra ya que representa un alto porcentaje en volumen, así como es un elemento de alto costo y de alto tiempo de elaboración. De tal manera que también es complicado hacer cuantificaciones de acero por el detalle en plano que lleva.

Los números generadores de acero de refuerzo de forma se elaboraron mediante plano de taller autorizado, y la complejidad aumentó conforme el avance de obra crecía, de tal manera que existieron armados sencillos a armados muy elaborados. La complejidad de la elaboración radicaba en los dobles que existían. Si consideramos una losa ortogonal de dimensiones de 20 m por 20 m en promedio y una separación entre varillas del No. 12 (1 ½”) diámetro de 20 cm, en una losa totalmente plana al centro del polígono, observaremos que es muy fácil hacer una cuantificación de acero de forma, ya que como sabemos, el armado en una losa irá en ambos sentidos en dos camadas (vertical, horizontal y superior e inferior), por



tanto, podremos deducir que la losa tendrá acertadamente 100 varillas en un sentido y 100 varillas en el otro.

Pero la realidad fue que pocas losas contenían cierto armado antes mencionado, ya que existieron losas irregulares en geometría, curvadas, con desnivel, con llegada de foniles, con canaletas, cárcamos y espacios para columnas entre otros detalles que hacían su elaboración más detallada y su cuantificación más complicada.

Un punto importante a mencionar fue que en ocasiones existieron losas con un complejo armado de acero estructural de forma dónde la cuantificación de una losa unitaria llegó a tomar hasta medio día en su elaboración de generador y hasta un día completo en su revisión y conciliación.



Imagen 4.6, Armado de Forma en Losa
Fuente: SBGA S.A. de C.V..

3) Acero estructural a Flexión y Cortante Adicional

El acero a Flexión y Cortante Adicional eran cierto número de varillas a ambos costados de las columnas principales y secundarias, dónde la diferencia al acero de refuerzo de forma radicaba en la cantidad y las dimensiones, ya que se colocaban en promedio de 2 a 24 varillas del número 8 y 12 con escuadras a los costados de las columnas llamadas placas base. Existiendo en promedio de 1 a 20 placas base por losa.

Los generadores de la estimación se calcularon pieza por pieza y la complejidad era variable debido a la ubicación de las placas base, de tal manera que, igual que el Acero de Forma la dificultad en su elaboración de debió a dobleces, cambios de nivel, con llegada de foniles, canaletas y cárcamos, llegada a muro perimetral entre otros.

4) Acero de Refuerzo en Muros Perimetrales

Para la elaboración de la cuantificación de acero en muro se requirió de la terminación de los trabajos de losa de cimentación, ya que no existió autorización por parte de la entidad, así como no se tenía aún definido el proyecto.



Los muros se cuantificaron en dos fases, la fase que correspondía a las varillas que se encontraban embebidas en el concreto de la losa de forma vertical y las varillas transversales que le daban cuerpo al muro. La primera fase se cuantificó junto con la losa de cimentación y se hizo con apoyo del plano de taller autorizado, las cuales, se cuantificaban por paquetes de varillas, es decir, de 50 a 100 varillas por losa con varillas del número 5 y 8 y en ocasiones con separaciones variables entre los 20 y 25 cm.

Los muros más complicados en su elaboración se encontraban en el área del APM, dónde en ocasiones los armados eran complejos y había que cuantificar pieza por pieza en ciertas secciones.

5) Acero de refuerzo para Columnas Perimetrales y de APM.

Las columnas ubicadas en el perímetro de la losa de cimentación se encontraban en la zona sur del proyecto y no existió gran problema en su generación ya que todas las columnas tenían las mismas dimensiones y las mismas cantidades de acero en su armado. El problema que existió en el proyecto fue que el plano autorizado especificaba varillas del número 9 y en obra se encontraban colocando varillas del número 8. De tal forma que había que hacer sustitución de acero y se levantó un aviso a las áreas correspondientes para verificar y corregir dicho armado.

Podemos mencionar que dicha sustitución de acero se realizó en obra en diferentes ocasiones debido a que en ocasiones no existía acero disponible en sitio ni en patio de habilitado y se tuvo que sustituir varillas para alcanzar el área de acero de la sección necesaria para la liberación de la losa unitaria y cumplir con los tiempos del programa de obra y con el contrato.

En cuanto a las columnas del APM no existió mayor problema debido a que fueron contadas las columnas que se encontraban en el sitio y era fácil su realización de generador.

6) Acero para Preparaciones de Puentes Fijos

Como ya se mencionó anteriormente, los puentes fijos son el área donde se situará el ascenso y descenso de usuarios de la terminal al lado aire, de tal forma que el armado que se requirió para los puentes fijos únicamente se colocó de manera provisional y como preparación, ya que los puentes fijos, que son parte del catálogo de conceptos, pero ubicados en la segunda partida, se ejecutarán después.

Descrito esto, únicamente se hizo la cuantificación del acero preparativo, el colado vertido en la sección como protección ante el intemperismo y el impermeabilizante para prevención de las losas perimetrales ante el agua proveniente de las lluvias y los encharcamientos entre la losa y los rellenos.



7) Juntas Hidro expansivas en Losas y Muros

Las juntas hidro expansivas colocadas en las losas de manera horizontal y en los muros perimetrales de forma horizontal inferior y horizontal superior, así como las juntas hidro expansivas verticales entre muros se utilizaron para evitar el paso de agua y evitar filtraciones, dichas juntas se colocaban junto a las losas y muros entre estructuras colindantes y se hicieron números generadores de forma lineal, es decir, se cuantificaban por metro lineal.

8) Juntas Constructivas en Losas y Muros

Las juntas constructivas al igual que las juntas hidro expansivas se colocaron juntamente en las colindancias antes mencionadas en el punto 6, dichas juntas constructivas se cuantificaban similar a las juntas hidro expansivas con la excepción de la ubicación, es decir, las juntas constructivas se colocaban posteriormente al colado y quedaban permanentes en las losas y muros después del colado y en junta hidro expansiva se colocaban previo al colado para permanecer permanentes en la colindancia de las estructuras.

9) Cimbras en Losas, muros y desniveles de Losas

La cimbra que se requirió para ejecutar la obra en losas era cimbra de madera en el comienzo de la ejecución de los trabajos, posteriormente se cambió a cimbra metálica para fines prácticos y económicos, asimismo, la cimbra en muros se ejecutó con madera y se utilizó un liquido como material para el acabado aparente. Las cimbras se cuantificaban por metro cuadrado y se realizaban los números generadores correspondientes.

10) Cimbras en Secciones para Columnas Principales y Secundarias

Las cimbras en secciones para columnas principales y secundarias se colocaron y cuantificaron por unidad, es decir, a pesar de que los números generadores para cimbra se valoran en área (metro cuadrado), se cuantificaron por unidad ya que el generador base que se utilizó ya determinaba las dimensiones específicas para las cimbras. Se tomaron en cuenta dos tipos de generador, el generador cuadrado y el generador circular, ambas para dos tipos de cimbras diferentes tanto con forma de cubo y con forma cilíndrica.

11) Pernos y Tornillos de sujeción para Columnas y Foniles.

Los números generadores para pernos y tornillos de sujeción para columnas y foniles se cuantificaron por unidad, en estos números generadores se tomaron en cuenta diversos tipos de generador ya que existían diferentes placas de anclaje (Placas Base) donde eran sujetos.



Cada placa base tenía una dimensión específica y un número de anclas específicas para cada placa. Existen placas con 4, 8, 9, 16, 20, etc números de anclas por placa base. Cada placa base contenía diverso tipo de anclas y cada ancla era sujeta a la cimentación por tornillos.

De la misma forma se sujetaron los pernos y tuercas con ayuda de las placas para las bases que sujetan los foniles de la cubierta de la terminal de pasajeros.



Imagen 4.7, Avance de Fonil
Fuente: Avance NAICM, Youtube.



Imagen 4.8, Bases ancladas con apoyo de pernos para Fonil
Fuente: Grupo Milenio.



4.4 Control y Cobro de Estimaciones

Estimar los costos es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.²³

De tal manera que las estimaciones que se registran y se calculan cuantitativamente van ligadas directamente con otras áreas del proyecto como lo son los cronogramas para cumplir con los tiempos de ejecución, el área de topografía por requerir información y documentación sobre los procesos por ejecutar y ejecutados, al área de construcción e ingeniería para controlar y verificar los cambios y procesos actualizados así como las actividades autorizadas por parte de la supervisión, la información de instrumentación y maquinaria con respecto a cuantificaciones por movimientos de tierras, la instrumentación del monitoreo entre otras.

Para comprender el proceso de Estimaciones se observará el siguiente diagrama de flujo mediante el cual se fija el proceso en el cual se procesan las estimaciones correspondientes a un periodo de ejecución.



Tabla 4.2, Proceso de Estimaciones, Planificación y Ejecución

Fuente: ICA, Estimaciones

²³ Guía del PMBOK, Gestión de los Costos del Proyecto. Pag. 192



El proceso del Control y Cobro de Estimaciones es cíclico, es decir, cada mes se evalúan los conceptos ejecutados, se verifican en campo, se realizan reportes escritos y reportes fotográficos, se evalúan con respecto a planos de taller autorizados y se hacen las cuantificaciones de ejecución.

La principal parte que conforma una Estimación bien hecha, es la valoración aritmética bien demostrada y correctamente ordenada y detallada para su entendimiento general, así, se corregirán en su minoría y se procederán más rápidamente las conciliaciones, así como los pagos se cobrarán de forma ordenada y sin pausa.

Finalmente, si el pago de estimaciones en tiempo y forma es el correcto, se tendrá un flujo de efectivo para la compañía y habrá más fluidez financiera para seguir ejecutando el proyecto.

Una Estimación debe venir acompañada de los números generadores, asimismo, los números generadores deben llevar número de estimación (dicha estimación puede ser Normal, la cual es una hoja generadora correspondiente a la obra ejecutada en tiempo de ejecución y la cual lleva un precio unitario con el cual se ganó el concurso de licitación, puede ser estimación adicional, la cual es la obra ejecutada en obra pero que es adicional a los volúmenes de contrato establecidos en el catálogo de conceptos y existe la estimación extraordinaria que son volúmenes sin precio ya que se tienen conceptos adicionales fuera de catálogo), contiene el periodo de ejecución en el cual se cuantifican las obras, la información como lo es número de contrato, partida, subpartida, descripción de la obra, claves entre otros.

Los números generadores deben llevar la cantidad unitaria de concepto ejecutado y debe ir acompañado de un croquis totalmente entendible para el cliente.

Para tener un control más exacto de las Estimaciones, el proceso lleva diversos análisis y filtros de control, esto se hace mediante las diferentes áreas que intervienen en la ejecución de los trabajos, por citar algunos ejemplos tenemos el registro de avance de obra física por parte del área de Construcción y Acero, el registro por parte de los avances y la colocación de maquinaria e instrumentación, fletes, entre otros. También se tiene un registro por parte del patio de habilitado (el cual es el encargado de recibir y habilitar el acero estructural). Así mismo también intervienen el área BIM y el área de Ingeniería en la cuantificación de Proyecto.

Así, se tiene una evaluación general de los avances físicos con respecto a los avances estimados para cobro.

Posteriormente se tienen filtros de supervisión que conjuntamente con las revisiones se llegan a valores casi exactos de los volúmenes colocados físicamente.



4.5 Finiquito del NAICM.

Con la entrada del nuevo mandatario en la presidencia de la república el día 1° de Diciembre de 2018 y su política de cancelación del Proyecto, la nueva administración del gabinete presidencial envía una misiva firmada por Gerardo Bravo, nuevo director general de GACM, donde se detalla que en la cuarta sesión ordinaria del Consejo de Administración el día 30 de Diciembre se da por reconocida y confirmada la existencia de causas de interés general, entre los cuales son aspectos de planeación, presupuestación y hacendarios, motivos de terminación anticipada de los contratos, convenios, adquisiciones y otras operaciones relacionadas con el NAICM.

Debido a esto, el programa de obra se ve terminado y comienza el proceso de “Finiquito”, el cual consiste en la liquidación de los trabajos ejecutados contratados por las empresas contratistas ante el propietario del proyecto, siendo este finiquito el instrumento de cumplimiento de los compromisos contractuales, entregándose una acta y liberación de cada uno de los trabajos ejecutados con anterioridad.

De la misma forma que la entrega de Estimaciones, en el finiquito se entregan detallados los trabajos físicos, los cuales son revisados minuciosamente, aprobados y aceptados o en su caso rechazados o modificados debido a alguna anomalía respecto al contrato o las especificaciones del contrato, y así como se menciona su corrección también se detallan en ella el tiempo de ejecución y su importe de obra con respecto a la información de proyecto.

Posteriormente se determinan las cifras finales tanto de aditivas como de deductivas dependiendo sea el caso de los trabajos realizados y finalmente se documenta en un paquete el finiquito integrado por los siguientes documentos:

- 1) Acta de recepción de los Trabajos
- 2) Última estimación
- 3) Estado contable verificado
- 4) Carta de Finiquito
- 5) Orden de Construcción
- 6) Número de Compromiso
- 7) Constancia de entrega de Planos Autorizados
- 8) Cédulas correctivas firmadas
- 9) Oficios de Terminación de Obra
- 10) Convenio de Finiquito



Entre otra documentación legal y administrativa que va fundamentada en el artículo 102 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y en el cual indica que los documentos deben ser acompañados por los números generadores, notas de bitácora, croquis, controles de calidad, pruebas de laboratorio, fotografías, análisis, calculo e integración de los importes correspondientes a cada estimación.

Después de la Cancelación del NAICM se procede a la elaboración de dicho finiquito, dónde el proceso se ve acelerado y minuciosamente verificado.

Durante el Finiquito del NAICM y terminación del proyecto, se analizaron nuevamente los generadores de obra ya conciliados, se generaron nuevamente dichos generadores debido a que las condiciones del proyecto cambiaban repentinamente y se deben ajustar en el finiquito de la obra, esto quiere decir que se revisaron cada generador de cada concepto del catálogo y se generaba nuevamente otro generador con respecto al plano de taller autorizado y verificado terminado, dicho plano “As-Built” (Como fue construido), es el referente nuevo para los nuevos generadores, ya que son los planos realizados después de la ejecución de la obra y es la forma en la cual realmente se quedó construido.

En dicho proceso de finiquito el contratista comunicó a la entidad la conclusión de los trabajos que fueron encomendados para que ésta, dentro del plazo pactado verifique la debida terminación de los mismos y conforme a las condiciones del contrato se deben recibir en un periodo de quince días para que finalmente después de la recepción de los trabajos, los involucrados deberán elaborar el acta de finiquito para analizar los trabajos en un periodo no mayor a setenta días naturales con forme a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con los Mismos.

Durante dicho periodo se procedió a la revisión de generadores, así como se generaron nuevos con apoyo de los nuevos planos de taller y se volvió a conciliar con la Supervisión y la Entidad la elaboración de los trabajos.

Se analizaron los conceptos del catálogo antes mencionados, se realizaron números generadores y se entregaron a supervisión para la conciliación de los valores, asimismo, se argumentó con el equipo de transición la forma de ejecución de los trabajos en el proyecto, así como el modelo de trabajo realizado por la anterior administración.

Se debatieron las cantidades cuantificadas durante el proyecto con el nuevo personal de la nueva administración así como también se defendieron las cantidades reportadas y documentadas para la presencia de los auditores de la Auditoria Superior de la Federación, los cuales son representantes encargados de que el uso de los recursos públicos federales en los poderes de la unión, los órganos autónomos, los estados y municipios e incluso particulares destinen y manejen adecuadamente los recursos públicos del ingreso.



4.6 Resultados

Los resultados que se obtienen en las cuantificaciones y control de estimaciones se ven reflejados en los cobros mensuales, los análisis finales en ocasiones no coinciden con los registros de avances físicos en obra, tendiendo a ser superiores o inferiores, esto se puede deber muchas veces a un registro de avance irreal en obra (sobre avance), a una mala cuantificación de los volúmenes o en ocasiones irregularidades en la cuantificación por falta de información.

En una obra tan grande como lo es la Losa de Cimentación de la Terminal de Pasajeros del NAICM se exige una enorme cantidad de personal para el control del proyecto en general, así como un registro diario de avance y numerosas notas de bitácora. Todo esto para poder ejecutar una obra de tal magnitud en tiempo y forma, así como obtener el mejor beneficio para la compañía, se necesita de un gran apoyo y esfuerzo del personal que trabaja tanto en obra como en oficina.

Una correcta cuantificación de volúmenes hará que la compañía obtenga ganancias en su ejecución, se mantenga en actividad, pueda tener solvencia para la obra y también solvencia para otras licitaciones y generar productividad y empleo.

Las cuantificaciones de obra se hacen incluso previo a la construcción de una obra, y esto funciona para obtener un presupuesto previo de tal forma que se puedan ganar licitaciones (en caso de empresas grandes), conseguir clientes o vender sus productos.

La correcta cuantificación de una obra presentará un presupuesto previo para dar al Cliente (ya sea una empresa grande, mediana o chica) un precio de contrato, así, la empresa podrá tener en cuenta cuanto material, mano de obra, maquinaria, así como todos los costos o cargos que se le sumarán a la ejecución total del proyecto.

Un precio de venta para un presupuesto es la suma de todos los precios de un catálogo de conceptos, los cuales cada precio se integra de una forma particular, es decir, un precio unitario determinado debe tener congruencia a la hora de ser evaluado, debe tener en cuenta los procedimientos constructivos o la metodología que se utilizará para los trabajos, el programa de ejecución, utilización de persona y de maquinaria y equipo de construcción teniendo en cuenta el tipo de lugar y clima donde se ejecutará, los costos vigentes de los materiales, los recursos humanos y demás insumos necesarios al momento de la construcción teniendo en cuenta el tipo de lugar y clima donde se ejecutará, los costos vigentes de los materiales, los recursos humanos y demás insumos necesarios al momento de la construcción para su Costo Directo + Sobrecosto (Costos Indirectos, Costo por Financiamiento, Costo por Utilidad y sus Cargos Adicionales).

Si se conocen los procedimientos constructivos, los materiales y los planos de ejecución, así como se visualiza la reproducción en obra se tendrá una cuantificación acertada y un valor casi exacto de lo presupuestado obteniendo las ganancias necesarias.



4.7 Conclusiones

ICA es una compañía de renombre y prestigio nacional e internacional, esto se lo ha ganado gracias a la cantidad de obras que tiene en su experiencia y a la cantidad de ingenieros que produce, sigue normas de calidad, seguridad, medio ambiente, mejora constantemente sus programas en todas las áreas y ejecuta obras de infraestructura con responsabilidad. Esto permite que la compañía haya obtenido por años la mención de ser la empresa más grande y de mejor fuerza en el campo de la construcción.

Al trabajar en una compañía grande como lo es ICA, se obtienen múltiples beneficios personales como lo son primordialmente experiencia, conocimiento, desarrollo de habilidades, visión, calidad, esfuerzo, constancia, entre otros beneficios a corto, mediano y largo plazo que hacen que un Ingeniero se desarrolle más eficazmente.

Efectivamente las actividades realizadas en una compañía que ejecuta obra de infraestructura te brinda de experiencia en cada proceso en cualquier área que se encuentre, ya que no solo concentra Ingenieros Civiles en su estructura, también cuenta con Geólogos, Ingenieros Mecánicos, Topográficos, Industriales, Urbanistas, Ingenieros en Sistemas y Comunicaciones, Ingenieros en Computación, Contadores, Psicólogos, Médicos, Biólogos, entre otros profesionistas, te califica para obtener un crecimiento profesional y te beneficia con profesionalismo ejecutivo gracias a su multiplicidad de actividades.

Una empresa grande es una empresa en la cual se desarrollan las nociones personales, sociales, profesionales de manera “veloz” ya que hace observar un sinfín de actividades y se experimenta laboralmente con equipos multidisciplinarios en diferentes ámbitos sociales. Todo esto es debido a que una empresa grande es dotada de conocimientos y experiencias por la gran cantidad de obras y la cantidad de equipos que se encuentran actual e históricamente en la compañía, esto, hace que grandes ingenieros se formen profesionalmente y con buenas bases sean calificados para ser líderes en cualquier compañía o en su caso, fundar sus propias compañías como ha sucedido anteriormente en la historia de ICA.

El control de Proyecto es en la Ingeniería un área importante e indispensable debido a su composición en cualquier Proyecto, ya que se componen de recursos materiales, de equipos y humanos, así la clave del éxito impera en la organización de sus recursos y esto es logrado a través de la buena administración de sus cantidades, costos y calidad en el tiempo requerido con la seguridad adecuada.

En la Planeación del proyecto y su control radicarán en si un proyecto es rentable y esto es directamente proporcional a la dedicación del Control para la disminución del factor sorpresa imprevisto aumentando la probabilidad de éxito.

Formando parte de una Compañía tan grande se observan diversos aspectos que no se observan a menudo en diferentes empresas más pequeñas, como lo es el nivel de burocracia



jerárquica y se requiere de más pasos y se tienen más barreras para lograr distinguirse debido a la gran cantidad de empleados y los diversos departamentos que existen, así mismo no es fácil conocer a todos los trabajadores y es en ocasiones difícil familiarizarse con todos los encargados de las áreas, el nivel de formación es mayor debido a que las obras son más grandes y las exigencias crecen, esto se nota debido a que se recibe formación externa por parte de otras áreas aunque no se puede aplicar en muchas ocasiones debido a la misma cantidad de actividades y la división de funciones por área, el control administrativo y de calidad, la cantidad de obra ejecutada y la distribución de actividades que se genera es superior y se requiere de más personal para que se efectuó adecuadamente.

Esto se pudo notar incluso en la complejidad de los trabajos, es decir, en ocasiones se requería de tres o cuatro personas para realizar los números generadores de losas de acero ejecutadas durante un mes de actividades, y esta misma cantidad de personal debía ser colocada por parte de la supervisión y de la entidad para poder hacer las revisiones de manera correcta y en tiempo. De la misma manera el tiempo que se tardaba en hacer dichos generadores debía ser proporcional a la cantidad de obra ejecutada en el mismo lapso de tiempo para poder entregar Estimación en tiempo y forma y de esta manera poder facturar para seguir con el avance de obra con forme al proyecto, de tal manera que si en el programa de obra se pactó ejecutar un 20 % de obra total del proyecto y esto representaba un aproximado de 90 losas, entonces debía colocarse el material, la maquinaria, mano de obra, equipo y el personal administrativo necesario para ejecutarlo, lo que representaba aproximadamente cuatro frentes de trabajo, maquinaria pesada, maquinaria ligera, materiales necesarios y cientos de trabajadores así como la plantilla de personal administrativo necesario para ejecutarlo correctamente.

Por otra parte, las responsabilidades en ocasiones necesitan de más detalle y dedicación, ya que incluso en una obra pequeña las pérdidas por errores son fuertes para el empresario, así son correspondientes a la cantidad de una obra mayor donde las cantidades son mucho mayores, el movimiento de material y de maquinaria, así como el movimiento de personal puede ocasionar negligencia debido a la cantidad basta de personas que trabaja en el sitio y esto ocasionará múltiples accidentes.

Durante la permanencia en el puesto de Analista de Control de Proyecto se aprendieron múltiples conceptos sobre obra y administración, se conoció lo que se refiere una ejecución de obra pública, se trabajó en conjunto con múltiples áreas dentro y fuera de la compañía y se aprendió a lidiar con todo tipo de personas en todos los niveles sociales y hacer frente a las responsabilidades encargadas. Estos podrían ser algunos de los aspectos por los cuales es importante laborar en una obra y empresa grande.

Actualmente el NAICM se encuentra en el Finiquito de los trabajos y la obra se encuentra completamente detenida, la parte administrativa funciona únicamente para realizar el finiquito y dar por terminada la obra de manera legal.



Independientemente de la opinión económica, social y política, el Nuevo Aeropuerto es una obra que se debe realizar debido a la saturación del actual Aeropuerto. La ciudad sigue en crecimiento y un aeropuerto es un punto estratégico para el avance económico de un país. La suspensión y cancelación de dicho proyecto afectó gravemente ya que se encontraban trabajando miles de personas, se invirtió una cantidad gigantesca de dinero y tiempo y se sigue frenando el avance del país y la movilidad de aeronaves y servicios del aeropuerto hacia el exterior en otros países.



Bibliografía y Fuentes Consultadas

- ❖ Anuario 2007, UAM AZC. Finiquito de Obra, Arq. Alberto Ramírez Alférez
- ❖ Archipiélago. Inicios de la Aviación en México. México.
- ❖ Aviación Civil Internacional. Manual de Autoridades Aeronáuticas. Dirección General de Aeronáutica Civil.
- ❖ Encinas, R. A. (diciembre 2014), *El Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, Política, Negocios y Poder*. México.
- ❖ Geotecnia 247. (marzo-mayo 2018), Aspectos Geotécnicos de la Cimentación para el Edificio Terminal del NAIM. México. Editorial: Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica.
- ❖ Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México. Retos y Soluciones del NAIM. México.
- ❖ Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México. Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Avances y Perspectivas 2015-2016. México.
- ❖ Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas. (2000)
- ❖ M. en C. María Julia Calderón Sambarino. Gerencia del Proyecto del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México 2016. México.
- ❖ Mintzberg, H. (2007), *Planeación Estratégica*. Colombia. Editorial: Universidad Nacional de Colombia.
- ❖ NORMA INTERNACIONAL ISO 9001, Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos. Manual Internacional ISO.
- ❖ Organización de Aviación Civil Internacional. Planes Maestros, Conceptos de Planificación Aeroportuaria (Julio 2013). Manual Internacional. Editorial: OACI2009.
- ❖ Organización de Aviación Civil Internacional (Julio 2009). Aeródromos. Volumen 1 Diseño y operaciones de aeródromos. Manual Internacional. Editorial: OACI2009.
- ❖ Project Management Institute Inc. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), (2013). EE.UU. Editorial: Project Management Institute, Inc.



- ❖ Proyecto PAPIIT No. IN307114, “La Ciudad de México, su región y la Construcción y Operación del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México”, Facultad de Economía, UNAM.
- ❖ Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- ❖ Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Resumen ejecutivo del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México. México.
- ❖ Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Informe sobre Acciones Relevantes (enero 2013- diciembre 2017). México.
- ❖ <https://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/1231098-330/tocumen-se-podr%C3%ADa-beneficiar-con-cancelaci%C3%B3n-del-aeropuerto-de-ciudad-de-m%C3%A9xico>
- ❖ <http://www.contraloriadf.gob.mx/contraloria/cursos/OBRAS/paginas/est.php>
- ❖ <https://www.docsity.com/es/que-es-una-estimacion-de-obra/2538629/>
- ❖ <http://obrasweb.mx/construccion/2016/07/15/el-top-10-del-ranking-2016-de-las-100-constructoras>
- ❖ <https://www.realestatemarket.com.mx/articulos/infraestructura-y-construccion/11047-ica-una-empresa-que-ha-transformado-a-mexico#historia>
- ❖ <https://www.altonivel.com.mx/empresas/negocios/12-grandes-construcciones-de-ica-56651/>
- ❖ <https://www.economia.com.mx/ica.htm>
- ❖ <http://propiedades.com/blog/arquitectura-y-urbanismo/por-que-llego-ica-a-la-crisis>
- ❖ <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/que-es-el-concurso-mercantil-y-por-que-lo-pidio-ica>
- ❖ <https://expansion.mx/empresas/2018/03/05/ica-logra-acuerdo-y-sale-de-concurso-mercantil>
- ❖ <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/ICA-hara-drenaje-profundo-del-NAIM-20180531-0015.html>
- ❖ <http://www.eluniversal.com.mx/cartera/economia/ica-gana-licitacion-de-plataformas-del-naim>
- ❖ <https://www.mexicanbusinessweb.mx/108544/sct-licita-obra-losa-naicm/>
- ❖ <http://obrasweb.mx/construccion/2016/11/23/ica-busca-costruir-la-cimentacion-del-centro-de-transporte-del-naicm>



- ❖ <http://www.milenio.com/negocios/cimentacion-profunda-del-nuevo-aicm-con-un-avance-de-47>
- ❖ https://es.wikipedia.org/wiki/Aeropuerto_de_Texcoco#Antecedentes
- ❖ <https://cicm.org.mx/estiman-inversiones-para-el-naicm-por-35-mmdp-este-ano/>
- ❖ <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/inician-obras-de-nuevo-aicm-con-primer-paquete-de-licitaciones>
- ❖ <https://www.pasilloturistico.com/inicia-formalmente-el-proceso-de-cancelacion-del-naicm/>



Conceptos y Definiciones

Acreedor: Persona o Institución que realiza un préstamo y la cual establece condiciones para la cual se le devuelve el préstamo.

Aditivos Fluidizantes: Aditivo para mezclas de concreto el cual hace al concreto más plástico y fluido.

Aeródromo: Área definida por tierra o agua destinada a la total o parcial salida, llegada y movimiento de aeronaves.

Agregados No Reactivos: Arena y Grava

Agregados Reactivos: Concreto y Agua

Amortización: Pagos o cuotas que se entregan para liquidar intereses y reducir importes de deudas.

Análisis Geotécnico: Análisis de Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas y Geología del sitio.

Andamio: Armadura desmontable provisional para poder acceder a un sitio específico en la construcción.

APM: Automated People Moved, es el sitio de tránsito a pequeña escala.

Banco de Nivel: Punto en el plano de elevación conocida con referencias inamovibles.

Berma: Zona adyacente a una zanja o desnivel.

Bitácora: Notas escritas en forma cronológica actualizada regularmente con el fin de llevar un control.

Ceniza Volante: Residuos sólidos de combustión de los quemadores de termoeléctricas.

Cimentación: Bases o subestructuras cuya función es transmitir las cargas de los elementos superiores (Estructura) al terreno natural.



CompraNet: Sistema Electrónico de información pública-gubernamental de adquisiciones, arrendamientos, servicios, obras públicas y servicios relacionados con los mismos.

Concesión: Otorgamiento de una administración a particulares o empresas por periodo determinado con la licencia de explotar sus bienes o servicios.

Conciliación: Acordar o convenir acuerdos entre diferentes partes con el fin de terminar disputas o finalizar desacuerdos.

Concurso Mercantil: Etapa de una empresa en el cual una compañía o un comerciante trata de evitar la quiebra mediante un proceso de conciliación.

Consorcio: Grupo de asociados de individuos o grupos.

Cople: Piezas hechas de diferentes tipos de materiales cuya función es unir dos piezas mediante una conexión.

Densidad: Relación entre la masa y el volumen que ocupa un material, cualidad de ser “denso” significa acumulación de grandes cantidades de masa por unidad de área.

Diario Oficial de la Federación: Periódico Oficial del Gobierno cuyas publicaciones son referidas a leyes, reglamentos, acuerdos, circulares, órdenes y demás actos expedidos por los poderes de la federación.

Encofrado: Sistema de moldes temporales o permanentes cuya función es dar forma al concreto o a materiales similares.

Entrepiso: Elementos rígidos que separan un piso de otro, contruidos monolíticamente con apoyo de vigas y columnas.

Esfuerzo a Cortante: Esfuerzo interno en un elemento cuya resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de dicho elemento.

Esfuerzo a Flexión: Deformación por un momento flector que presenta un elemento estructural en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.



Estructura: Conjunto de elementos que conforman un sistema.

Fallo: Decisión final de un tribunal.

Fideicomiso: Acto jurídico en el cual se le entrega a un titular los activos para que ésta los administre en beneficio de un tercero.

Fideicomitente: Persona física o moral que constituye un Fideicomiso, destinando bienes y derechos necesarios para el cumplimiento de un fin de tal manera que transmite la titularidad de dichos bienes y derechos a dicha institución.

Fiduciaria: Persona física o moral que administra económicamente los bienes de un tercero.

Finiquito: Documento en el que se le pone fin a la relación laboral entre dos partes.

Fonil: Estructura en forma de cono con un extremo más estrecho que otro, comúnmente el inferior.

Fotocelda: Dispositivo electrónico que es capaz de producir una pequeña cantidad de corriente eléctrica al ser expuesta a energía lumínica.

Geomalla Triaxial: Tipo de malla que refuerza un material con el fin de estabilizar el terreno donde se coloque.

Humo de Silice: Subproducto que se origina con la reducción de cuarzo utilizado para agregar resistencia al concreto.

Infraestructura: Elementos o servicios que son considerados como necesarios para un país de tal manera que sirven como soporte para el desarrollo de otras actividades económicas.

Licitación: Sistema público en el cual una organización publica una necesidad por el cual solicita ofertas que satisfagan dicha necesidad con el fin de seleccionar una.

Losa: Placa de concreto apoyada sobre una estructura la cual reparte cargas sobre apoyos o columnas.



Manto Acuífero: Estrato geológico permeable compuesto de diferentes materiales el cual permite la circulación o almacenamiento de agua subterránea por sus espacios.

Muestreo Alterado: Aquellas muestras que solo conservan algunas propiedades del terreno en su estado natural debido a su manipulación.

Muestreo Inalterado: Aquellas muestras del terreno que conservan teóricamente las mismas propiedades que tiene el terreno original.

Nivel de Aguas Freáticas (NAF): Nivel superior de agua en el terreno y se encuentra cuando el suelo se encuentra en estado saturado.

Penetración con Cono: Método geotécnico que funciona para evaluar las condiciones estratigráficas del suelo, consistiendo en un cono que se introduce al suelo a una velocidad controlada.

PHVA: También conocido como ciclo de Deming, evalúa la mejora continua en la calidad en cuatro pasos (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

PIB: Magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país.

Pilote: Elemento de construcción utilizado para la cimentación de obras, consiste en un elemento longitudinal con sección geométrica que permite trasladar las cargas superiores a un estrato de suelo.

Precio Alzado: Tipo de contrato de obra mediante el cual se ejecuta en beneficio de otra mediante el cual se obliga a pagar por ella un precio determinado en una obra concluida y ejecutada.

Precio Unitario: Importe por concepto terminado y ejecutado conforme a proyecto, integrado por costos directos (mano de obra, materiales y maquinaria), costos indirectos (gastos administrativos), costos por financiamiento, utilidades y cargos adicionales como impuestos o gastos).



Presión de Poro: Presión hidrostática en una columna de agua desde la profundidad de la formación hasta el nivel del mar.

Programa de Ejecución: Plan mediante el cual se cronograma y se tiene determinado el tiempo, costo y todos los elementos que intervienen en el proceso de operación de determinado proyecto.

Residente: Representante Profesional elegido por propietario como representante del seguimiento y control de obra.

Retardante de Fraguado: Elemento que disminuye el proceso de endurecimiento del concreto.

Revestimiento: Cobertura de un material con el cual se cubre una superficie determinada.

Sondeo Exploratorio: Exploración de un terreno mediante perforaciones o investigaciones con el fin de conocer datos sobre las condiciones subterráneas.

Subestructura: Conjunto de elementos dispuestos por debajo del nivel del terreno natural.

Sulfato: Constituidos en su mayoría por sales, se generan a partir de una base y un ácido sulfúrico.

Superintendente: Representante de un contratista el cual se encarga de la supervisión, coordinación, ejecución y finalización de una determinada obra.

Tablaestaca: Elemento metálico o de madera que se hincan en el terreno con el fin de apuntalar una excavación, impedir el paso de agua y su finalidad es la retención de terreno.

Talud: Pendiente en un terreno o una superficie.

Tecnología BIM: (Building Information Modeling) Es un proceso de generación y gestión de datos de un proyecto determinado mediante el cual se procesan datos para el modelado de edificaciones con el fin de procesar información y mejorar tiempos, recursos y componentes en la ejecución de una obra.



Tezontle: Tipo de roca de origen volcánico de textura burbujeada y porosa la cual tiene propiedades como conservar calor, no es permeable ni aislante y se utiliza como relleno de terracerías.

Trabe: Elemento estructural que funciona para reforzar y darle firmeza a una construcción.

Traslape: Corresponde a la acción de colocar dos partes de dos elementos con el fin de darle continuidad a un elemento.

Utilidad: Ganancia neta que percibe una entidad debido a las ganancias recibidas.

Zona Lacustre: Sitio en el cual los sedimentos tienen características propias a las de un lago.