



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

ESCUELA DE ARTE Y DISEÑO

PRÁCTICA PROFESIONAL

ESTRUCTURAS DE ACERO

INMSA ARGO INTERNATIONAL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

ARQUITECTA

PRESENTADO POR:

21411311

ANDREA MIRANDA SUAZO

ASESOR: ARQ. YOHANDY RODRÍGUEZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA;

DICIEMBRE, 2019

AUTORIZACIÓN

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)
San Pedro Sula, Cortés

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Andrea Esther Miranda Suazo, de San Pedro Sula autora del trabajo de práctica profesional titulado: Estructuras de Acero, presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Arquitecta, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 17 días del mes de diciembre de dos mil diecinueve.

17 de Diciembre de 2019

Andrea Esther Miranda Suazo
Nº de cuenta 21411311

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Escuela de Arte y Diseño y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Arq. Yohandy Rodríguez Pereira

Sub Directora académica Escuela de Arte y Diseño/
Jefa académica Arquitectura.

EA&D, UNITEC, SPS.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe busca exponer el trabajo realizado y los conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de la práctica profesional a lo largo de 10 semanas, realizada en la empresa hondureña INMSA ARGO INTERNATIONAL S.A. DE C.V (I.A.I), que ejecuta proyectos de mediana y gran envergadura en el ámbito de la construcción centrándose en edificaciones industriales y comerciales implementando estructuras de acero.

La información contenida en este trabajo se encuentra estructurada por incisos, donde, primeramente, se da a conocer los inicios y actualidad de I.A.I, describiendo los servicios y sectores en los cuales opera la empresa y sus procesos productivos, así mismo, se dan a conocer datos estadísticos sobre la industria siderúrgica en Latinoamérica y Honduras, su crecimiento y consumo en los países que la conforman, evidenciando la importancia de dicho material en la construcción hondureña en la actualidad y descubriendo la forma de abastecimiento de acero y materiales de construcción en I.A.I, para luego adentrarse al tema de estructuras de acero describiendo los elementos constructivos mayormente utilizados en los proyectos ejecutados por I.A.I diferenciándolos entre perfiles laminados y ensamblados conociendo la función de cada perfil o elementos, los tipos de uniones para las estructuras de acero pudiendo ser uniones por pernos o uniones por soldadura, y la variedad comercial en el país de los mismos, no dejando de lado la importancia de observar el panorama de la realidad de otras empresas de este segmento tales como Grupo Recal, Integralia e Instatel a nivel de Latinoamérica y Alanza, Indumeco y Honduacero como empresas nacionales, permitiendo comprender el funcionamiento de los grandes proyectos que estas ejecutan mediante procesos innovadores y tecnológicos que les ha permitido mayor eficacia y eficiencia en el proceso de producción y montaje de las estructuras de acero y que perfectamente pueden ser adaptados por parte de I.A.I para un mejor desarrollo de sus actividades laborales.

A su vez, se indaga en el predimensionamiento de estructuras que permita la toma de decisiones al momento de proponer elementos estructurales en los diseños arquitectónicos o de ingeniería, e igualmente, conocer la representación correcta para la conformación de planos de taller y planos

estructurales por medio del trabajo de práctica realizado, recopilado en 8 capítulos, detallando cada una de las tareas realizadas en cada semana planificadas por medio del diagrama de Gantt. Cada capítulo describe el proceso de diseño y ejecución de planos arquitectónicos, planos de montaje, planos de fabricación y esquemas de fabricación de los elementos que conforman la estructura de acero para proyectos con variedad de tipología, como ser la estación de servicio de Texaco Goybi, proyecto a realizarse en la ciudad de San Pedro Sula y que es propiedad de Inversiones Santa Ana que comprende un canopy mayor, un canopy menor, una tienda de conveniencia y un edificio de supervisores; así mismo el diseño de un andén para una nave industrial de la empresa mexicana CEMIX, el diseño estructural para una nave industrial de café para la empresa LDC, a construirse en Villanueva, Cortés, el proceso de levantamiento del salón Emprendedores ubicado en Expocentro y que es propiedad de la Cámara de Comercio e Industrias de Cortés, así como el diseño de un tanque metálico elevado de capacidad 100,000 gls. propiedad de la inmobiliaria OPM el cual sería una manera de abastecimiento para el proyecto habitacional Valle Escondido en la ciudad de San Pedro Sula y una vivienda unifamiliar a ubicarse en Residencial Campisa de la misma ciudad, propiedad del señor Wilmer Fernández.

Todos estos proyectos han requerido de un detallado proceso de requisado de materiales donde se toma en cuenta tanto la cantidad de elementos, sus materiales, dimensiones, y el cálculo de pesos y áreas, permitiendo una adecuada utilización del material y dando una pauta a los demás departamentos laborales de la empresa para la contratación de personal y proveedores para cada proyecto.

Todo el periodo de práctica, de la mano con el desarrollo investigativo llevado a cabo, han permitido conocer y aprender a profundidad el área estructural de proyectos arquitectónicos y de ingeniería, tanto en los procesos de diseño y producción de los elementos y las estructuras de acero, como en la parte de cálculos matemáticos que son necesarios para lograr un adecuado funcionamiento de los mismos y además, eficiencia en el uso de materia prima, proveedores y talento humano.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN	I
HOJA DE FIRMAS.....	II
RESUMEN EJECUTIVO	III
GLOSARIO	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
III. MARCO CONTEXTUAL	3
3.1. Generalidades de la empresa.....	3
3.1.1. Ubicación.....	3
3.1.2. Visión y misión de la empresa.....	4
3.1.3. Organigrama de la empresa.....	4
3.2. Descripción del Departamento de Diseño y Desarrollo.....	6
3.3. Antecedentes del problema	6
IV. MARCO TEÓRICO	8
4.1. Acero	9
4.2. Producción y consumo del acero	9
4.2.1. Producción y consumo en américa latina	11
4.3. Obtención de materia prima	13

4.3.1.	Proveedores de concreto y bloques.....	15
4.3.2.	Proveedores de tubería de pvc	15
4.3.3.	Proveedores de productos de acero en general	15
4.3.4.	Proveedores de productos de construcción en general.....	15
4.3.5.	Proveedores de cerámicas, porcelanato y pulidos.....	15
4.3.6.	Proveedores de aislantes	16
4.3.7.	Proveedores de madera	16
4.3.8.	Transporte de estructuras	16
4.3.9.	Agentes aduaneros.....	16
4.3.10.	Otros proveedores	16
4.4.	Diseño de estructuras de Acero	17
4.4.1.	Diferencias entre perfiles laminados en caliente y perfiles ensamblados.....	18
4.4.2.	Geometría de los perfiles de acero y sus usos	19
4.4.3.	Tipos de uniones.....	21
V.	METODOLOGÍA.....	33
5.1.	Fuentes de Información.....	33
5.1.1.	Referentes Latinoamericanos.....	33
5.1.2.	Referentes nacionales	41
5.2.	Cronología de trabajo	45
VI.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....	47
6.1.	Especificación de las responsabilidades.....	47
6.1.1.	Diseño arquitectónico.....	47
6.1.2.	Diseño y cálculo de estructuras para edificaciones industriales y comerciales	48

6.2.	Capítulo I. Semanas del 09 al 22 de Octubre	49
6.2.1.	Vivienda Unifamiliar en Residencial Campisa	49
6.2.2.	Estación de Servicio Texaco Goybi.....	56
6.3.	Capítulo II. Semana del 23 al 29 de octubre	70
6.3.1.	Vivienda Unifamiliar Residencial Campisa	70
6.3.2.	Estación de servicio Texaco Goybi	70
6.3.3.	Anden para nave industrial, CEMIX	76
6.4.	Capítulo III. Semana del 30 de octubre al 5de noviembre.....	80
6.4.1.	Vivienda unifamiliar en residencial campisa.....	80
6.4.2.	Tienda de conveniencia, Texaco Goybi	82
6.5.	Capítulo IV. Semana del 6 al 12 de noviembre	87
6.5.1.	Vivienda Unifamiliar Residencial Campisa	87
6.5.2.	Estación de servicio Texaco Goybi	87
6.5.3.	Diseño de estructura para nave industrial para LDC.....	94
6.5.4.	Propuesta para oferta de estructura de acero para nave de almacenamiento.....	96
6.6.	Capítulo V. Semana del 13 al 19 de noviembre	99
6.6.1.	Levantamiento de Salón Emprendedores, CCIC	99
6.6.2.	Diseño de Tanque metálico capacidad 100,000 gls., Inmobiliaria OPM.....	102
6.7.	Capítulo VI. Semana del 20 al 27 de noviembre	107
6.7.1.	Estación de servicio Texaco Goybi	107
6.7.2.	Diseño de Tanque metálico cap. 100,000 Gls., Inmobiliaria OPM.....	113
6.8.	Capítulo VII. Semana del 27 noviembre al 3 de diciembre.....	122
6.8.1.	Diseño de Tanque metálico cap. 100,000 Gls., Inmobiliaria OPM.....	122

6.9.	Capítulo VIII. Semana del 4 al 10 de Diciembre	131
6.9.1.	Tanque Metálico cap. 100,000 Gls., Inmobiliaria OPM	131
6.10.	Capítulo IX. Semana del 11 al 14 de diciembre	143
6.10.1.	Canopy de servicio, Texaco Goybi.....	143
VII.	CONCLUSIONES	151
VIII.	RECOMENDACIONES.....	152
8.1.	Recomendaciones a UNITEC	152
8.2.	Recomendaciones a Inmsa Argo International	152
IX.	CONOCIMIENTOS APLICADOS	153
X.	VALORACIÓN DE LA PRÁCTICA	154
BIBLIOGRAFÍA		156

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Mapa de ubicación de la empresa.....	3
Ilustración 2:	Organigrama de Procesos	5
Ilustración 3:	Volumen de la demanda mundial de acero de 2016 a 2020, por región (Mt)	10
Ilustración 4:	Posición de los países de América Latina en el <i>ranking</i> de infraestructura de Informe Global de Competitividad.....	11
Ilustración 5:	América Latina: Comercio Siderúrgico en 2016.....	12
Ilustración 6:	América Latina: Comercio Siderúrgico en 2017.....	13
Ilustración 7:	Formulario para evaluación de proveedores de I.A.I.....	14
Ilustración 8:	Perfiles de acero más comerciales.....	17

Ilustración 9: Perfiles obtenidos en frío	18
Ilustración 10: Perfil W10x45 con sus dimensiones en milímetros.....	19
Ilustración 11: Perfil C.....	20
Ilustración 12: Perfil Angulo L.....	21
Ilustración 13: Partes de un tornillo o perno	22
Ilustración 14: Perno de anclaje tipo J.....	23
Ilustración 15: Tipos de pernos embebidos	24
Ilustración 16: Detalle de anclaje de joist en columna por medio de pernos de doble roscado ..	25
Ilustración 17: Soldaduras típicas.....	27
Ilustración 18: Tipos de soldaduras.....	28
Ilustración 19: Tipos de uniones para soldadura	28
Ilustración 20: Variación de bisel para soldadura	29
Ilustración 21: Plano de fabricación de vigas metálicas	30
Ilustración 22: Esquema de fabricación de patines.....	31
Ilustración 23: La Gran Torre, Santiago de Chile	34
Ilustración 24: Oficinas y planta de fabricación de Grupo Recal, Jalisco, México.....	35
Ilustración 25: Servicio de ingeniería de detalle de Grupo Recal.....	36
Ilustración 26: Proyectos industriales más recientes ejecutados por Grupo Repal.....	36
Ilustración 27: Proyectos comerciales iniciados en 2018 por Grupo Recal	37
Ilustración 28: Estación Santa Fe, Tren Interurbano, Ciudad de México	37
Ilustración 29: Oficinas de Integralia, España	38
Ilustración 30: Proyectos ejecutados por Integralia.....	39
Ilustración 31: Modelo 3D generado por Integralia.....	39

Ilustración 32: Fabricación de estructuras de acero en planta de Integralia	40
Ilustración 33: Proyectos industriales realizados por INDUMECO	43
Ilustración 34: Proyectos llevados a cabo por HonduAcero	44
Ilustración 35: Modelo 3D de Edificio Trapiche en Software RISA por HonduAcero	44
Ilustración 36: Planta de conjunto, Residencia Wilmer Fernández.....	50
Ilustración 37: Plantas Arquitectónicas, Residencia Wilmer Fernández.....	51
Ilustración 38: Plantas constructivas, Residencia Wilmer Fernández.....	52
Ilustración 39: Planta de cimentación y detalles constructivos	54
Ilustración 40: Elevación principal y lateral derecha, Residencia Wilmer Fernández.....	55
Ilustración 41: Elevación posterior y lateral izquierda, Residencia Wilmer Fernández	55
Ilustración 42: Planta estructura de techo y sección C-C, Canopy mayor	57
Ilustración 43: Secciones estructurales, Canopy mayor.....	57
Ilustración 44: Detalles estructurales, Canopy mayor.....	58
Ilustración 45: Plano de fabricación de vigas metálicas, canopy mayor	59
Ilustración 46: Plano de fabricación vigas voladizo implementando perfil W14x34	59
Ilustración 47: Plano de fabricación de columnas Ø18", Canopy mayor	60
Ilustración 48: Esquema de Fab. de Capote	61
Ilustración 49: Esquema de Fab. Sag-rod.....	63
Ilustración 50: Esquema de fab. de fijadores	64
Ilustración 51: Esquema de Fab. Orejas	64
Ilustración 52: Esquema de fab. de tensores	65
Ilustración 53: Plano de fabricación de viguetas de techo.....	66
Ilustración 54: Resumen de cantidades de obras, vigas y columnas, Canopy mayor	67

Ilustración 55: Resumen cantidades de obra, columnas, Canopy	67
Ilustración 56: Resumen de material a requisar, revisión de vigas de acero	68
Ilustración 57: Material a requisar para elementos de techo, Canopy.....	68
Ilustración 58: Lista de Envío, Canopy	69
Ilustración 59: Revisión 1 de Columnas, Canopy	70
Ilustración 60: Revisión 1 de esquema de fabricación de placa tapón.....	72
Ilustración 61: Revisión 2 de esquema de fabricación de placa tapón, Canopy	72
Ilustración 62: Creación de artículo en Open Orange	73
Ilustración 63: Receta para joist de fascia F2B	74
Ilustración 64: Receta rápida de tubo estructural para joist de fascia F2B.....	74
Ilustración 65: Receta madre en Open Orange, Canopy de Servicio.....	75
Ilustración 66: Orden de Trabajo para Canopy de Servicio, Open Orange.....	75
Ilustración 67: Área de descarga y almacén en nave industrial, CEMIX	76
Ilustración 68: Área de descarga y almacén en nave industrial, CEMIX	77
Ilustración 69: Plano de Montaje con planta de forro y elevaciones, Anden, CEMIX	78
Ilustración 70: Imágenes fotorrealistas de propuesta de andén, CEMIX	79
Ilustración 71: Imágenes fotorrealistas de propuesta de andén, CEMIX	79
Ilustración 72: Modelado 3D en Revit, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández.....	80
Ilustración 73: Planta de conjunto Revisión 1, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández.....	81
Ilustración 74: Plantas arquitectónicas Revisión 1, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández.....	81
Ilustración 75: Modelado 3D en Sketchup, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández.....	82
Ilustración 76: Planta estructural de techo, Tienda de conveniencia.....	83
Ilustración 77: Secciones estructurales, Tienda de conveniencia.....	83

Ilustración 78: Plano para fabricación de columnas, Tienda de conveniencia.....	84
Ilustración 79: Fabricación de viga joist, Tienda de conveniencia	85
Ilustración 80: Fabricación de marco estructural, Tienda de conveniencia.....	86
Ilustración 81: Fabricación de marco estructural, Tienda de conveniencia.....	87
Ilustración 82: Esquema de fabricación de sag-rods para tienda de conveniencia	88
Ilustración 83: Esquema de fijadores de techo para tienda de conveniencia	89
Ilustración 84: Esquema de fabricación de orejas para tienda de conveniencia.....	90
Ilustración 85: Esquema de fabricación de tensores de techo para tienda de conveniencia.....	91
Ilustración 86: Esquema de fabricación de placas de anclaje para tienda de conveniencia.....	92
Ilustración 87: Esquema para la fabricación de pernos tipo J para tienda de conveniencia	93
Ilustración 88: Planta Arquitectónica para la nave de almacenamiento	94
Ilustración 89: Modelo 3D como base para diseño de estructura para nave de almacenamiento	95
Ilustración 90: Propuesta para oferta de planta de cimentación para nave de almacenamiento.	96
Ilustración 91: Planta estructural de techo, nave de almacenamiento, LDC.....	98
Ilustración 92: Planta de ubicación de columnas, nave de almacenamiento, LDC.....	99
Ilustración 93: Herramientas de medición.....	100
Ilustración 94: Primer lectura de planos arquitectónicos antes de levantamiento	101
Ilustración 95: Modificaciones realizadas dentro del Salón Emprendedores recientemente	101
Ilustración 96: Interior del Salón de Emprendedores, Expocentro	102
Ilustración 97: Planta de cimentación para construcción de tanque elevado, Inmobiliaria OPM	104
Ilustración 98: Plano de elevación, planta y detalles constructivos	105
Ilustración 99: Detalles constructivos de tanque elevado, Inmobiliaria OPM	106
Ilustración 100: Plano de armado de torre y tanque, Inmobiliaria OPM	107

Ilustración 101: Esquema de fabricación de placa de anclaje, canopy menor.....	108
Ilustración 102: Funcionamiento del grout de nivelación en anclajes	108
Ilustración 103: Fabricación de plantilla de anclaje 1PLT1, canopy menor	109
Ilustración 104: Fabricación de plantilla de anclaje 1PLT2, canopy menor	110
Ilustración 105: Fabricación de plantilla de anclaje 1PLT3, canopy menor	110
Ilustración 106: Esquema de fabricación de pernos de anclaje, canopy menor	111
Ilustración 107: Plano de fabricación de perlines de techo para canopy mayor	112
Ilustración 108: Plano de fabricación de perlines de techo para tienda de conveniencia y edificio de supervisores.....	113
Ilustración 109: Plano de fabricación de columnas para torre de tanque elevado, Inmobiliaria OPM	114
Ilustración 110: Plano de fabricación de arriostres para torre de tanque elevado, Inmobiliaria OPM	115
Ilustración 111: Plano de fabricación de crucetas para torre de tanque elevado, Inmobiliaria OPM	116
Ilustración 112: Esquema de fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM.....	117
Ilustración 113: Esquema 11 de corte para fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM.....	118
Ilustración 114: Esquema de fabricación de crucetas, Inmobiliaria OPM.....	118
Ilustración 115: Esquema 13 de corte para fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM.....	119
Ilustración 116: Esquema 14 de corte para fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM.....	119
Ilustración 117: Esquema 15 de corte para fabricación de crucetas, Inmobiliaria OPM.....	120
Ilustración 118: Plano de fabricación de cúpula para tanque elevado, Inmobiliaria OPM.....	121
Ilustración 119: Plano de fabricación de fondo para tanque elevado, Inmobiliaria OPM.....	121
Ilustración 120: Esquema de fabricación de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.....	122

Ilustración 121: Esquema de fabricación de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.....	123
Ilustración 122: Esquema de corte de elementos de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.	124
Ilustración 123: Esquema de corte de elementos de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.	124
Ilustración 124: Esquema de fabricación de elementos de techo de tanque elevado	126
Ilustración 125: Esquema para corte de lámina, elementos de techo de tanque.....	127
Ilustración 126: Esquema para corte de lámina, elementos de techo de tanque.....	127
Ilustración 127: Esquema de fabricación de elementos de fondo de tanque elevado.....	128
Ilustración 128: Esquema para corte de lámina, elementos de fondo de tanque.....	129
Ilustración 129: Esquema para corte de lámina, elementos de fondo de tanque.....	129
Ilustración 130: Ingreso de elementos de cuerpo en receta a Open Orange	130
Ilustración 131: Ingreso de elementos compuestos a receta madre.....	130
Ilustración 132: Actualización de orden de trabajo para tanque elevado.....	131
Ilustración 133: plano para la fabricación de escalera exterior para tanque elevado.....	132
Ilustración 134: plano para la fabricación de escalera exterior para tanque elevado.....	133
Ilustración 135: Plano para la fabricación de escalera interna en tanque elevado	133
Ilustración 136: Esquemas de fabricación de elementos de escalera externa	134
Ilustración 137: Esquemas de fabricación de elementos de escalera externa	135
Ilustración 138: Plano de fabricación de manhole de techo.....	136
Ilustración 139: Esquemas de fabricación de elementos de manhole de techo	136
Ilustración 140: Esquemas de fabricación de elementos de manhole de techo	137
Ilustración 141: Esquema de fabricación de agarraderas para manhole de techo	137
Ilustración 142: Plano de fabricación de accesorio de tanque elevado	138
Ilustración 143: Plano de fabricación de barandal para tanque elevado.....	139

Ilustración 144: Resumen de materiales para requisar anclajes y cuerpo de tanque	140
Ilustración 145: Resumen de materiales para requisar elementos de torre de tanque.....	140
Ilustración 146: Resumen de materiales para requisar elementos fondo y techo	141
Ilustración 147: Resumen de materiales para requisar para escaleras y manhole	141
Ilustración 148: Lista de envío de elementos estructurales para tanque.....	142
Ilustración 149: Trazo de líneas guías para diseño de canal aguas lluvias.....	143
Ilustración 150: Perfil inicial de canal 1	144
Ilustración 151: Esquema de fabricación de canal 1	146
Ilustración 152: Esquema de fabricación de canal 2.....	147
Ilustración 153: Esquema de fabricación de canal 3	147
Ilustración 154: Esquema de fabricación de canal 4.....	148
Ilustración 155: Esquema de fabricación de canal 5.....	148
Ilustración 156: Esquema de fabricación de canal 6.....	149
Ilustración 157: Plano de fabricación de armado de canal aguas lluvias.....	149
Ilustración 158: Esquema de corte de lámina para canal aguas lluvias.....	150
Ilustración 159: Esquema de corte de lámina para canal aguas lluvias.....	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Identificación de tornillos o pernos estructurales.....	23
Tabla 2: Cuadro de tipos de puertas.....	53
Tabla 3: Cuadro de tipos de ventanas.....	53

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Desarrollo para cálculo de lámina	62
Ecuación 2: Desarrollo de capote.....	62
Ecuación 3: Desarrollo de fijadores	63
Ecuación 4: Cálculo de lámina para el desarrollo de fijadores.....	89
Ecuación 5: Desarrollo de cálculo para varilla de perno tipo J	94
Ecuación 6: Cálculo de arco para elementos de techo y fondo de tanques.....	125
Ecuación 7: Cálculo de arco para de techo TO1	126
Ecuación 8: Desarrollo para el cálculo de lámina para fabricación de canal	144
Ecuación 9: Desarrollo de cálculo para perfil inicial de canal 1	145
Ecuación 10: Comprobación de longitud de desarrollo.....	145

GLOSARIO

1. **Aletas:** partes exteriores de los perfiles W, WT, C, Z y a los lados de los ángulos.
2. **Alma llena:** se refiere a los elementos estructurales que presentan una unión continua entre las diferentes partes de la sección transversal.
3. **Alma:** nombre que se le da a la parte de un perfil que une las aletas.
4. **Arandela:** (*Washer* en inglés). Elemento de montaje con forma de disco delgado con un agujero usualmente en el centro llamado corona circular, y siendo su uso más frecuente el sentar tuercas y cabezas de tornillos soportando la carga de apriete.
5. **Arriostre:** elemento estructural que tiene la función de arriostar o rigidizar la estructura evitando de forma parcial los desplazamientos o deformaciones en las estructuras.
6. **Bisel:** corte oblicuo en el borde de una superficie.
7. **Channel:** perfil acanalado elaborado en acero laminado en caliente para necesidades industriales y de la construcción donde las propiedades mecánicas sean críticas para un buen desempeño.
8. **Chapa:** lámina delgada de acero que se emplea en construcciones y que generalmente tiene de 1 a 12 milímetros de espesor.
9. **Cruceta:** sistema de arrostramiento entre los miembros de un pórtico en el que las diagonales se cruzan para estabilizarlo contra las fuerzas laterales.
10. **Desaladora:** instalaciones industriales destinadas a la desalinización, generalmente del agua de mar o de lagos salados, para obtener agua potable.
11. **Electrodo:** conductor eléctrico que se utiliza para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito. En soldadura el electrodo sirve como polo del circuito y en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos también sirve como material fundente.
12. **Niple:** pieza cilíndrica con rosca en sus extremos que sirve para empalmar dos tuberías de igual o distinto diámetro.
13. **Oreja de Izaje:** elementos de sujeción que se encuentran soldadas al tanque con la principal función de dar los puntos de apoyo para que el tanque pueda ser elevado para su transportación hacia el sitio de instalación.

14. **Patín:** parte inferior y superior de un perfil o viga que son horizontales, resistentes a la flexión y encargados de regir la anchura.
15. **Perlin:** (*Purling* en inglés). Elemento fabricado con lámina doblada en frío uniendo dos perfiles con sección C o Z.
16. **Requisar:** se refiere a adquirir, inspeccionar, revisar.
17. **Rolado:** proceso que se le da a una lámina metálica donde se crea una onda por medio del radio de rolado.
18. **Sag-rod:** varilla empleada como correa con su profundidad en ángulo recto con respecto a la inclinación del techo para evitar el hundimiento de una viga de acero de banda abierta.
19. **Sandblast:** proceso de limpieza con chorro de arena usado para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies previo a la aplicación de un recubrimiento.

I. INTRODUCCIÓN

La industria siderúrgica es uno de los pilares del desarrollo económico y social de América Latina, y a pesar de que esta se ha visto en competencia en los últimos años por las grandes importaciones de acero fabricado en China, son muchas las empresas y los gobiernos que le apuestan a la producción nacional de sus países buscando soluciones que beneficien tanto a los productores nacionales como a las empresas que consumen este producto.

Sin duda alguna, el acero ha llegado a revolucionar los sistemas de construcción, teniendo cientos de elementos derivados del mismo, por lo cual se hace indispensable el conocimiento de su comportamiento y composición, sus aplicaciones en la construcción, las características y especificaciones de los elementos empleados en las edificaciones, así como las ventajas y desventajas del material, pues de esta manera, el Arquitecto y/o Ingeniero sabrá qué es más conveniente implementar al momento de diseñar una estructura o edificio según su contexto y función.

No hay que dejar de lado, la importancia que tiene el conocer las normas por las que se rige la construcción en Honduras, así como normas y manuales internacionales que aseguran la calidad de las estructuras de acero, y los cuales deben ser una guía en los procesos de diseño, producción y construcción de las estructuras metálicas.

Es por esto que en el presente informe se indaga en cada uno de los temas mencionados por medio de la búsqueda de referentes latinoamericanos y nacionales que permitan comparar sus procesos y dimensión de proyectos con los de I.A.I identificando las debilidades y oportunidades de mejora de la empresa, así también dando un panorama de la actualidad de las compañías siderúrgicas, aportando a su vez un sustento teórico sobre el diseño de elementos y estructuras de acero que respalde las decisiones y actividades realizadas a lo largo del periodo de práctica profesional descritas en 8 capítulos, contenido que servirá de referencia sobre el tema de estructuras de acero a los estudiantes de Arquitectura e Ingeniería Civil.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Lograr la vinculación de los conocimientos adquiridos en la academia con el desempeño profesional, respetando la formación ética para resolver desafíos profesionales.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1. Desempeñar eficazmente los conocimientos y habilidades adquiridos durante la formación académica en Arquitectura.
- 2.2.2. Interactuar en el ámbito laboral de forma tal que al realizar tareas en contacto con profesionales se genere un intercambio de ideas cuyo resultado sea enriquecedor.
- 2.2.3. Comprender el funcionamiento de una oficina en el contexto de producción arquitectónica en Honduras.

III. MARCO CONTEXTUAL

3.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

INMSA ARGO INTERNATIONAL, es una empresa hondureña dedicada al diseño y la construcción desde 1973, ofreciendo soluciones en obras y proyectos dentro del país y a nivel internacional.

Cuenta con certificaciones ISO 9001:2015 y NTC OHSAS 18001:2007, y además certificación en el personal que labora en área de campo y planta cumpliendo con las expectativas de calidad, seguridad industrial y preservación del medio ambiente que los clientes y empleados esperan y merecen.

Dentro de sus servicios se encuentra el diseño de anteproyectos y proyectos definitivos de edificios comerciales, industriales y construcción vertical, elaborando recorridos virtuales 3D, diseño arquitectónico, modelos estructurales, planos eléctricos y electromecánicos, planos hidrosanitarios, planos HVAC y de sistema de protección contra incendios; así como servicios de construcción, y desarrollo de proyectos como contratista general, contando con 15,000 mts2 de instalaciones propias para la pre-fabricación de: Edificios industriales, edificios de acero verticales y comerciales, tanques de acero bajo especificaciones API, AWWA, UL58, UL1746, puentes peatonales y vehiculares en estructura de acero, proyectos de energía renovable, hidroeléctricos, biomasa, entre otros.

3.1.1. UBICACIÓN.

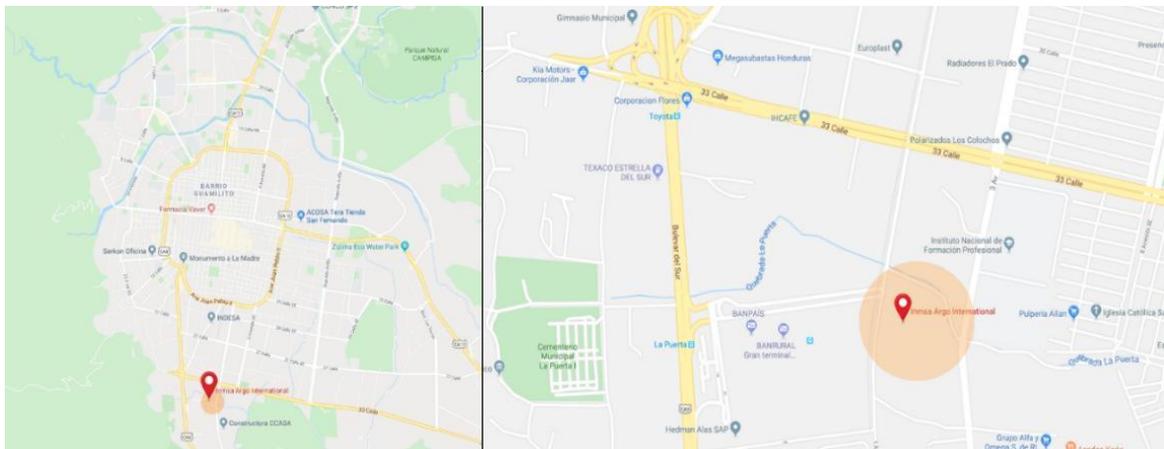


Ilustración 1: Mapa de ubicación de la empresa

Fuente: (A. Miranda, 2019)

Las oficinas y planta de la empresa se encuentran ubicadas en la ciudad de San Pedro Sula, Zona el Cacao, 1 Avenida Sur, detrás de la gran Terminal Metropolitana de Buses.

3.1.2. VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA.

3.1.2.1. Misión.

INMSA ARGO INTERNATIONAL (2019) se propone:

Ampliar nuestro liderazgo competitivo, contando con un equipo de profesionales bien entrenados y altamente motivados. La generación de óptimos resultados financieros, orientados al crecimiento sostenible y a mejorar la calidad de vida del personal de la empresa, al tiempo que nos convertimos en miembros positivos de las comunidades que servimos.

3.1.2.2. Visión.

INMSA ARGO INTERNACIONAL (2019) busca:

Mantenerse como empresa líder en su campo, certificada bajo normativa ISO y otras de renombre internacional, que la respalden como el mejor fabricante de estructuras de acero y como la mejor opción en Centro América para ejecutar grandes complejos industriales en beneficio de nuestros clientes y de nuestro personal. Estaremos así en la mejor posición para desarrollar oportunidades de expansión en mercados de exportación considerados clave para productos de acero fabricados por mano de obra intensiva.

3.1.3. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.

INMSA ARGO INTERNATIONAL (ver Ilustración 2), se encuentra organizado en tres áreas de procesos, donde el primer proceso es la dirección, siendo sus unidades la Gerencia General y Gestión Estratégica, y la Gerencia Financiera y Administrativa. Dentro de esta área también se encuentra un comité directivo, quienes, en conjunto con las gerencias, toman las decisiones dentro de la empresa.

La siguiente área es la de procesos de realización, que lo conforman todas las unidades que realizan el diseño, planificación, mercadeo, venta y fabricación de los proyectos ejecutados dentro de la empresa.

Esta área está dividida en: Administración de proyectos y riesgos, Mercadeo y Ventas, Planificación de Proyectos, Diseño y Desarrollo, Fabricación en Planta, Obras en Campo y Aseguramiento de calidad y SySO (QSA).

Esta área está apoyada por el departamento de procesos de apoyo, donde se encuentra la Gestión de Talento Humano, Información y Comunicación Tecnológica (IT), Gestión y Operaciones Logísticas y Mantenimiento.

Se hace hincapié en el departamento de Diseño y Desarrollo, pues es el área donde se llevan a cabo las labores de práctica profesional, por lo cual, se describe a continuación su función y las tareas ejecutadas a lo largo de 10 semanas consecutivas.

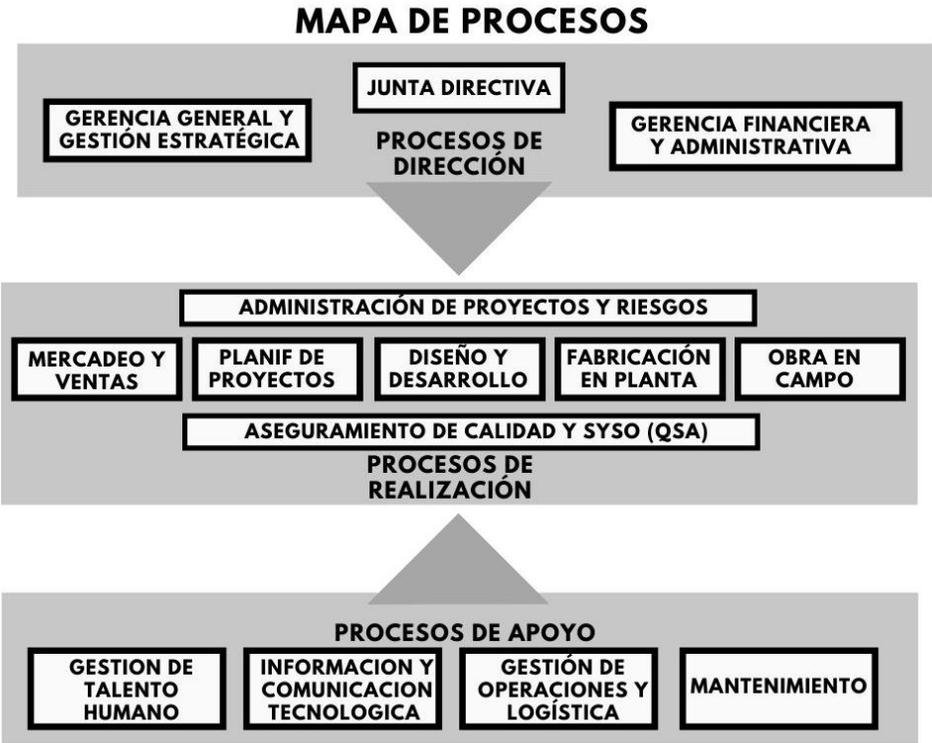


Ilustración 2: Organigrama de Procesos

Fuente: (INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

3.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y DESARROLLO.

El Departamento de Diseño y Desarrollo es el encargado de realizar el diseño y desarrollo de los proyectos, llevando a cabo la elaboración de planos arquitectónicos, planos estructurales, esquemas y resúmenes de materiales, cantidades de obra, planos de taller, listas de envío y la distribución de la documentación de los mismos.

Durante el proceso de diseño, se realiza el cálculo de los materiales, pesos, resistencias, longitudes y áreas de construcción y de pintura.

Al tratarse en su mayoría, de grandes edificaciones industriales y comerciales que requieren el uso de estructuras de acero, la investigación del presente informe se centra en dar a conocer el desarrollo del acero el ámbito de la construcción, su auge e implementación dentro de Honduras en los últimos años, sus derivados y perfiles más utilizados en el país y normas para su correcta implementación.

3.3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El instinto constructor ha desarrollado a través de la historia una progresiva adaptación ambiental y ha determinado una larga evolución de ideas, materiales, herramientas y usos para conseguir los propósitos sociales. De la edad de piedra a la de los materiales metálicos, ha habido una compleja transición que reclama permanentemente ubicar el estado del arte y el paso del cambio técnico.

Honduras no ha sido la excepción a este cambio, y su mercado de construcción está experimentando un auge, siendo sus puntos más fuertes la región de San Pedro Sula y Tegucigalpa en el Distrito Central, principalmente por el aumento demográfico, como la generación de grandes proyectos tanto en el sector público como del privado debido a construcciones comerciales, industriales y residenciales, lo cual generó, según el Banco Central de Honduras (2008), un incremento en el sector de la construcción del 16% en el periodo 2005-2007, y según La Prensa (2018), la industria de la construcción alcanzó un crecimiento del 5.5% en el 2018, y el sector de la construcción directamente vinculado al desarrollo de la infraestructura, "creció en términos a un 7.1% en 2018, ligeramente por debajo del 7.3% de la economía en general y se estima que en el 2019 crecerá en una tasa alrededor del 7%" (Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción, 2019, pág. 6).

Dentro de los materiales más empleados en la construcción hondureña se encuentra el acero, siendo Honduras uno de los países con mayor incremento en el consumo del mismo a nivel Latinoamericano, pues, según datos publicados por La Prensa (2016) “en el primer semestre del 2016, se importaron al país 35,000 toneladas adicionales, representando un crecimiento del 27% con relación al primer semestre del 2015, esto, según la Asociación Latinoamericana de Acero”.

Sin embargo, en 2018, el gobierno de Honduras decidió reducir de 35% a 25% los derechos arancelarios de importación de láminas de acero y otros derivados debido a que en el primer trimestre de ese año las empresas en Honduras importaron desde China láminas de hierro y acero por \$36 millones, 36% más que en el mismo período de 2017, causando dificultad al sector productor de láminas de acero en el país debido al incremento de las importaciones de terceros a Honduras amenazando a la industria nacional. Es por esta razón que se emite el acuerdo 127-2018 por la Secretaria de Desarrollo Económico (SDE), publicado en el Diario La Gaceta el 1 de noviembre del 2017, garantizando así, el abastecimiento de láminas de acero y otros productos derivados por medio de la producción nacional de láminas para techos en todas sus dimensiones, perfiles, caballetes para techos y estructuras metálicas para techos (canaletas), lo que, además de abastecer el mercado local genera suficientes excedentes para exportar, permitiendo con ello la captación de divisas, creación de fuentes de empleo y recaudación de impuestos para el país.

Ha sido por el apogeo del acero en la construcción que INMSA ARGO INTERNATIONAL nace en el año 1972 en la ciudad de San Pedro Sula bajo el nombre de Empresas Industrias Metálicas S.A de C.V. (INMSA), dirigida por el Ing. Roberto Larios Silva, dedicándose a la fabricación y montaje de estructuras metálicas livianas y tanques metálicos.

La empresa tuvo un crecimiento apresurado gracias a la demanda de grandes proyectos en el área de la construcción industrial, por lo que, en 1982, la empresa aumenta la capacidad de sus instalaciones con un área de trabajo en una planta con 3,000m². Sin embargo, INMSA buscaba internacionalizarse, por lo que, en los años 90, incursiona en proyectos a nivel centroamericano y a países del Caribe, logrando ubicar oficinas en Nicaragua.

Este crecimiento, obliga a la empresa a reconstruir su organización, viniendo de la mano también, un incremento en el área de trabajo en planta con 6,000m², y una gran inversión en equipos de trabajo que permitieran no solo ser diseñadores y fabricantes de estructuras metálicas, sino, lograr participar en el montaje de las mismas y hacerse cargo de la finalización de la etapa estructural en los proyectos.

A inicios de 2001, el grupo canadiense ARGO, adquiere el 50% de las acciones de la empresa, pasando a llamarse INMSA ARGO INTERNATIONAL, S.A. de C.V. (I.A.I). Actualmente la empresa cuenta con certificaciones bajo la norma de calidad ISO 9001:2008, gracias a lo cual, en el año 2007, I.A.I logra incorporar a sus actividades la obra civil que incluye servicios de Ingeniería, diseño, construcción de complejos industriales y comerciales conforme a las normas nacionales e internacionales de calidad y seguridad de todos sus trabajadores.

Así mismo, en el año 2008, obtuvo la certificación en la norma de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 18001:2007.

Estas certificaciones son renovadas cada año, manteniéndose y mejorando la forma de la vida organizacional para participar en un mercado laboral cada vez más competitivo.

IV. MARCO TEÓRICO

El acero es uno de los materiales más importantes en la construcción y en la Ingeniería en general, esto, debido a que aproximadamente el 80% de todos los metales producidos corresponden al acero. Este es tan importante debido a su combinación de resistencia, facilidad de fabricación y un amplio rango de propiedades con bajo costo.

Algunos aceros son relativamente blandos y dúctiles y pueden ser rápidamente formados, endurecidos para servir de herramientas de corte y otros poseen resistencia y tenacidad para ser usados en las ingenierías automotrices, en contenedores y envases, y otros en la construcción.

Por esto es que, la palabra acero es un término todo inclusivo que tiene muchas sub- clasificaciones, pues existen miles de tipos de aceros distintos, donde las composiciones son las que los diferencian entre sí.

4.1. ACERO

El acero se ha venido fabricando desde hace 100 años, se trata, fundamentalmente, de una aleación de hierro y carbono, y recientemente se ha encontrado ventajas que lo convierten en un material innovador por lo que se han realizado mejoras en su producción y ampliado su gama de calidad en la fabricación y rapidez de construcción, en su adaptabilidad, ligereza, rigidez y resistencia.

Actualmente el acero ha demostrado las posibilidades de construcción en grandes estructuras alrededor del mundo, así como para la elaboración de otros elementos dentro de las obras, dando a conocer su resistencia, potenciales aplicaciones, la posibilidad de disponer de muchas piezas estandarizadas, su fiabilidad y su capacidad para dar forma a casi todos los deseos arquitectónicos.

La garantía de calidad y el control de esta en la fabricación garantizan la seguridad y resistencia de las estructuras, pues un buen diseño de los detalles acompañado de un alto nivel en la fabricación en los talleres en empresas calificadas que implementen sistemas modernos de protección contra la corrosión y un mínimo de mantenimiento, permiten una vida casi ilimitada a las estructuras realizadas con acero.

4.2. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DEL ACERO

La manera de producción de acero en la edad media generaba un material de composición incierta y con propiedades variables, sin embargo, debido al incremento de la implementación de este material en las Ingenierías, ha obligado a las empresas dedicadas a su producción a elaborar un material con mayores ventajas y mejoras.

Según el Instituto Técnico de la Estructura de Acero (ITEA) (1997), "hoy, casi todo el acero para estructuras se produce mediante el proceso de oxigenación básica con el que, junto con un moderno proceso de afino, se obtiene un material de grano fino, con excelentes cualidades de soldabilidad, resistencia y dureza" (p.5). Esto ha ayudado a que el aumento de la fabricación de elementos de acero sea impresionante.

La plataforma de estadísticas mundiales Statista (2019), dio a conocer que la evaluación anual del volumen de la demanda mundial de acero de 2016 a 2020, por región, muestra que en el año 2018, la demanda de acero en Asia y Oceanía ascendió a aproximadamente 1.200 millones de toneladas métricas. Así mismo, puede observarse (ver ilustración 3), que en América Central y del Sur la demanda de acero aumentó 3.5 millones de toneladas métricas del año 2016 al 2018, y se espera que esta siga ascendiendo a 48.3 millones de toneladas métricas para el 2020.

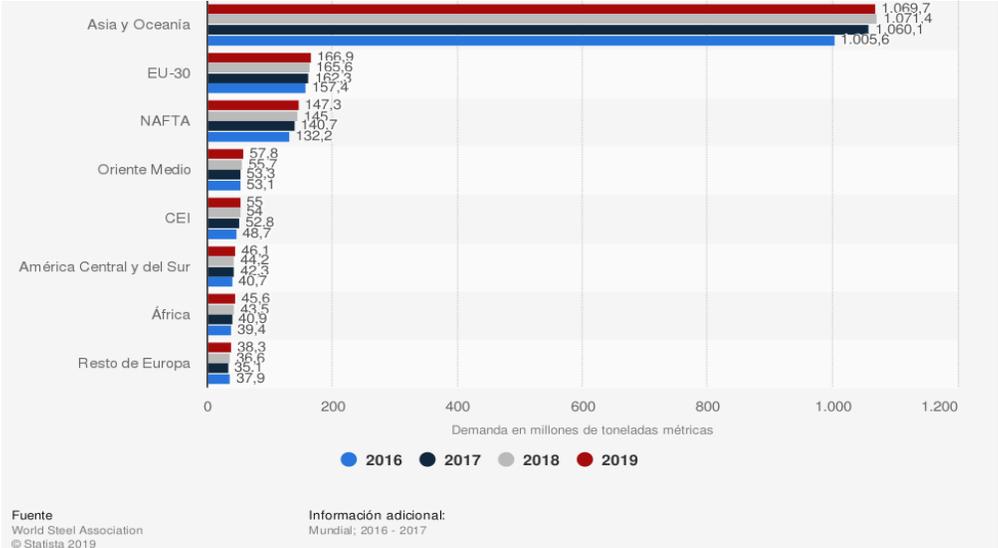


Ilustración 3: Volumen de la demanda mundial de acero de 2016 a 2020, por región (Mt)

Recuperado de: es.statista.com, 2019

Este crecimiento tiene que ver con la mejora en la fabricación del acero, lo cual, también ha tenido un efecto en los costes relativos del material.

Constantemente hay una innovación en las formas de fabricación de las piezas de acero, por ejemplo, el tren de laminación en caliente moderno permite producir una mayor variedad de formas en perfiles, espesores menores, mejor acabado y composición más homogénea. La laminación con temperatura controlada, por su parte permite un control total y mejora las propiedades mecánicas del producto. El proceso de laminación en frío puede emplearse para la producción de una bobina de fleje que después puede convertirse en otros perfiles.

Todos estos avances y técnicas de fabricación tienen origen en la segunda Guerra Mundial, cuando la comunidad Europea del Carbón y del Acero se estableció en 1952 para poder ayudar a la restauración y reestructuración de las industrias.

4.2.1. PRODUCCIÓN Y CONSUMO EN AMÉRICA LATINA

Hablando de Latinoamérica, es una región con severos problemas en su infraestructura, lo que provoca una reducción en su competitividad global y atractivo en términos de negocios, y según estimaciones de CRU, los proyectos de infraestructura (ver ilustración 4), representan alrededor del 16% del consumo total de productos de acero en América Latina. Lo que se traduce a que, en los últimos cinco años, el sector infraestructura consumió un promedio de 9,4 Mt por año de productos de acero. Sin embargo, este consumo decreció en los años 2015 y 2016 debido a la crisis económica y política en algunos países relevantes. (Acero Latinomearicano, 2017).

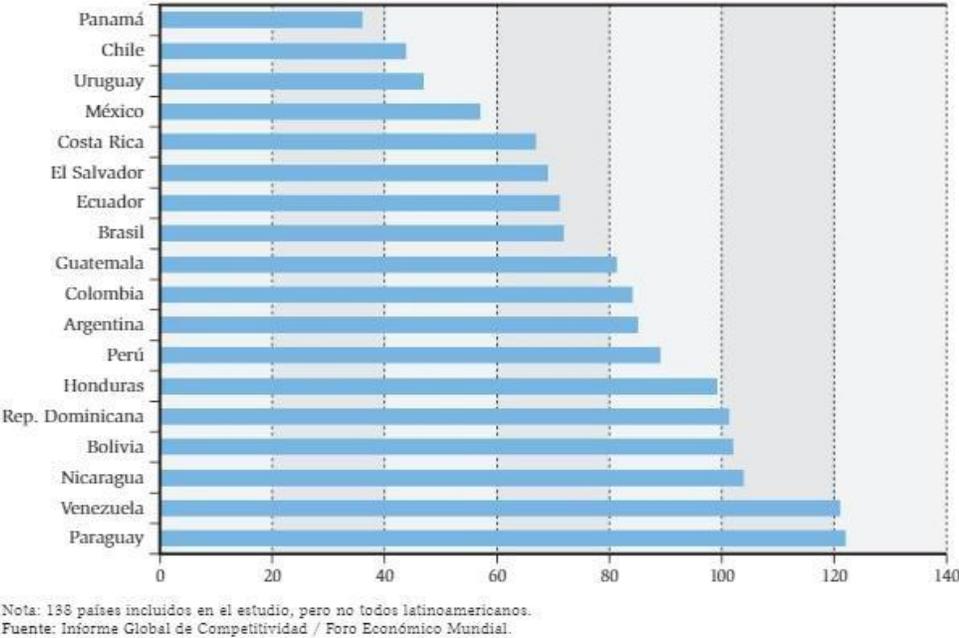


Ilustración 4: Posición de los países de América Latina en el ranking de infraestructura de Informe Global de Competitividad

Recuperado de: Revista Acero Latinoamericano (2017)

En Honduras se ha visto en los últimos años que el sector privado ha ganado relevancia en el desarrollo de proyectos de infraestructura con los programas de concesiones y asociaciones público-privadas para el desarrollo de proyectos a nivel de la red vial, portuaria y aeroportuaria, como un factor determinante para promover nueva inversión, potenciar los recursos y aumentar las oportunidades en el mundo.

Así mismo, de acuerdo con los datos obtenidos el (Banco Central de Honduras, 2009), durante el 2008, uno de los materiales que predominan, tanto para la vivienda como para los demás destinos en materiales estructurales predomina la canaleta y en las paredes las columnas fundidas de concreto y acero.

Las estadísticas brindadas por parte de la revista Acero Latinoamericano (2017) indican que para el año 2016, 50, 6 millones de toneladas fue la producción de acero laminado en 2016, 5% inferior que, en el 2015, 61,7 millones de toneladas fue el consumo de acero laminado en ese mismo año (ver ilustración 5).

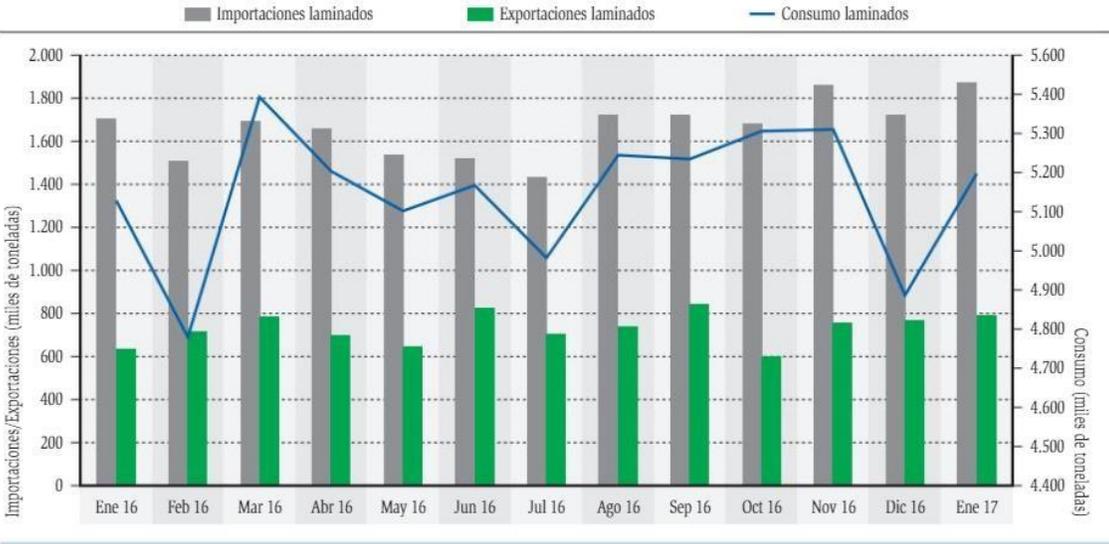


Ilustración 5: América Latina: Comercio Siderúrgico en 2016

Recuperado de: Revista Acero Latinoamericano (2017)

En cambio, para el año 2017, Latinoamérica tuvo una producción de acero laminado de 52,9 millones de toneladas, siendo un 4% mayor a la producción del 2016, y un consumo de acero laminado de 67,3 millones de toneladas de acero laminado, también un 4% mayor al 2016. (Acero Latinoamericano, 2018) (Ver ilustración 6).

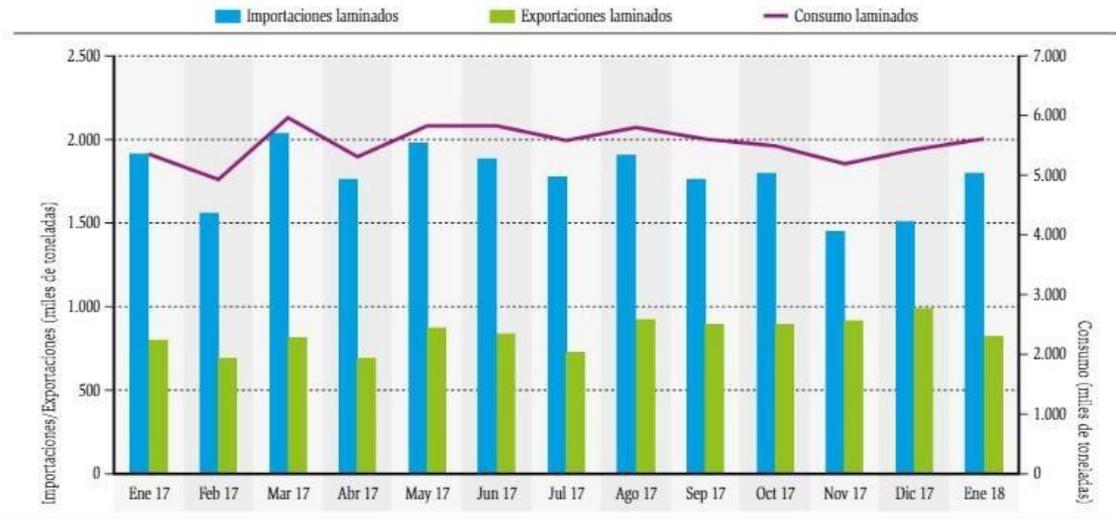


Ilustración 6: América Latina: Comercio Siderúrgico en 2017

Recuperado de: Revista Acero Latinoamericano (2018)

4.3. OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA

Actualmente en el mercado hondureño, se encuentran diferentes fuentes de obtención de la materia prima para el diseño y fabricación de estructuras de acero. Honduras reporta uno de los mayores índices de consumo e importación de acero laminado en América Latina proveniente de China, este índice de importación ha disminuido gracias a la medida tomada el 1 de noviembre de 2016, donde se redujo el porcentaje de arancel para la importación de acero laminado al país (ver inciso 3.3).

Esto permite el abastecimiento de materiales derivados de producción nacional, es por esto que muchas empresas dedicadas a la fabricación de estructuras de acero, obtienen la materia prima por medio de empresas nacionales como Funymac, empresa dedicada a la fundición y maquinado del acero, ubicada en la ciudad industrial, permitiendo obtener elementos como láminas de acero para la fabricación de otras piezas; o la obtención de piezas y perfiles de acero por medio de empresas

hondureñas como Typsa y Aceros Alfa, quienes transforman el acero para producir piezas y elementos derivados del mismo, así mismo se puede obtener la materia prima por medio de importadoras y distribuidoras de elementos de acero, tal como Metisa, localizada en San Pedro Sula, y Difemosa, ubicada en Tegucigalpa, facilitando la obtención de herramientas, materiales y servicios de corte en barra o lámina.

Sin embargo, también existen ferreterías que brindan precios al por mayor a empresas como I.A.I; entre ellas se encuentra Ferretería Monterroso, Promaco, Grupo Imferra y Alutech.

INMSA ARGO busca proveedores que cumplan con normas de calidad en los productos y presenten hojas técnicas de los mismos pues es de suma importancia que las piezas adquiridas presenten calidad y cumplan con las normativas de seguridad.

Así mismo, I.A.I. evalúa periódicamente a sus proveedores bajo 7 ítems, dentro de ellos se encuentra el tiempo de respuesta a la cotización, calidad de los productos y/o servicios, cumplimiento con las entregas, entrega de certificados de calidad y hojas técnicas, cumplimiento de especificaciones y cantidades del producto comprado y las fichas técnicas de seguridad del producto. Esta evaluación se realiza bajo la Norma Internacional ISO 9001: 2000, con el propósito de establecer una comunicación oficial entre los proveedores y la organización, y de esta forma, encontrar los puntos de mejora en la relación comercial mutuamente beneficiosa.

FORMULARIO PARA LA RE-EVALUACIÓN DE PROVEEDORES CRÍTICOS EN LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

COMITÉ DE CALIDAD: Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001 INMSA ARGO INTERNATIONAL

CODIGO: RS-QLC-18
VERSION: 4
Página 1 de 1

FECHA DE ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: _____

Nombre del Proveedor: COMERCIAL LARACH
Proveedor de: Aceros, Pernos, Láminas etc.
Período de Evaluación: Enero a Mayo del 2006

Item	Criterio de Evaluación	Punt. Max	Calificación aplicada en cada evento: 0-20 puntos: 0 es la mínima y 20 es la máxima												Nº Pedid Acum	Evaluación Acumulada					
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		Calificación	Puntos Adjudic.				
1	Tiempo de respuesta en cotizar	10				3	10	0										3	10	10	10
2	Calidad de sus productos y/o Servicios	10																	10	10	10
3	Cumplimiento en los Tiempos de Entrega	20																	20	20	20
4	Certificado de Calidad y/o Hojas Técnicas	20																	20	20	20
5	Cumplimiento de especificaciones del producto comprado	20																	20	20	20
6	Cumplimiento en cantidades compradas	10																	10	10	10
7	Fichas Técnicas de Seguridad del Producto	10																	N/A	N/A	N/A
TOTAL		100																	90	90	100%

- NOTA:
- 1) La calificación de cada evento va de 0 a 20 puntos
 - 2) El puntaje máximo se califica con 20 puntos para cada criterio.
 - 3) Se considera para evaluación un máximo de 5 pedidos en forma trimestral por proveedor.
 - 4) La calificación máxima es de 100%.
 - 5) La calificación obtenida es la sumatoria de las calificaciones aplicadas en los eventos del periodo evaluado.
 - 6) El porcentaje obtenido es la división entre la calificación máxima entre la calificación obtenida multiplicada por 100.
 - 7) Fecha, es la fecha del evento o pedido evaluado.
 - 8) Para la evaluación de los tiempos de entrega se considera 3 días libres para proveedores locales para que puedan atender sus pedidos como tiempo normal y con los proveedores internacionales según fechas negociadas en otro forma.

Ilustración 7: Formulario para evaluación de proveedores de I.A.I

Fuente: INMSA ARGO INTERNATIONAL, (2018)

I.AI. se encuentra a cargo de proyectos de diferente índole y magnitud, por lo que muchas veces, estos requieren de materiales diferentes dependiendo de las especificaciones o el uso que se le dará, por esto la empresa cuenta con una lista larga de proveedores de donde se consiguen diferentes piezas o elementos, a continuación, se enlistan los proveedores de mayor incidencia:

4.3.1. PROVEEDORES DE CONCRETO Y BLOQUES

Dentro de la lista se encuentra la empresa hondureña CONHSA-PAYSA, Duracreto y CONETSA para la obtención de premezclados y bloques, así mismo la empresa tiene relación con Honduras Química quien provee aditivos para concreto.

4.3.2. PROVEEDORES DE TUBERÍA DE PVC

Para elementos de PVC los proveedores han sido las empresas Dureco de Honduras y Poly Plásticos.

4.3.3. PROVEEDORES DE PRODUCTOS DE ACERO EN GENERAL

Dentro de estos se encuentra la Ferretería Monterroso donde se obtienen láminas antiderrapantes y láminas de acero en general, en INGAHSA para la compra de láminas losacero, así mismo SUMIN donde se adquieren electrodos, CEMCOL de igual manera es proveedor de electrodos y equipos de soldadura, Comercial Larach ha provisto aceros, pernos y láminas, así también las empresas Perfilac, Sogesa, COMPASID, MANUCHAR, ASE METAL, EMC Steel Corporation, Pipe and Steel han sido proveedores de la empresa.

4.3.4. PROVEEDORES DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN EN GENERAL

Dentro de ellos se encuentran Ferretería Zumar, Repel, Ferretería la Atlántica, Imferra, la Casa de los Tornillos para adquirir todo tipo de tornillería y Lazarus&Lazarus en elementos varios.

4.3.5. PROVEEDORES DE CERÁMICAS, PORCELANATO Y PULIDOS

Entre ellos se encuentra Azulejos del Palacio y el Punto de la Cerámica, quienes además proveen productos de pulido y Pegamix.

La empresa Pega Duro, es proveedor de Pegamix, Pulidos y Piedra.

4.3.6. PROVEEDORES DE AISLANTES

CLIMA es una de las empresas más directas de I.A.I, proveedor de aislantes, y Fibro Market, quien también provee aislantes y además resinas y pigmentos.

4.3.7. PROVEEDORES DE MADERA

Las empresas que han provisto madera a I.A.I. son FAMASA, Maderera Noriega y Maderas San Antonio.

4.3.8. TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS

Para el alquiler de rastras, caminos u otro tipo de transporte para el envío de estructuras a obra en campo, se hace uso de los servicios de Transportes Maldonado y Transportes Mejía Howard.

4.3.9. AGENTES ADUANEROS

Cuando la empresa requiere de la importación de algún producto proveniente del extranjero, se avoca a agentes aduaneros que faciliten el trámite de la llegada del producto, entre ellos se encuentran el señor Edgar Mejía, ADINTES y la empresa Guifarro y Asociados.

4.3.10. OTROS PROVEEDORES

El proveedor que se ha conectado es COXGAS para la obtención de gas propano y oxígeno y la empresa LAPCO para adquirir pinturas y diluyentes.

Muchas veces el cliente brinda la materia prima para la realización de los proyectos, en esos casos, se crea una lista de inventario con las especificaciones de los materiales o piezas.

INMSA ARGO también fabrica elementos como vigas, columnas, tubos estructurales, orejas de izaje, coplas, pernos, placas y plantillas de anclaje, sag-rods, entre otros, haciendo uso de láminas y varillas de acero las cuales se cortan de acuerdo a lo requerido en el área de fabricación y se unen por medio de soldaduras indicadas en el manual de procedimiento de soldadura de la empresa.

4.4. DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

La industria de la construcción ha estandarizado ciertos elementos de acero con formas y propiedades conocidas con el fin de facilitar a los calculistas, productores y constructores, el hablar un mismo lenguaje. Dentro de la estandarización se encuentran diferentes perfiles estructurales de secciones I, H, L, T, W y C, (ver ilustración 8), implementados en edificaciones e instalaciones, así mismo las varillas y mallas electro-soldadas para el concreto reforzado o incluso láminas plegadas para la fabricación de elementos de cubiertas y entrepiso.

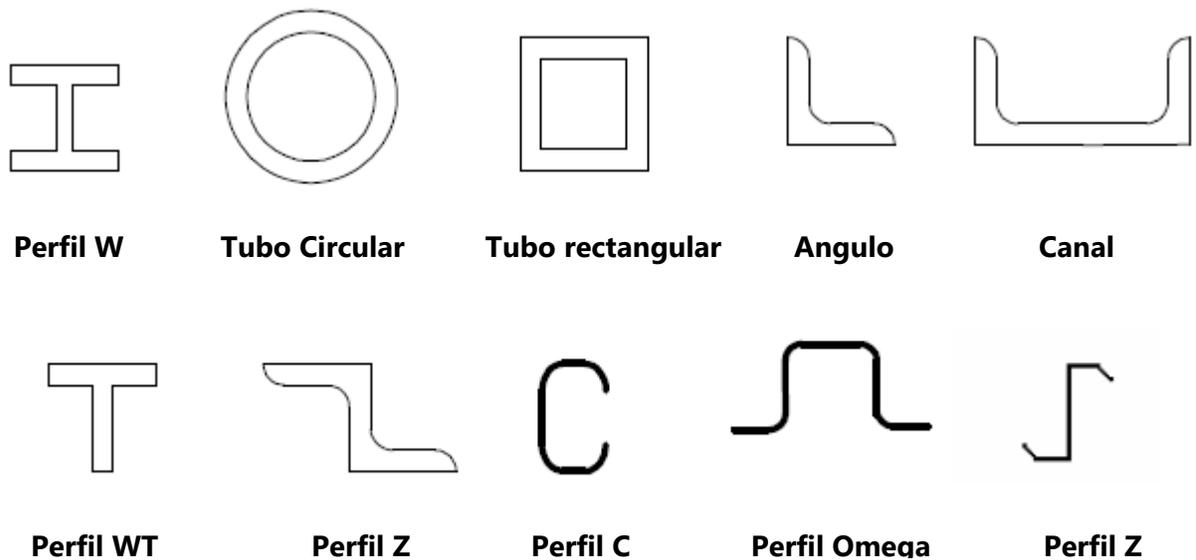


Ilustración 8: Perfiles de acero más comerciales

Fuente: (A. Miranda, 2019)

Se encuentran dos formas de fabricación, en caliente, que es cuando la materia prima se calienta hasta hacerla fluir y darle la forma que corresponda. Y los perfiles fabricados en frío o ensamblados, son piezas elaboradas con lámina de acero que se sueldan entre sí. I.A.I implementa la fabricación en frío para los perfiles más pesados, ya que los perfiles laminados en caliente se han limitado principalmente a ángulos y a otros de bajo peso como las varillas.

4.4.1. DIFERENCIAS ENTRE PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE Y PERFILES ENSAMBLADOS

La diferencia entre los perfiles laminados en caliente y los ensamblados radica en los esfuerzos residuales resultantes del proceso de enfriamiento pues en las zonas más internas de la sección el material tarda más en enfriarse, y al esto ocurrir y por lo tanto tienda a contraerse, otras zonas de la sección previamente enfriadas y endurecidas se opondrán a esa contracción, generando así esfuerzos internos que son llamados esfuerzos residuales.

Este fenómeno afecta más a los perfiles formados por piezas unidas por soldadura que para los perfiles laminados.

Los perfiles que aparecen en la ilustración 9 son perfiles obtenidos a partir de lámina delgada, que se dobla en frío, estos tienen espesores entre los 0.9 y los 3mm, los espesores menores se obtienen en procesos de laminado en frío, que consiste en reducir su espesor por medios mecánicos pasando la lámina por entre grandes rodillos que le aplica gran presión hasta obtener el deseado. La lámina puede ser galvanizada, lo que le da gran resistencia a la corrosión, o no tener ningún tratamiento superficial (lámina negra), caso en el cual se requiere protegerla con pintura anticorrosiva.



Ilustración 9: Perfiles obtenidos en frío

Recuperado de: insumasur.com, (2019)

4.4.2. GEOMETRÍA DE LOS PERFILES DE ACERO Y SUS USOS

Las propiedades geométricas de los perfiles pueden obtenerse de las tablas que suministran los fabricantes. Los perfiles W, los cuales, son los más comerciales en Honduras y los implementados en las estructuras de acero en I.A.I., suelen denominarse con dos números, donde el primero indica su altura y el segundo su peso por unidad de longitud. Por ejemplo, la designación del AISC (Manual de construcción en acero) W10x45, indica que se trata de un perfil W de altura aproximada 10" y de peso 45lb/pie. Las dimensiones de las diferentes partes de una sección W se indican en la ilustración 10 junto con los símbolos que las designan, encontrando que:

b_f = Ancho de aleta

t_f = Espesor de aleta

d = Altura de perfil

t_w =Espesor del alma

Y_p = Eje de áreas iguales

y = Eje neutro

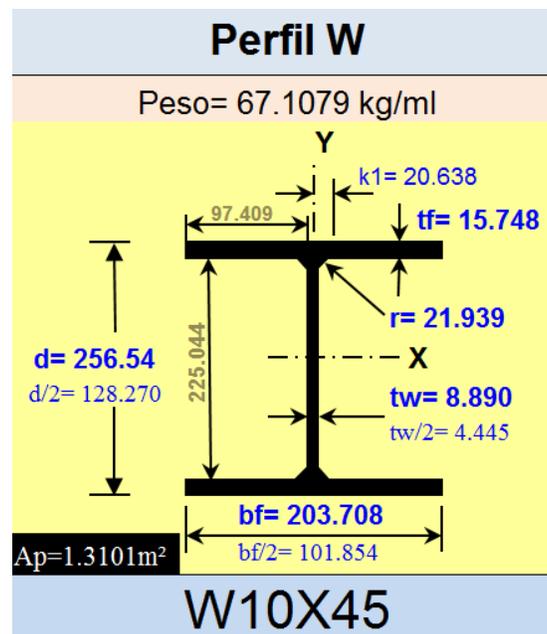


Ilustración 10: Perfil W10x45 con sus dimensiones en milímetros

Fuente: (INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En la construcción, los perfiles W, también llamadas tipo H o vigas, se emplea en la construcción de columnas, vigas, trabes, postes y armaduras.

En cuanto a perfiles conformados en frío, estos brindan flexibilidad y rapidez en la construcción, y se encuentran cuatro tipos de perfiles pesados abiertos: en forma de "U", en forma de "C", en forma de "Z" y en forma de "L". Son producidos con chapa laminada en caliente o galvanizada, mediante un proceso de conformado continuo que garantiza la exactitud de sus dimensiones, uniformidad y calidad de su superficie.

Entre sus usos se encuentran la construcción de techos en estructuras de acero, como también en aberturas, pilares de soporte, travesaños y otros elementos que conformen estructuras. Estos perfiles se encuentran de dos formas, galvanizados y laminados en caliente y estos se comercializan en espesores que varían entre 1.6 y 3.2mm, con un largo estándar de 6 y 12 m o personalizados según la medida requerida, con secciones de 60 a 300mm.



Ilustración 11: Perfil C

Recuperado de: insumasur.com, (2019)

Entre los perfiles de este tipo mayormente utilizados se encuentran el perfil estructural "C" (ver imagen 11), y el perfil estructural ángulo "L" (ver imagen 12), utilizados estructuralmente para correas de galpones o tinglados, viviendas industrializadas, como viguetas, para conformar vigas joist, paneles, entresijos y estructuras de cubiertas.

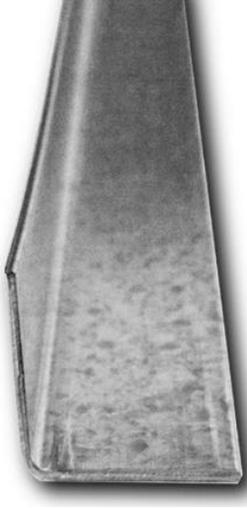


Ilustración 12: Perfil Angulo L

Recuperado de: insumasur.com, (2019)

4.4.3. TIPOS DE UNIONES

Las uniones juegan un papel importante en el buen comportamiento de las estructuras, pues gracias a estas, se puede concebir la estructura como un todo, permitiendo la transmisión de las cargas desde el punto de aplicación hasta la cimentación de la estructura.

Estos efectos pueden ser fuerzas axiales, cortantes, momentos flectores y torsores, transmitidas de un elemento a otro en la medida en que su unión se haga las provisiones necesarias para impedir el movimiento que tales efectos tratan de producir.

En las estructuras de acero, estas uniones son diseñadas específicamente para transmitir solo algunos de estos efectos. Actualmente, para unir dos o más perfiles metálicos se usa principalmente tornillos o soldadura, en el pasado se utilizaban remaches, pero debido a sus inconvenientes en el montaje y al desarrollo de tornillos de alta resistencia, han sido reemplazados por estos últimos.

4.4.3.1. Uniones por tornillos o pernos

Tal como se observa en la ilustración 13, el tornillo o perno es formado por una longitud roscada de cabeza generalmente hexagonal. Su rosa puede o no subir hasta la cabeza. Las arandelas permiten

que haya una mayor área de contacto entre el tornillo y las piezas a unir; su uso resulta indispensable cuando las perforaciones no son estándar, adicionalmente se pueden usar arandelas de seguridad (*washers*) para evitar que las tuercas se aflojen.

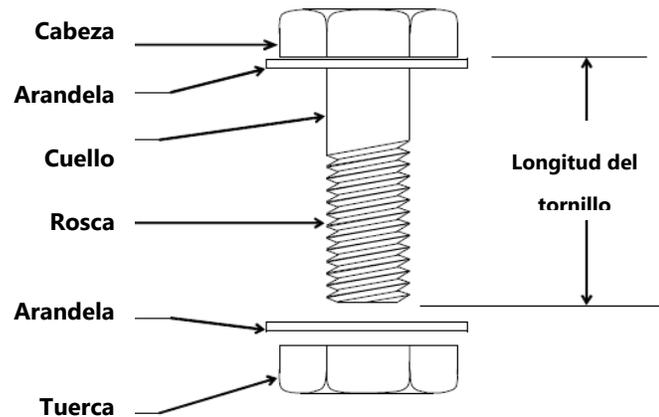


Ilustración 13: Partes de un tornillo o perno

Fuente: (A. Miranda, 2019)

La longitud del tornillo deberá superar el espesor de las piezas a unir más una longitud mínima que depende de su diámetro y corresponde a los espesores de las arandelas, la tuerca y una porción de rosca que debe sobresalir después de apretada la tuerca (mínimo 6mm).

En la NSR-98, artículo F.2.1.3.4, se enlistan las diferentes clases de tornillo que se admiten para uso estructural, encontrando las principales con su identificación física (muescas en la cabeza) y resistencia última a la tracción, se muestran la tabla 1.

Para el diseño del perno se deben considerar en la longitud del tornillo, el espacio que ocuparán las arandelas y las tuercas, pues es necesario dejar un mínimo de 25mm desde donde se encuentra la tuerca, hasta el filo del perno (ver ilustración 14), haciéndose necesario realizar el cálculo de tuerca y arandela. El departamento de Diseño y Desarrollo de I.A.I se basa en el *Manual Steel Construction Allowable Stress Design*, novena edición, para el cálculo de las mismas, donde en las paginas 4-142 a la 4-144, se encuentran las dimensiones de la tuerca necesaria según el espesor del perno,

especificando el tipo de tuerca, su ancho, espesor y altura. Así mismo, en las tablas 22 y 23 del manual, se encuentran las dimensiones y especificaciones para la arandela según la tuerca a implementar y el tipo de arandela, pudiendo ser arandela plana o arandela de seguridad.

Tabla 1: Identificación de tornillos o pernos estructurales

Identificación física	Designación NTC	Designación ASTM	Fu (Mpa)
	4034	A307	410
		A325	825
	4028	A490	1029

Recuperado de: insumasur.com, (2019)

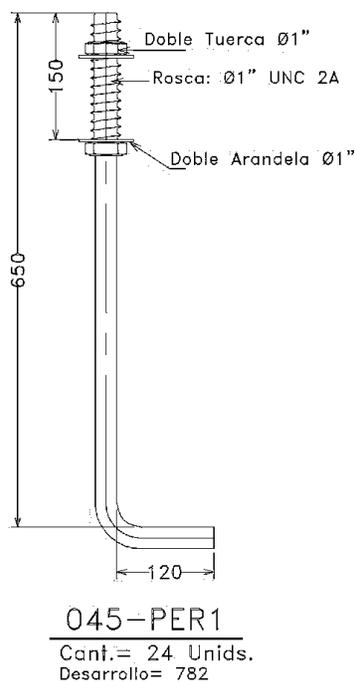


Ilustración 14: Perno de anclaje tipo J

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

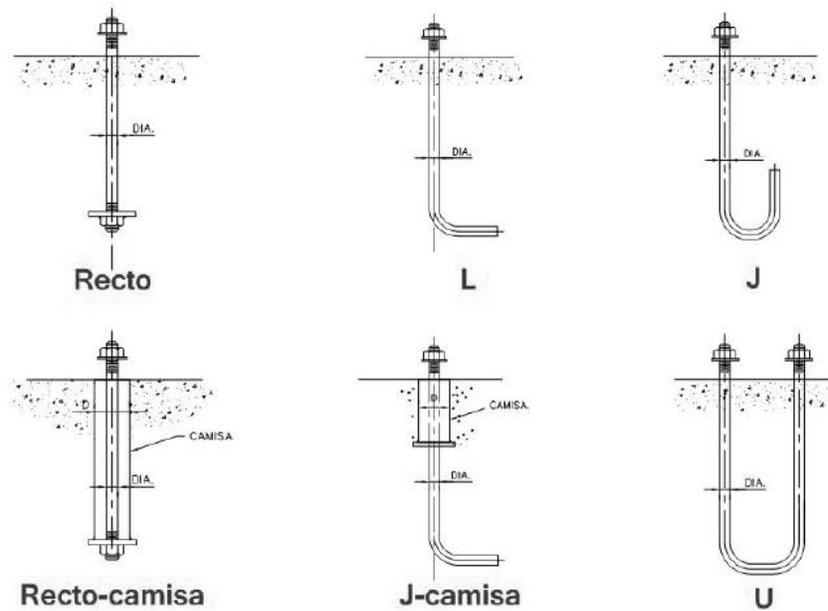


Ilustración 15: Tipos de pernos embebidos

Recuperado de: taesmet.com (2019)

Con las dimensiones obtenidas se procede a realizar un ensayo para el perno a diseñar por medio del diseño 2D para una mejor visualización de la longitud necesaria según la unión y los elementos.

Así mismo, según la necesidad de la estructura a diseñar, se pueden implementar distintos tipos de pernos, pudiendo ser embebidos, los cuales son pernos roscados con mayor longitud a los tornillos y donde su parte curva queda embebida dentro del hormigón, y su parte roscada queda expuesta a la superficie para permitir colocar la tuerca y contratuerca que sujetan la placa del pilar u otro elemento que corresponda (ver imagen 15). Cuando los pernos son tipo J, L o U, debe calcularse su desarrollo mediante la ecuación 1 explicada en el capítulo I, sección 6.2.2.4.

También existen los pernos doble roscado que se utilizan en uniones entre vigas y columnas, requiriendo el doble de arandelas y tuercas. Estos se utilizan en elementos de almas cerradas o en la unión de placas que conectan dos elementos (ver imagen 16).

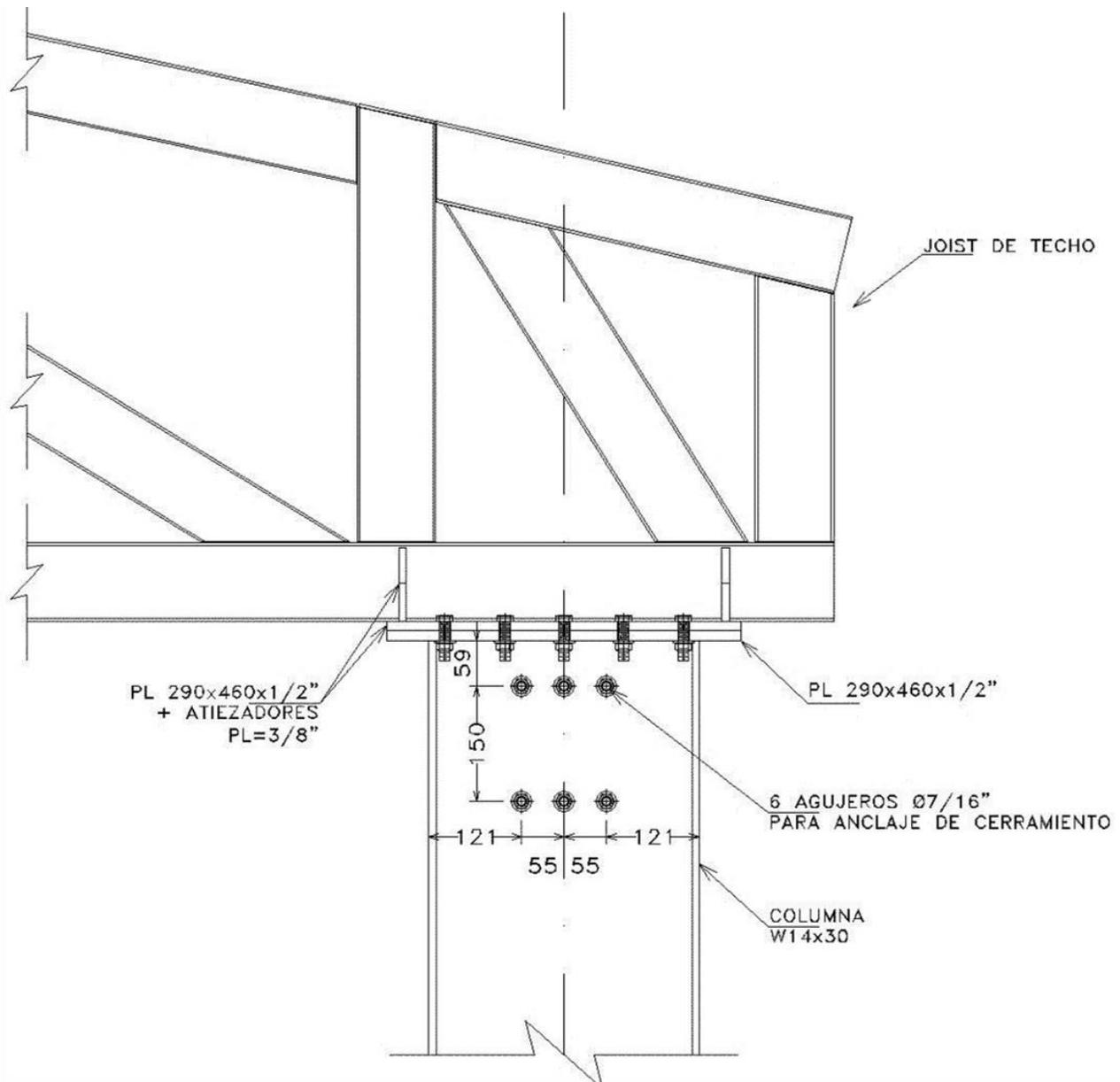


Ilustración 16: Detalle de anclaje de joist en columna por medio de pernos de doble roscado

Fuente: (INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Otro tipo de unión roscada son los tornillos los cuales permiten conexiones rápidas y se utilizan en estructuras de acero para la fijación de chapas o perfiles conformados de bajo espesor. Las fuerzas que son transmitidas por este tipo de uniones son relativamente bajas, por lo que normalmente se tienen que insertar una cantidad mayor de tornillos. Los tornillos pueden ser autorroscantes o

autoperforantes, los cuales no necesitan perforación guía y se pueden utilizar para metales más pesados. Estos son fáciles de transportar, y existen una gran variedad de medidas, largos, diámetros y resistencias, y a la vez son fáciles de remover, algo importante para el montaje y desmontaje de los componentes de la estructura.

4.4.3.2. Uniones por soldadura

Las uniones por soldadura son la forma más común de conexión del acero estructural y consiste en unir dos piezas de acero mediante la fusión superficial de las caras a unir en presencia de calor y con o sin aporte de material agregado. Cuando se trabaja a bajas temperaturas y con aporte de un material distinto al de las partes que se están uniendo, como por ejemplo, estaño, se habla de soldadura blanca que es utilizada en la hojalatería pero no tiene aplicación al hablar de estructuras.

Cuando el material de aporte es el mismo o similar al material de los elementos se deben unir conservando la continuidad del material y sus propiedades mecánicas y químicas el calor debe alcanzar a fundir las caras expuestas a la unión. De esta forma se logran soldaduras de mayor resistencia capaces de absorber los esfuerzos que con frecuencia se presentan en los nudos.

Las ventajas de las conexiones soldadas son lograr mayor rigidez en las conexiones, eventuales menores costos por reducción de perforaciones, menor cantidad de acero para materializarlas logrando una mayor limpieza y acabado en las estructuras.

Sin embargo, tienen algunas limitaciones importantes que se relacionan con la posibilidad real de ejecutarlas e inspeccionarlas correctamente en obra lo que debe ser evaluado en su momento, por lo que se recomienda concentrar las uniones soldadas en trabajos de planta y hacer conexiones apernadas en obra.

Las posiciones de soldadura típica son: plana, vertical, horizontal y sobre cabeza; así mismo, se encuentran diferentes tipos de soldaduras: uniones de filete, uniones biseladas y uniones de cañerías, observadas en la ilustración 17.

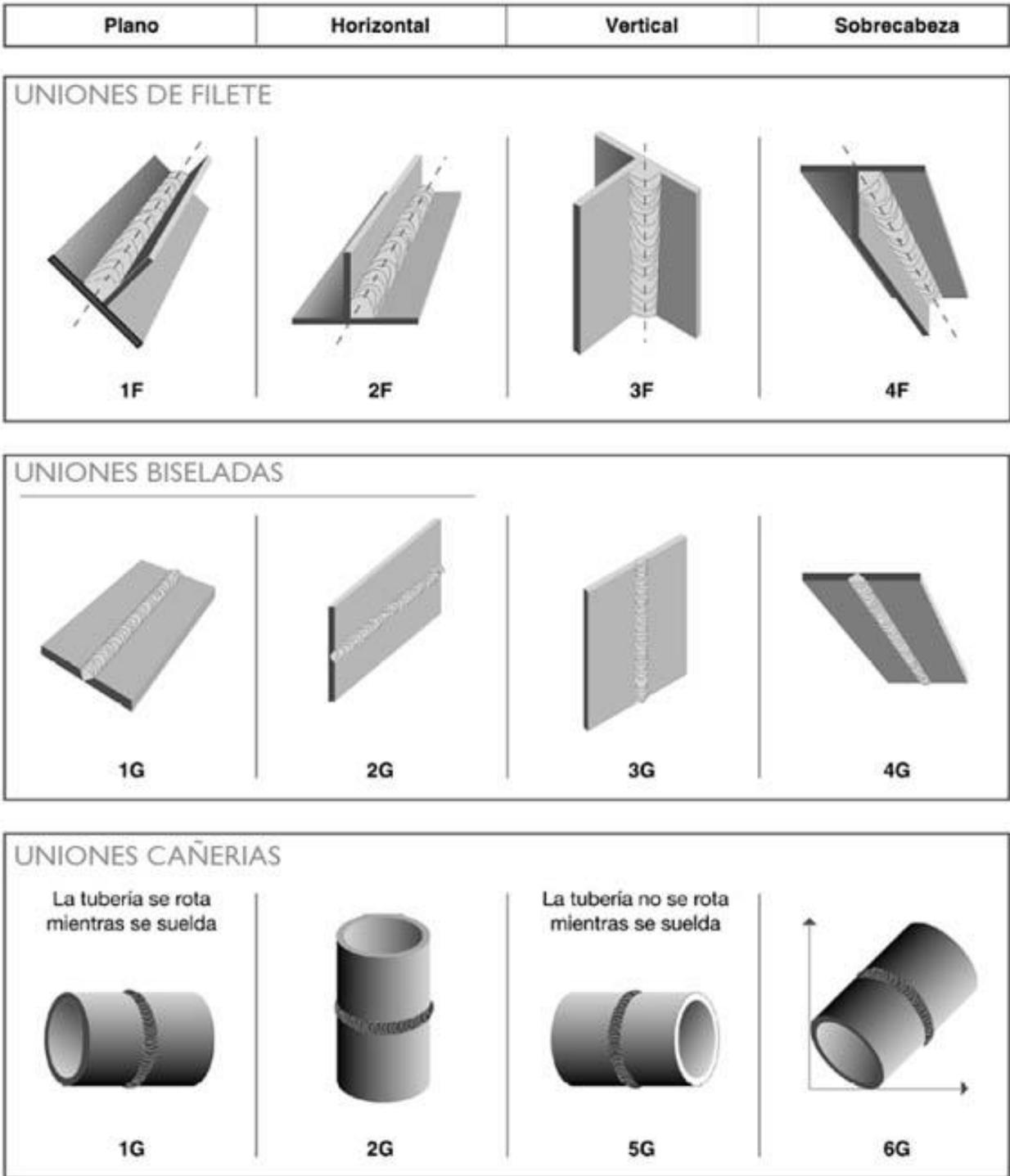


Ilustración 17: Soldaduras típicas

Fuente: (S. Indura; Seminario FAU, 2009)

En el siguiente esquema se observa en sección el tipo de soldadura:

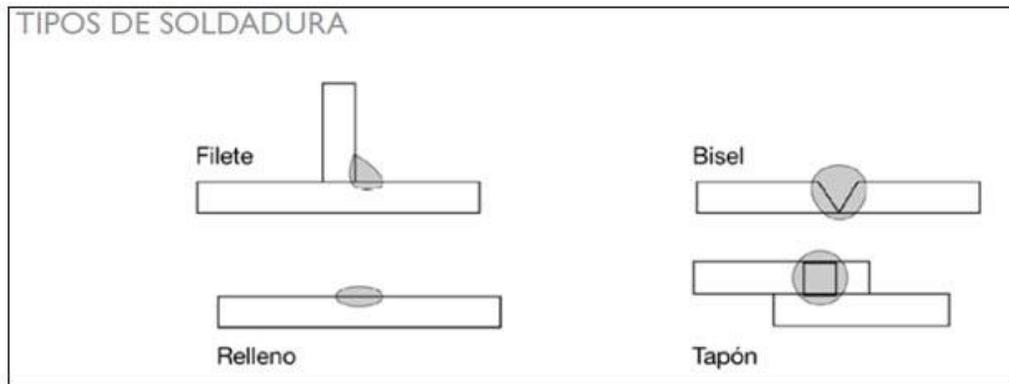


Ilustración 18: Tipos de soldaduras

Fuente: (S. Indura; Seminario FAU, 2009)

De igual forma, se presentan los tipos de uniones en perfiles o planchas por soldaduras:

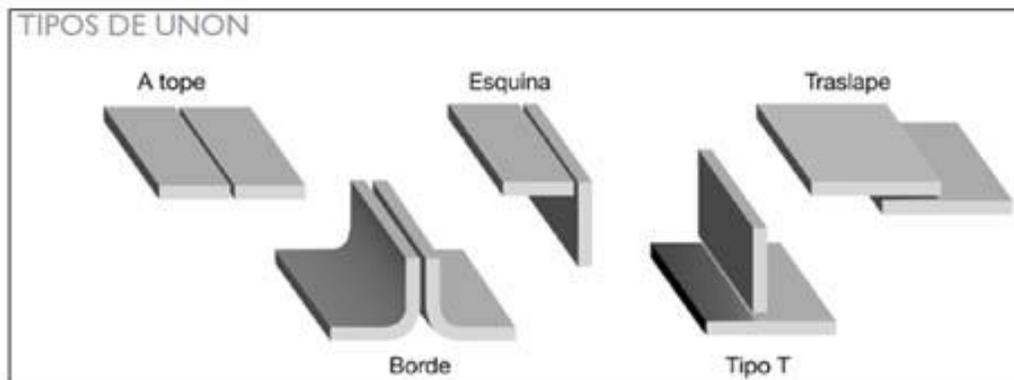


Ilustración 19: Tipos de uniones para soldadura

Fuente: (S. Indura; Seminario FAU, 2009)

En I.A.I la soldadura que se emplea en muchos de los proyectos es la soldadura por bisel a partir de planchas o láminas con espesor igual o mayor a 5/16" en uniones a tope, encontrando una variación en biseles según sea el espesor de la misma lámina, así como se observa en la ilustración 20.

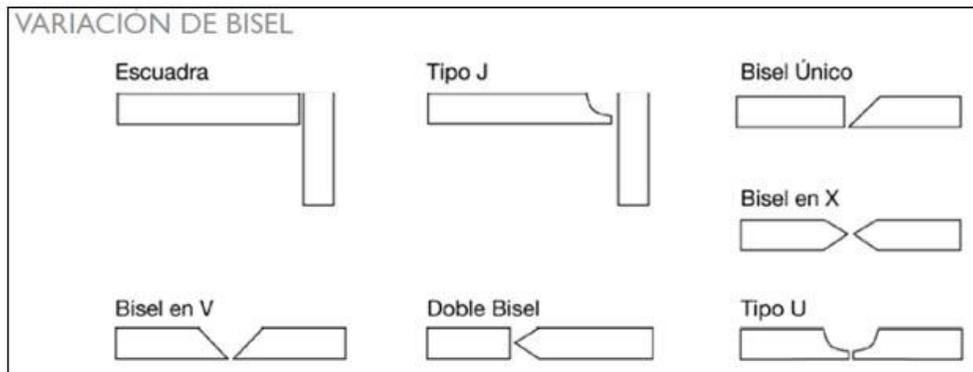


Ilustración 20: Variación de bisel para soldadura

Fuente: (S. Indura; Seminario FAU, 2009)

En cuanto al proceso de soldadura, se pueden mencionar tres tipos de técnicas más utilizadas:

- Soldadura oxiacetilénica, que según la revista mexicana 0 Grados Celsius, (2015):
Es un proceso de soldadura por fusión que utiliza el calor producido por una llama, la cual se obtiene por medio de la combustión del gas acetileno con el oxígeno para fundir el metal moviendo la llama a lo largo de la unión provocando la solidificación del metal base con el metal de aporte.
- Soldadura al arco, la técnica mayormente utilizada en la actualidad y se realiza por medio del calor intenso producido por un arco eléctrico. La empresa de soldadura *The Lincoln Electric Company*, (2019) afirma que:
El arco se forma entre el trabajo actual y un electrodo (recubierto o alambre) que es manualmente o mecánicamente guiado a la junta. El electrodo es una varilla con el simple propósito de transportar la corriente entre la punta y el trabajo. O puede ser una varilla o alambre específicamente preparado que no solo conduce la corriente, sino también se funde y suministra metal de relleno a la unión.
- Soldadura por arco sumergido, donde se emplea un equipo compuesto de alambre de acero desnudo, asociado a un dispositivo inyector de fundente. Al generarse el arco eléctrico, el alambre se funde soldando las partes y el fundente es depositado sobre la soldadura,

protegiéndola. El proceso de arco sumergido, es un proceso industrial que al ser automático le confiere mayor calidad a la soldadura.

En la ilustración 21 se observa un plano de fabricación de vigas metálicas, donde se señalan los tipos de soldaduras a realizar para la unión de las piezas que conforman las vigas así como los detalles por tipo de soldadura pues en ese caso se utilizan dos tipos de espesores: para el patín se implementa lamina espesor 1" siendo mayor que la lámina implementada para el alma que es de 1/2" de espesor.

Por tanto, el bisel del patín es del tipo X y el bisel para la unión de las almas es del tipo V.

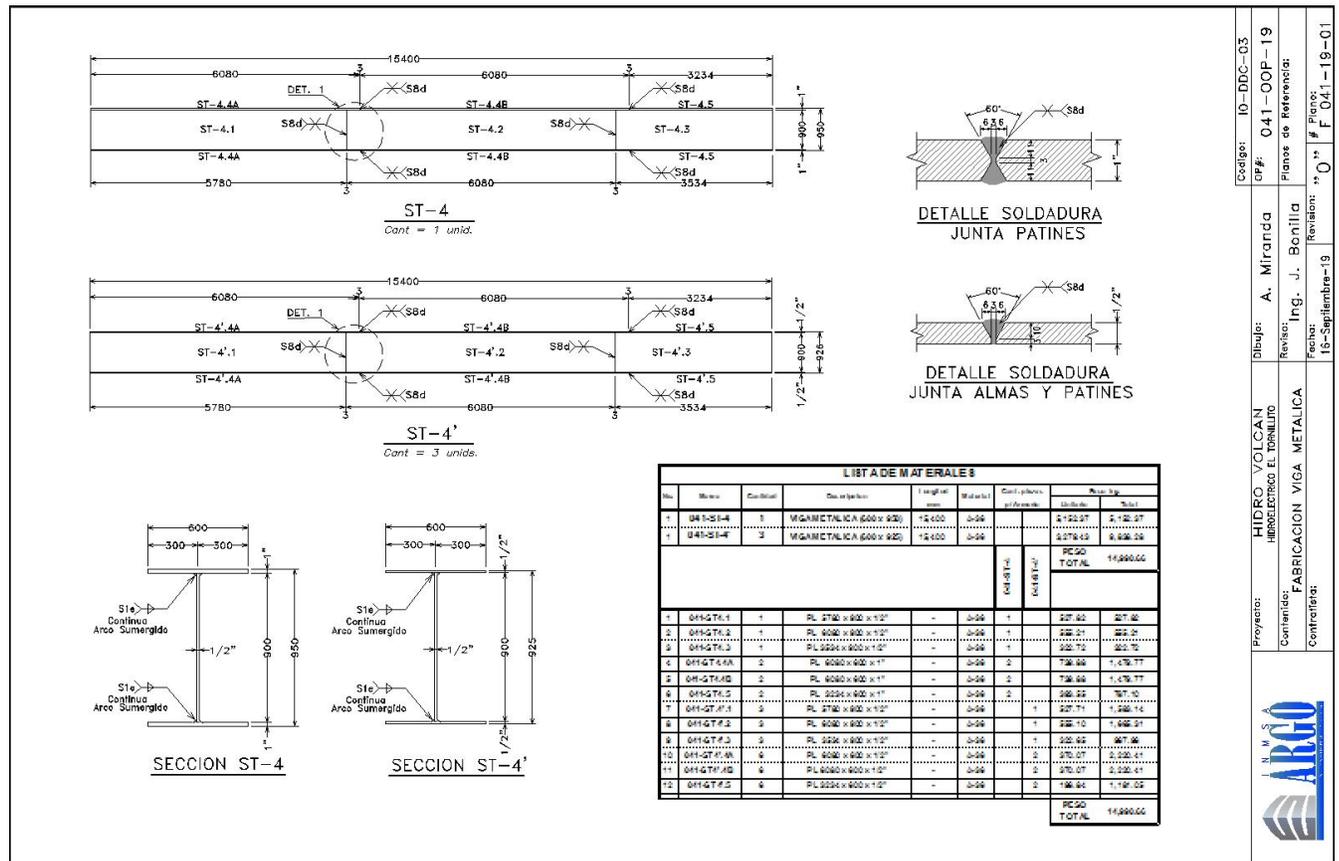


Ilustración 21: Plano de fabricación de vigas metálicas

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

De igual manera, en los esquemas de fabricación de las piezas metálicas se detalla el tipo de bisel a implementar y se representa en la pieza para que el personal que fabrique el elemento sepa en qué extremos de la pieza debe realizarse un bisel, tal como se observa en la ilustración 22.

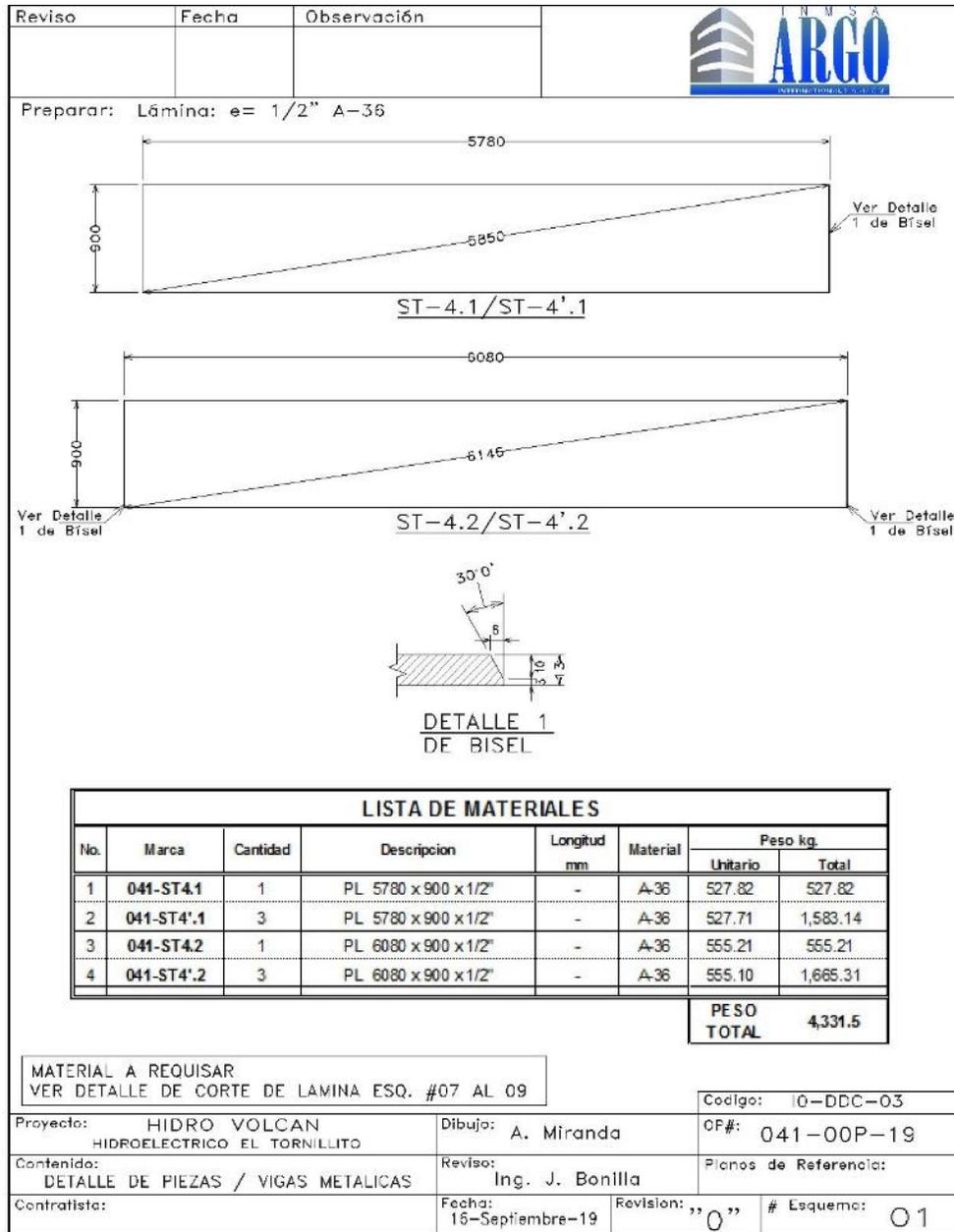


Ilustración 22: Esquema de fabricación de patines

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

4.4.3.3. Normativas de diseño estructural

Los aceros pueden ser implementados en estructuras diseñadas de acuerdo a normas dependiendo de su utilidad y tipo de acero, esto incluye elementos o accesorios tales como remaches, tornillos, Conectores de cortante, metales de aportación y fundentes para soldadura. Dentro de estas normas INMSA ARGO INTERNATIONAL se rige por la norma ASTM que designa y regula la calidad de los aceros de construcción y estructurales que comercialmente ofrecen productos terminados tales como barras de construcción corrugadas y lisas, perfiles estructurales, perfiles comerciales, placas y láminas. La norma garantiza las propiedades mecánicas mínimas y de soldabilidad de los aceros, dado que el uso de estos está orientado a la industria de la construcción y estructuras metálicas diversas.

Los estándares publicados por ASTM emiten designaciones sistemáticas fijas para cada tipo de acero con sus respectivas especificaciones y requerimientos para ser utilizados por los fabricantes y usuarios de los aceros, teniendo la siguiente codificación:

- ASTM, Material normalizado según American Society for Testing and Materials
- Código de la norma: sistema inglés y sistema métrico
- Grado de acero: límite de fluencia mínimo en Ksi
- Año de adopción de la norma
- Último año de revisión

Las normas aprobadas por la ASTM para placas y perfiles laminados en caliente son A-36, A-529, A-242, A-588, A-709, A-514, A-852, A-913 y A-992.

La norma A-709 es especial, pues en ella se definen aceros convenientes para la construcción de puentes.

En cuanto a normativas de soldadura, I.A.I ha realizado un manual de procedimientos de soldadura que son basados en el código estructural de soldadura AWS D1.1, normas que han sido desarrolladas por el Instituto Nacional Estadounidense de Normalización (ANSI).

V. METODOLOGÍA

La necesidad del ser humano por averiguar, indagar y descubrir sobre su entorno ha dado origen a la metodología de investigación, pues esta, constituye una gran fuente de conocimientos, ya que, al investigar y analizar, se adquieren nuevas perspectivas de la realidad, inteligencia y cognición.

La metodología de la investigación es un conjunto de procedimientos y técnicas aplicadas de forma ordenada para la realización de un estudio que brinde validez al mismo. Para esto, es necesario que el investigador indague, seleccione y analice información ya existente que pueda tomar como base para el mismo. A estas bases se le llaman fuentes de información, las cuales, deben ser referenciadas y citadas dentro de la investigación con el fin de dar crédito a las fuentes de donde se extrajeron ideas, datos o información para la construcción del estudio investigativo, y a la vez, permite al lector conocer o acceder a las fuentes originales de donde se extraen los datos.

5.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Para conocer el panorama sobre las estructuras de acero en la construcción, se han estudiado diferentes referentes y fuentes como ser la revista de la Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción "CHICO", diarios de noticias como La Prensa, El Herald, Diario el Tiempo y La Tribuna, revistas del ámbito de la construcción tal como la revista Aceros Latinoamericanos, manuales de construcción, manuales de acero y manuales de soldadura, como el LRFD, AISC, ANSI, ASD y el CHOC. Se inicia la búsqueda de referentes del territorio nacional que realicen proyectos similares a I.A.I., con el fin de comparar las empresas, sus alcances y procesos.

5.1.1. REFERENTES LATINOAMERICANOS

Uno de los sistemas de construcción mayor utilizada en la actualidad son las estructuras metálicas, esto debido a su ventaja en cuanto a la realización de la obra, capacidad de resistencia, el costo de mantenimiento. Los países latinoamericanos también han experimentado en las últimas décadas el auge del acero, pudiendo encontrar estructuras de gran envergadura mediante este material, como por ejemplo, la Gran Torre, un rascacielos ubicado en Santiago de Chile (ver ilustración 23),

posicionándose como el más alto a nivel de Latinoamérica con aproximadamente 300m de altura construida en el año 2014, funciona como un centro comercial.



Ilustración 23: La Gran Torre, Santiago de Chile

Recuperado de: megaconstrucciones.net, (2014)

Las estructuras de acero deben estar diseñadas para resistir acciones verticales y horizontales, al igual que las estructuras de hormigón. Ya que Latinoamérica es una zona de alto riesgo sísmico, este sistema de construcción se adapta satisfactoriamente a la zona, ya que su resistencia a las cargas horizontales es muy alta, pero antes de llevar a cabo la construcción se debe de tomar en cuenta todos los aspectos que están regidos por este sistema que es la norma NBE-EA-95 (Estructuras de Acero en Edificación).

El sistema de construcción de este tipo de estructuras en Latinoamérica, ya es un gran encontrando muchas empresas por toda la región especializadas que se dedican a este tipo de construcciones.

5.1.1.1. Grupo Recal

Grupo Recal, fundada en el año 1979 originario de México, es una de las empresas líderes en diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero en Latinoamérica, así como una de las más importantes en términos de capacidad, equipo y tecnología.



Ilustración 24: Oficinas y planta de fabricación de Grupo Recal, Jalisco, México

Recuperado de: gruporecal.com.mx, (2019)

Su división de estructuras brinda los servicios de Diseño estructural y/o de conexiones, a diferencia de I.A.I realiza ingeniería de detalle por medio de softwares de modelado 3D (ver ilustración 25), lo cual le brinda mejor visualización del comportamiento y composición de las estructuras gracias a las innovadoras tecnologías implementadas. Así mismo, la empresa brinda suministro de acero (nacional e importado), fabricación de estructuras de acero, servicio de limpieza profunda mediante cabinas de granallado, recubrimiento anticorrosivo en ambiente cerrado, montaje de las estructuras y aplicación de retardante antifuego, convirtiéndola en una empresa muy completa en el sector de servicios estructural, contando con un capital humano de 3,000 empleados directos, y una capacidad de fabricación instalada de 120,000 toneladas anuales de estructuras metálicas.

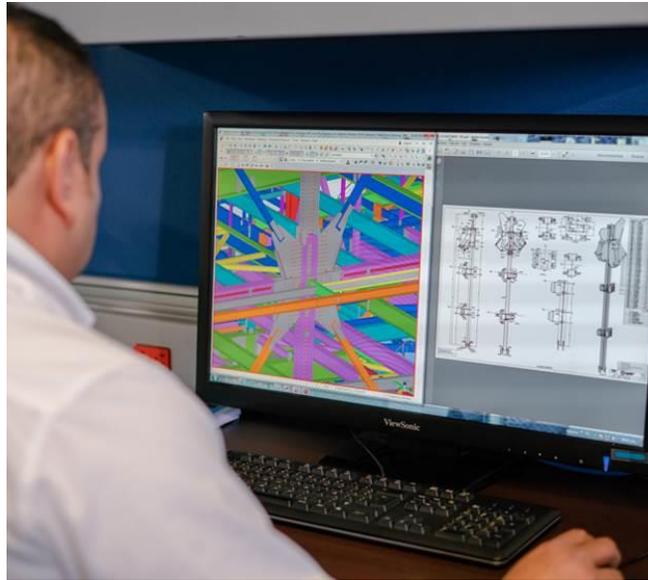


Ilustración 25: Servicio de ingeniería de detalle de Grupo Recal

Recuperado de: gruporecal.com.mx, (2019)

La empresa se destaca por el trabajo en proyectos industriales, comerciales y de infraestructura, contando con empleados destacados tales como las empresas automotrices BMW, Honda, Toyota, Ford, General Motors, así como empresas importantes en el ámbito industrial (ver ilustración 26).



Ilustración 26: Proyectos industriales más recientes ejecutados por Grupo Repal

Recuperado de: gruporecal.com.mx, (2019)

En cuanto a construcción comercial, se ha destacado por la edificación estructural de torres y centros comerciales tales como la Torre Mayor, Torre Manacar y la Torre Quarzo, entre muchas más en México y otros países del continente americano (ver ilustración 27).



Ilustración 27: Proyectos comerciales iniciados en 2018 por Grupo Recal

Recuperado de: gruporecal.com.mx, (2019)

Así mismo, ha ejecutado proyectos de infraestructura tanto en México como en El Salvador, siendo sus proyectos más recientes la Estación Santa Fe (ver ilustración 28), la cual es una de las estaciones que forman parte del Tren Interurbano en ciudad de México.

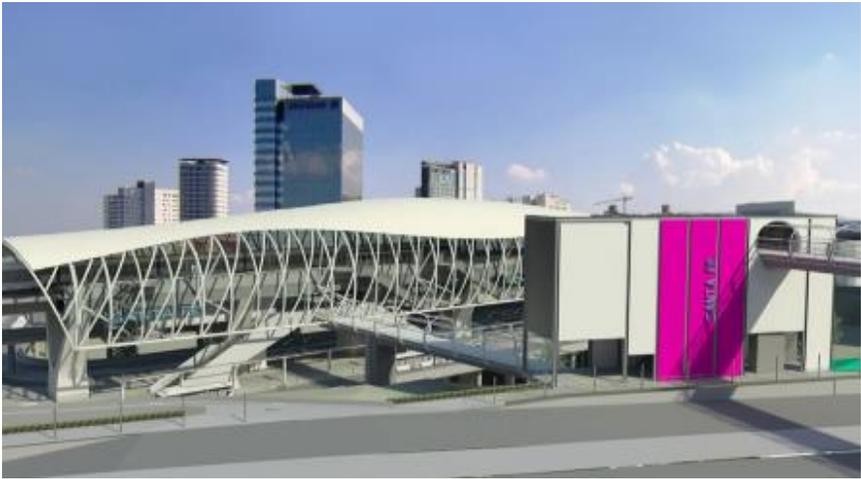


Ilustración 28: Estación Santa Fe, Tren Interurbano, Ciudad de México

Recuperado de: gruporecal.com.mx, (2019)

Dentro de sus estándares de calidad estos son apegados a las especificaciones AISC, al igual, el personal de la empresa es calificado, contando con certificaciones bajo los lineamientos de la práctica recomendada SNT-TC-1A como nivel II, otorgado por la ASNT, referente internacional en pruebas no destructivas como son: inspección visual, inspección ultrasónica, inspección de partículas magnéticas e inspección de líquidos penetrantes.

5.1.1.2. Integralia, Colombia

La empresa Industrias Metálicas Integralia, S.L., es de origen Español, que gracias a su dilatada trayectoria y a la implementación de las tecnologías más innovadoras y modernas que le han permitido un continuo desarrollo, ha logrado posicionarse como una de las mejores empresas en el sector del diseño, la fabricación y el montaje de estructuras metálicas.



Ilustración 29: Oficinas de Integralia, España

Recuperado de: integraliagrupo.com, (2014)

Debido a este crecimiento, Integralia ha logrado expandirse internacionalmente creando empresas en Colombia y Noruega.

Dentro de sus actividades, Integralia hace parte de proyectos de plantas eléctricas pues para la empresa es importante la conservación del medio ambiente, colaborando en proyectos destinados a la obtención de energías renovables a través de fuentes naturales como la energía termosolar, ciclo combinado y biomasa. Estos son campos que le permiten mayor amplitud de trabajo pues la empresa no solo se ha enfocado en estructuras de acero, sino en proporcionarles a sus clientes soluciones de energía para los proyectos, algo con lo que I.A.I. no cuenta.

Así mismo, ha ejecutado grandes estructuras como estadios de futbol, puentes, aeropuertos, puertos marítimos, estructuras ferroviarias y hospitales; y a la vez, edificaciones industriales como naves industriales, centros comerciales, fabricas, desaladoras, y refinerías.



Ilustración 30: Proyectos ejecutados por Integralia

Recuperado de: integraliagrupo.com, (2014)

Integralia compone sus procesos en cuatro etapas, donde la primera de ellas es la ingeniería de los proyectos, donde especialistas en diseño y cálculo de estructuras de acero, definición de nudos, ingeniería unifilar y de detalle, modelización y parametrización 3D (ver ilustración 31), dirección de proyectos y gestión de obra.

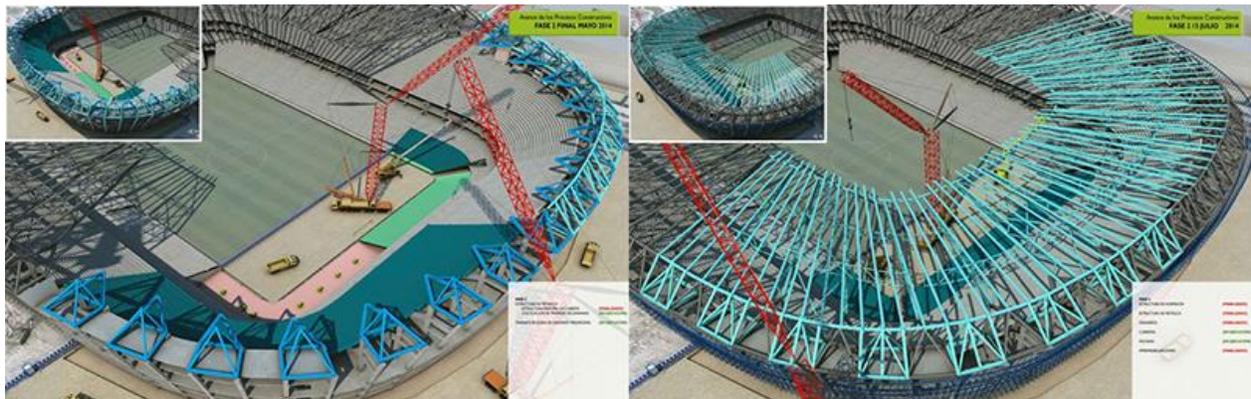


Ilustración 31: Modelo 3D generado por Integralia

Recuperado de: integraliagrupo.com, (2014)

La segunda etapa es de fabricación, con tecnologías avanzadas para el desarrollo de ingeniería 3D y tecnología CNC (control numérico computarizado), lo que le ha permitido una producción más

eficiente, y que en I.A.I se ve necesario, pues el implementar estas tecnologías permiten el ahorro de tiempo el cual se traduce en dinero. El tercer paso es el montaje de obra, ejecutando, controlando y supervisando todo el proceso de montaje.

Los clientes de Integralia cuentan con asistencia técnica, que la empresa brinda como un valor añadido.



Ilustración 32: Fabricación de estructuras de acero en planta de Integralia

Recuperado de: integraliagrupo.com, (2014)

5.1.1.3. Instatel, Colombia

INSTATEL C.I., es una empresa de servicios dedicada al desarrollo de proyectos en Construcción, Consultoría, Estructuras Metálicas y Telecomunicaciones, fundada en 1995 en Santiago de Chile, contando con 24 años de experiencia en la ejecución de proyectos de la mano de la tecnología de punta.

Dado a su desarrollo, Instatel logra su expansión a nivel Latinoamericano ubicándose en Colombia, Costa Rica, Panamá, e incluso en Norteamérica.

La empresa, al igual que I.A.I., cuenta con el certificado ISO 9001, centrándose en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para satisfacer los requisitos del cliente.

Dentro de los servicios que brinda Instatel Colombia C.I. Ltda., se encuentra la construcción, mantenimiento y adecuación de sitios para el desarrollo de los proyectos, así como la consultoría en

gerencia de proyectos, cálculos y diseños estructurales, diseño y montaje de estructuras metálicas, gestión ambiental, soporte legal, entre otros.

En cuanto a estructuras metálicas, Instatel cuenta con plantas para la fabricación de estas con maquinaria de última generación, permitiendo realizar proyectos desde el diseño hasta el montaje de las estructuras.

5.1.2. REFERENTES NACIONALES

Honduras cuenta con empresas dedicadas al diseño estructural y así mismo, a la fabricación y montaje de las mismas tal como I.A.I, aunque no todas las empresas cubren todas las áreas de construcción o de trabajo, a continuación, se conocerán dichas empresas describiendo su enfoque y ventajas competitivas dentro del mercado.

5.1.2.1. Alanza

Es una empresa hondureña con más de 30 años de experiencia en el sector de la construcción, dedicada al sector de naves industriales y proyectos comerciales, dando la posibilidad de gestionar, ejecutar, supervisar y asesorar en proyectos de esta índole, ofreciendo proyectos y estudios de ingeniería.

Alanza tiene tres enfoques de trabajo, siendo el primero de inversión, donde generan una estructura y apoyo a modelos financieros, y buscan financiamiento y alianzas estratégicas para la ejecución de los proyectos.

Como segundo enfoque se encuentra la pre-construcción, donde planifican y diseñan los proyectos incluyendo presupuesto y factibilidad del mismo, y la administración y supervisión de las obras es el tercer enfoque.

A diferencia de I.A.I., Alanza no se encarga de la fabricación de las estructuras, pero si del diseño y montaje de las mismas, sin embargo, Alanza si ofrece productos de agregados bajo la certificación de calidad del Programa de Acreditación de Laboratorios de materiales, extendida por el organismo internacional CMEC, por sus siglas en inglés (Construction Materials Engineering Council).

Esta acreditación brinda asesorías para el correcto funcionamiento de laboratorios, evalúa el sistema de control de calidad del mismo en base a las normativas. Anualmente realiza inspecciones a los laboratorios para garantizar que los procedimientos y técnicas empleadas dentro el laboratorio sean de acuerdo a lo establecido en las normas de materiales AASHTO y ASTM. (Alanza, 2019).

Así mismo Alanza tiene como ventaja competitiva sus unidades de negocio de energía y agua, donde se implementan recursos como paneles solares para los proyectos y el brindar soluciones ambientales en cuanto a tratamientos de aguas residuales municipales e industriales.

5.1.2.2. INDUMECO

Industrias del Metal y de la Construcción (INDUMECO S.A de C.V.), es una de las empresas líderes en la gestión de proyectos de construcción en Honduras, con 37 años de experiencia, ofreciendo servicios como construcción industrial y comercial, diseño y desarrollo de proyectos y construcción de edificaciones.

Esta inicia sus actividades en el sector construcción en el año 1981, dedicándose a trabajos de fabricación de estructuras de techo, tanques metálicos, mezanines, naves industriales, hasta llegar a diversificarse en: fabricación y montaje de estructura metálica, obra civil y trabajos de ebanistería, y en 2015 incorpora a sus actividades la obra civil brindando los servicios de diseño, desarrollo y construcción de edificaciones, plazas comerciales, urbanizaciones, pavimentos, naves industriales (ver imagen 33).

Al igual que I.A.I, INDUMECO cuenta con el certificado de Gestión de Calidad ISO 9001:2015, lo cual garantiza la calidad de sus proyectos.

Entre sus clientes para edificaciones industriales se encuentran la Lavandería Pressto, Knaufl, Co-Honducafe, Hondupalma, Comercial Lino, Arso y Olam.

INDUSTRIAL

PLANTEL OLAM VILLANUEVA



BENEFICIO CAFÉ SANTA ROSA



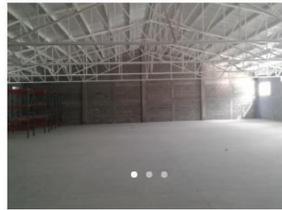
CORPORACIÓN ARSO



CO-HONDUCAFE



COMERCIAL LINO BODEGAS



FÁBRICA DE JABÓN HONDUPALMA



Ilustración 33: Proyectos industriales realizados por INDUMECO

Recuperado de: indumeco.com, (2019)

5.1.2.3. HonduAcero

Aceros de Honduras S. de R.L. de C.V., es una empresa dedicada al diseño, fabricación y construcción de estructuras de acero para la edificación de edificios, naves industriales, tanques y puentes (ver imagen 34).

Entre los sistemas estructurales que esta empresa implementa en el diseño de los proyectos ejecutados se encuentran el Megadeck, que es un sistema de entrepiso metálico que utiliza un perfil galvanizado diseñado para anclarse en la losa del concreto, el *Megarooft structural* también se trata de un sistema de entrepiso, sin embargo, el peralte es mayor a los tradicionales, ofreciendo ventajas en cuanto a impermeabilidad y resistencia estructural, entre otros sistemas.

Al igual que I.A.I, HonduAcero hace uso del software de diseño estructural RISA, que permite proyectar estructuras con acero, hormigón, madera, mampostería, aluminio, entre otros (ver imagen 35).

Edificio Hiunday, Tegucigalpa



Edificio Elements, Tegucigalpa



Ilustración 34: Proyectos llevados a cabo por HonduAcero

Recuperado de: honduacero.com, (2010)

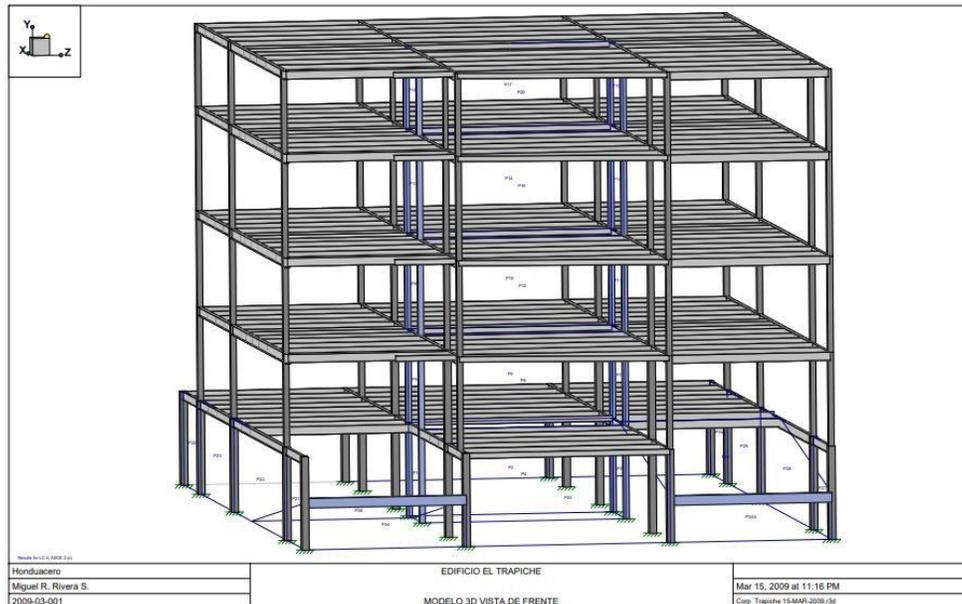


Ilustración 35: Modelo 3D de Edificio Trapiche en Software RISA por HonduAcero

Recuperado de: honduacero.com, (2010)

5.2. CRONOLOGÍA DE TRABAJO

Con el fin de tener un control en el seguimiento de las tareas y proyectos realizados a lo largo del periodo de práctica profesional, se hace una planificación por medio del diagrama de Gantt, gráfico que permite visualizar el progreso de las actividades a realizar, su duración y secuencia, conociendo que las barras horizontales indica el tiempo de cada tarea ejecutada definidos en días, semanas y meses.

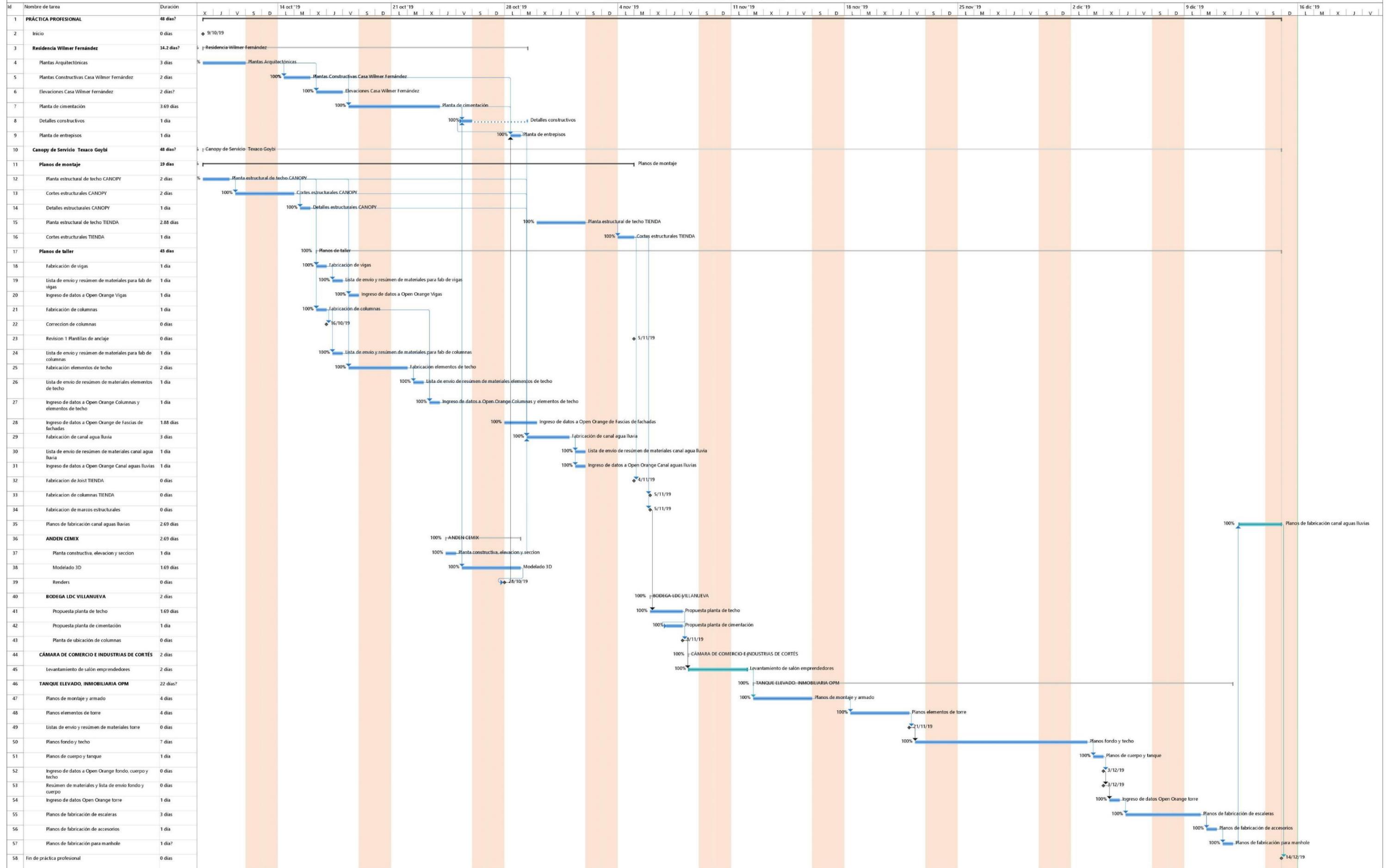
La planificación puede sufrir cambios en el tiempo, pues, las acciones o tareas quedan vinculadas entre sí, dependiendo, algunas de ellas, de la conclusión de ciertas tareas que permitan continuar con el proceso, y como es normal, los proyectos sufren modificaciones, atrasos o avances anticipados que obligan a que el cronograma de las tareas futuras también se vea afectado por dichos cambios.

Durante las 10 semanas de práctica profesional, se llevaron a cabo diferentes proyectos que se trabajaban de manera simultánea, ejecutando el diseño de elementos estructurales, planos ejecutivos de los proyectos donde se observa el montaje de las estructuras, detalles constructivos de uniones y elementos específicos que resultan importantes y necesarios de detallar. Así mismos, elevaciones, plantas de cubierta y secciones estructurales que permitan conocer el funcionamiento de las estructuras.

De igual forma, se llevaron a cabo tareas de modelado 3 y renderizado de ciertos proyectos, permitiendo una visualización más real del proyecto, y así mismo, se llevó a cabo actividades de levantamiento del salón Emprendedores de la Cámara de Comercio e Industrias de Cortés.

Algunos proyectos tomaron mayor tiempo para su desarrollo, dependiendo de su magnitud y el tipo de actividades que se debían realizar.

PLANIFICACION DE PRACTICA PROFESIONAL, DIAGRAMA DE GANTT



VI. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Se han asignado responsabilidades que deben cumplirse durante el periodo de práctica profesional. Las cuales capacitarán al practicante en el área de diseño y desarrollo de edificaciones industriales y comerciales con estructuras metálicas y de concreto, así como el diseño de proyectos residenciales.

Cada uno de los proyectos es manejado como una orden de producción para una mejor organización de los mismos, contando con un número que lo identifique, el cual incluye el número de orden de producción, el año y el número de obra.

6.1. ESPECIFICACIÓN DE LAS RESPONSABILIDADES

Dentro de estas se han incluido actividades de diseño arquitectónico, estructural y cálculo de estructuras y cantidades de obra para su posterior compra.

6.1.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Enfocándose en proyectos residenciales, donde se deberá realizar un juego de planos completo por cada proyecto, así como el modelado del mismo, para luego desarrollar imágenes fotorrealistas y videos recorridos que permitan conocer el resultado final del proyecto.

Dentro de los planos a elaborar se encuentran:

- Plantas de conjunto
- Plantas arquitectónicas
- Plantas constructivas
- Planta de cimentación
- Planta de entresijos
- Plantas hidrosanitarias (aguas negras y agua potable)
- Plano de elevaciones
- Plano de instalaciones eléctricas (fuerza e iluminación)
- Planta estructural de techos

- Plantas de acabados
- Cortes estructurales
- Detalles constructivos
- Renders y video recorrido

6.1.2. DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS PARA EDIFICACIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES

Donde se requiere el diseño, dimensionamiento y cálculo de los elementos estructurales que conformen la edificación, así como las cantidades de obras para el mismo.

Dentro de las tareas a realizar se encuentran:

- Planos estructurales
- Secciones y detalles estructurales
- Planos y esquemas de fabricación de piezas para la producción de las mismas en planta
- Resúmenes de cantidades de obra
- Ingreso de datos de estructuras y materiales a *Open Orange*, Software de Gestión que permite un mejor control de los procesos administrativos en cuanto a contrato de personal para la ejecución de los proyectos de acuerdo con las estructuras y materiales ingresados en la plataforma.
- Listas de envío de estructuras a campo

Toda la documentación desarrollada debe ser distribuida por el practicante a cada departamento de trabajo correspondiente para su revisión, aprobación, fabricación y ejecución, destacando que, tanto los planos de montaje, planos de fabricación y esquemas de fabricación, son entregados al departamento de Fabricación en Planta, quienes desarrollan la elaboración de las piezas y armado de las estructuras que se enviarán a la obra en campo para la ejecución del proyecto.

A continuación, se realiza un resumen de los proyectos en ejecución por la practicante y la descripción de las diferentes actividades realizadas en cada uno en el transcurso de la práctica profesional.

6.2. CAPÍTULO I. SEMANAS DEL 09 AL 22 DE OCTUBRE

6.2.1. VIVIENDA UNIFAMILIAR EN RESIDENCIAL CAMPISA

Se diseña una vivienda ubicada en residencial Campisa de la ciudad de San Pedro Sula, en un lote de 382 m² para el propietario Wilmer Fernández, quien ha solicitado el siguiente programa arquitectónico:

- Sala principal y sala familiar
- Cocina
- Comedor
- Zona de barbacoa y bar
- Piscina
- Lavandería
- Gimnasio
- Bodega
- Dormitorio principal con *walk-in closet* y baño
- Dos dormitorios secundarios con baño cada uno
- Armario

Debido al metraje cuadrado del lote, se decide el diseño de una casa de dos niveles, donde en el primer nivel se encontrarán los espacios sociales y de servicio, y en el segundo nivel, los dormitorios.

6.2.1.1. Planta de conjunto

La planta de conjunto (ver Ilustración 36), muestra las áreas de piscina y barbacoa con un pergolado de madera @0.50m, así como la distribución de la cubierta que sería de lámina de aluzinc tipo teja color rojo, y una pendiente del 45%.

PROYECTO: RESIDENCIA FERNANDEZ



Ilustración 36: Planta de conjunto, Residencia Wilmer Fernández

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.2.1.2. Plantas arquitectónicas

En la Ilustración 37 puede apreciarse la distribución de los espacios en ambos niveles de la vivienda, teniendo el acceso en la parte frontal del lote, y un área de garaje con capacidad para dos automóviles. Se ingresa a la vivienda por medio de un hall de acceso que dirige hacia la sala principal o el comedor, así mismo puede ingresar al área de cocina, la cual tiene continuo el cuarto de lavandería, con capacidad para instalar una lavadora, una secadora y contando con una pila.

Desde el hall puede ingresarse también a la sala de estar o sala familiar, que es más privada que la sala principal, y desde esta puede salir hacia el bar y la zona de barbacoa, equipada con mobiliario necesario para las actividades del área. La piscina cuenta con un área mínima pero cómoda, teniendo a disposición espacio para una zona de descanso e instalación de sillas reclinables.

Junto al área de piscina se encuentra el gimnasio, que permitirá instalar dos máquinas de ejercicio, así mismo, este tiene vista hacia el área de piscina, contando con un ventanal que permita la entrada de ventilación y luz. Contiguo a este espacio se encuentra una bodega que permita almacenar cualquier tipo de equipo que sea necesario.

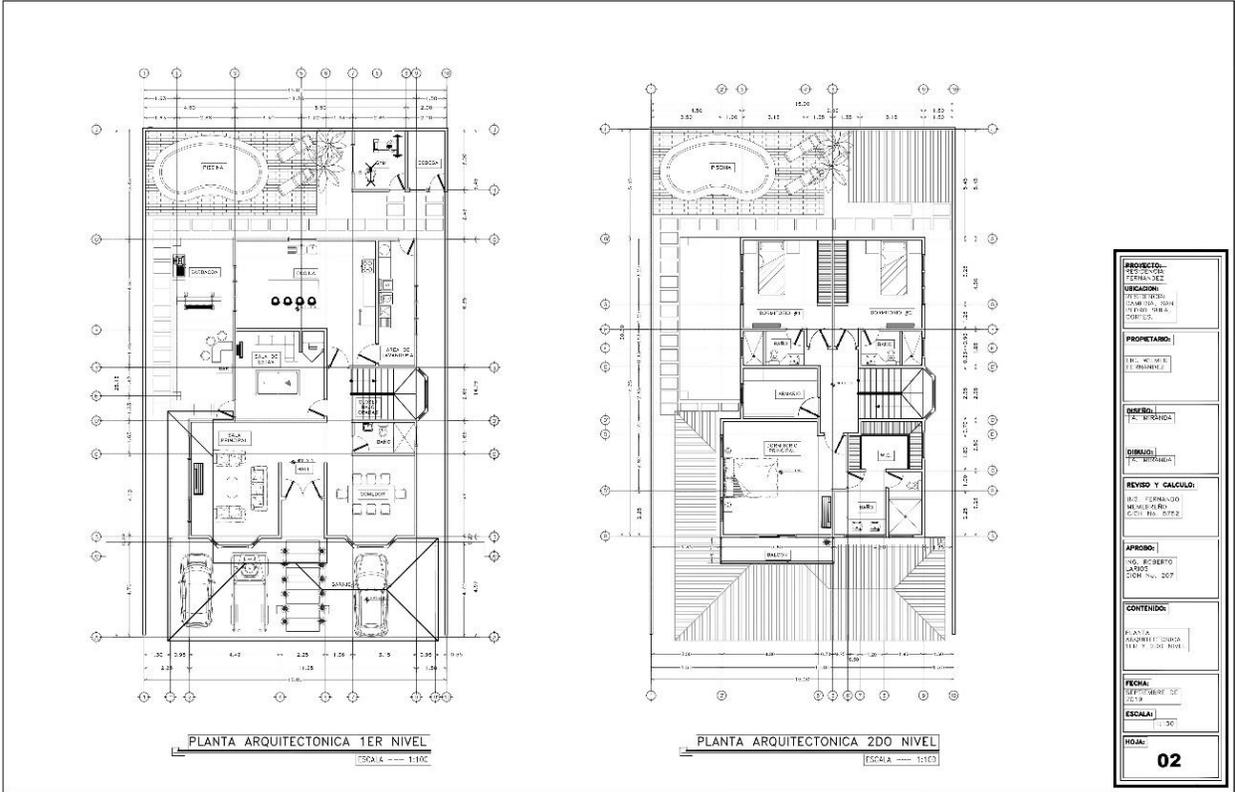


Ilustración 37: Plantas Arquitectónicas, Residencia Wilmer Fernández

Fuente: Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Se accede al segundo nivel por medio de escaleras, pudiendo dirigirse a un armario común, o a los tres diferentes dormitorios, cada uno de ellos cuentan con su propio baño y ducha, y el dormitorio principal, equipado con un *walk-in closet*.

El dormitorio principal tiene acceso a un balcón que permite la vista hacia el exterior y la entrada de ventilación y luz a la habitación.

6.2.1.3. Plantas constructivas

Los muros serán construidos de bloque espesor 0.15m, siendo estos, muros de carga inicialmente, como se muestra en la ilustración 38, teniendo en el área de barbacoa columnas de madera que sostienen el pergolado, estas con dimensiones de 0.40 x 0.40m, y en el garaje se utilizan columnas de concreto base rectangular, con dimensiones 0.25 x 0.40m, sosteniendo la cubierta de esta área.

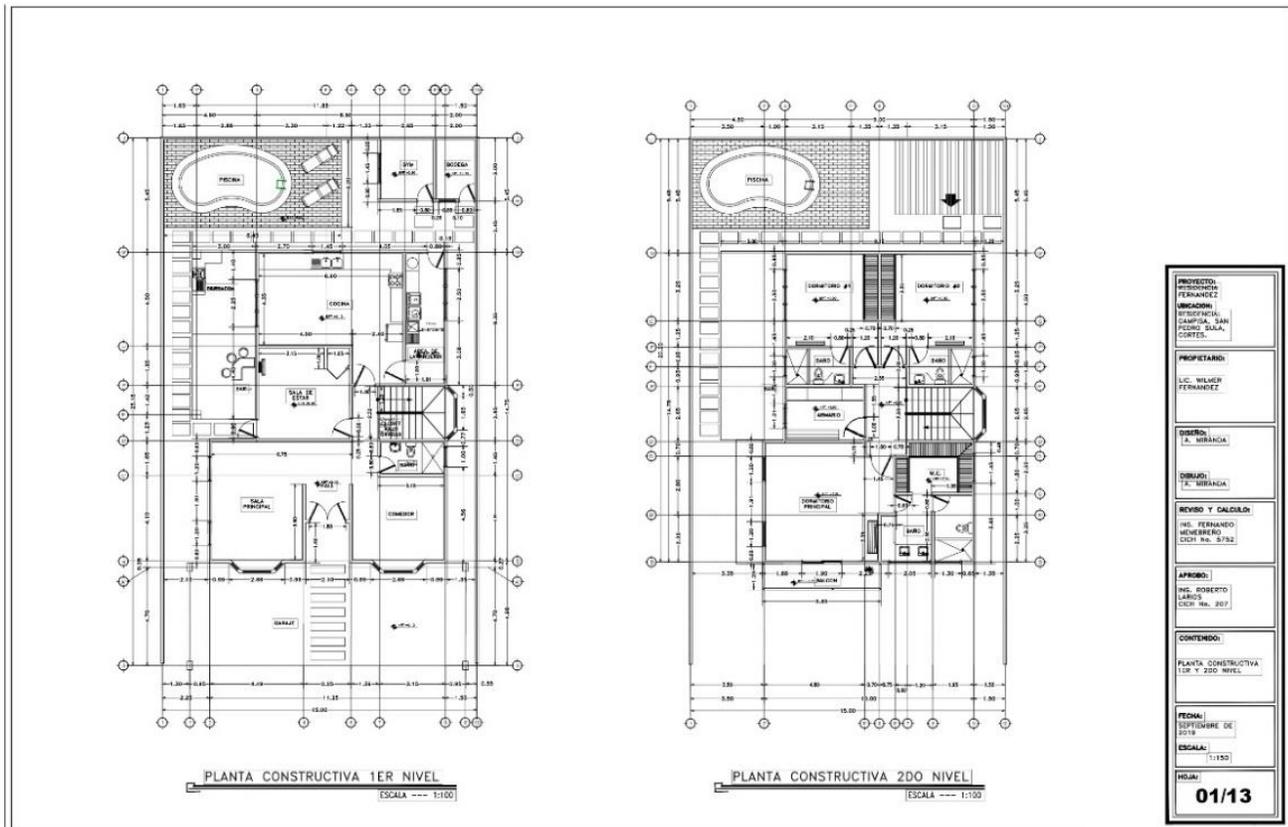


Ilustración 38: Plantas constructivas, Residencia Wilmer Fernández

Fuente: Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Sin embargo, su estructura de muros de carga fue reemplazada por un sistema adintelado de vigas y columnas tal como se muestra en la imagen 39.

Se utilizan cinco tipos de puertas, todas con un alto de 2.10m y un ancho que varía según la zona donde se instalarán.

Tabla 2: Cuadro de tipos de puertas

Cuadro de Puertas		
#Puerta	Ancho	Alto
P-1	1.80	2.10
P-2	0.80	2.10
P-3	0.90	2.10
P-4	1.00	2.10
P-5	1.90	2.10

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Las ventanas a instalar varían en su alto y ancho, teniendo un total de 11 tipos.

Tabla 3: Cuadro de tipos de ventanas

Cuadro de Ventanas		
#Ventana	Ancho	Alto
V-1	1.34	1.50
V2	0.44	1.50
V-3	1.20	1.50
V-4	2.25	1.50
V-5	1.45	1.50
V-6	1.35	1.50
V-7	0.44	3.60
V-8	1.39	3.60
V-9	1.00	0.50
V-10	2.50	1.30
V-11	0.85	1.50

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.2.1.4. Planta de cimentación

La cimentación es el conjunto de elementos de una estructura que ayudan a transmitir las cargas al suelo, por lo cual, de esta depende la estabilidad de la edificación. La residencia Fernández, cuenta con una zapata corrida con un ancho de 0.50m, y zapatas aisladas que reciben las cargas transmitidas por las columnas con dimensiones de 1.00x1.00m y 1.20x1.20m tal como se observa en la ilustración 39, así mismo, cuenta con 5 tipos de castillos que ayudan a amarrar una pared con otra y un solo tipo de columna con dimensiones de 0.15x0.25m.

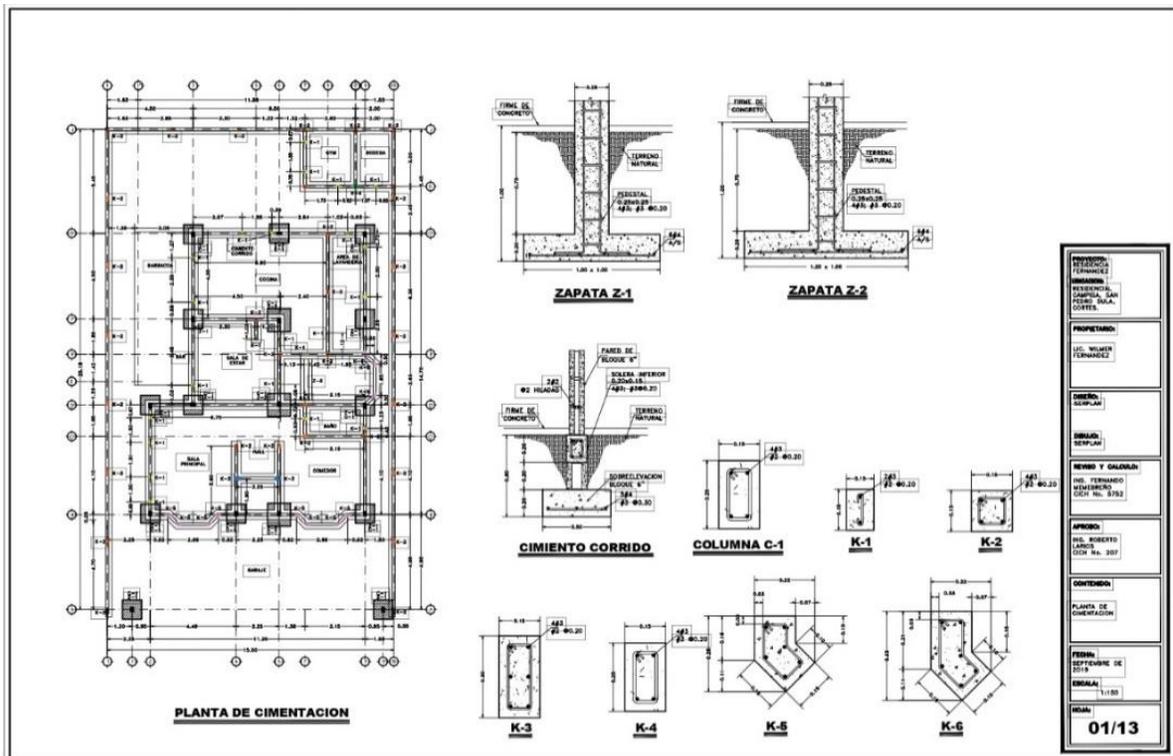


Ilustración 39: Planta de cimentación y detalles constructivos

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.2.1.5. Elevaciones

El estilo que presenta esta vivienda es clásico moderno (ver ilustración 40 y 41), donde se utilizan elementos de la decoración clásica tales como las molduras en las ventanas con vuelos, estos construidos con concreto, así como el techo a cuatro aguas, la forma de las ventanas tipo balcón y el tipo de lámpara de exterior de aluminio color negro; y dentro de los elementos modernos se incluye el sisado de las paredes y los materiales de cubierta con lámina de aluzinc tipo teja color rojo, que son modernos pero hacen alusión a la teja rustica, y ventanales de vidrio de hoja corrediza.

Así mismo la implementación de la madera en el área pergolada de barbacoa, crean ambiente rústico que entra en el estilo clásico moderno.

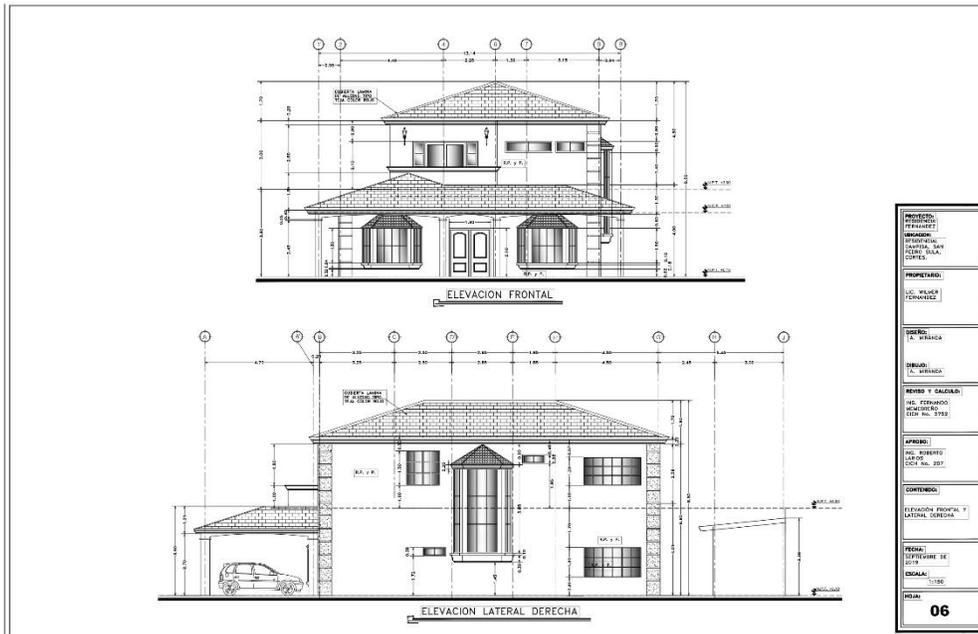


Ilustración 40: Elevación principal y lateral derecha, Residencia Wilmer Fernández

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

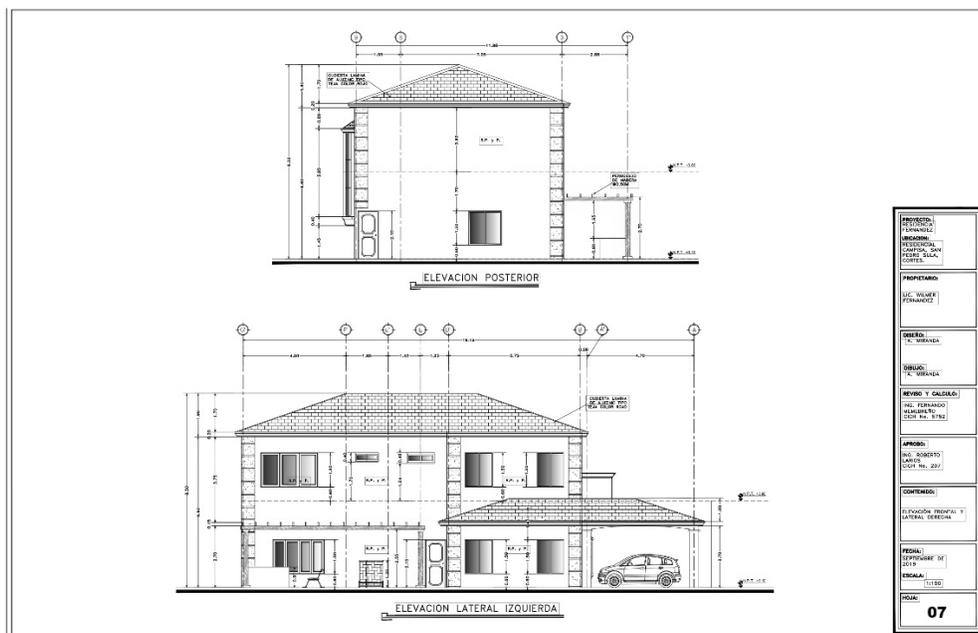


Ilustración 41: Elevación posterior y lateral izquierda, Residencia Wilmer Fernández

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.2.2. ESTACIÓN DE SERVICIO TEXACO GOYBI

Como primera fase, se solicita el diseño de un canopy mayor de servicio para la gasolinera Texaco Goybi, a construirse en la ciudad de San Pedro Sula, propiedad de Inversiones Santa Ana, S de R.L.

Dentro del mismo se utilizará estructura de acero soldada con una longitud de 50.40 m y un ancho de 8.60m, teniendo un área de 433.44m².

El departamento de Diseño y Desarrollo ha propuesto para su estructura, 6 columnas de tubo de 18" x 1/4" de espesor y una altura de 5.66m libres de nivel de piso. Dos columnas, siendo la V1 sección W14x30 y la V2 sección W 16x36.

En este caso, el cliente ha solicitado específicamente que se instalen dos canales de agua lluvia a los costados más largos de la cubierta, lo que requiere de un suministro de instalación de canal de recolector de aguas lluvias fabricados con lámina galvanizada de 1/16" de espesor, y un sistema de desagüe con tubos de 3" y con pendiente del 2%.

Así mismo se ha propuesto una cubierta de techo con lámina de Aluzinc estructural calibre 24 color natural, y una estructura metálica para fascia perimetral y un *flashing* calibre 24 color natural.

Dentro de las especificaciones constructivas se encuentra:

- Acero ASTM A-36 y 992
- Soldadura bajo las normas AWS D1.1
- Pintura: llevará dos aplicaciones de pintura anticorrosivo alquílico color gris, previo a la aplicación de la pintura, será limpiada según especificaciones SSPC-SP2.

6.2.2.1. Planta estructural de techo y secciones

En la ilustración 42, se observa la distribución de las vigas y viguetas que sostienen la lámina de aluzinc, así como elementos tales como los sag-rods, que ayuda a la unión de las canaletas para rigidizarlas.

Las secciones en las ilustraciones 43 y 44, muestran la llegada de las vigas voladizo hacia la columna y hacia la viga principal, así como las diferentes alturas, y la instalación de la fascia perimetral.

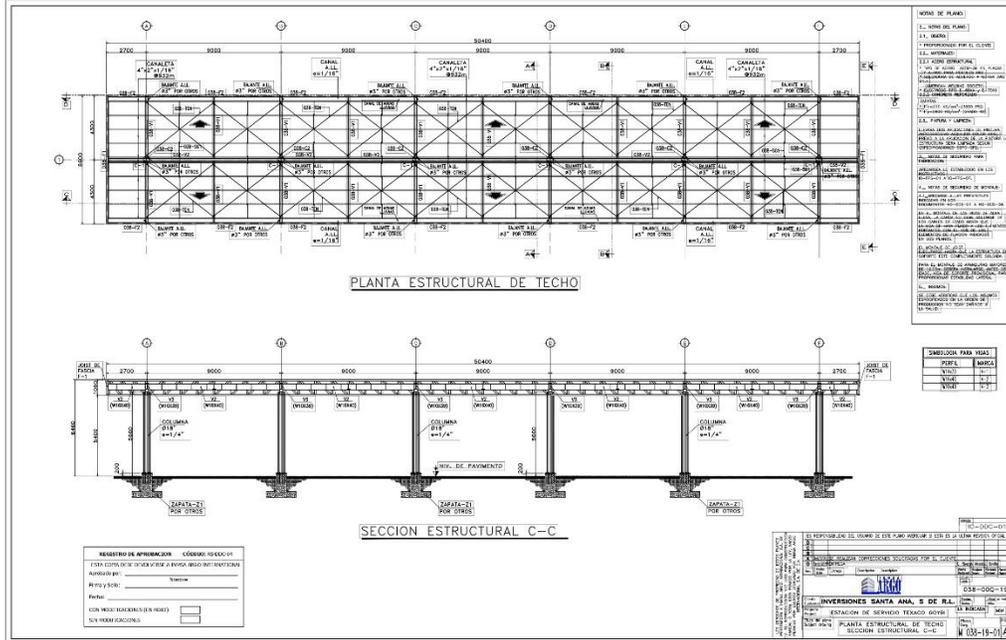


Ilustración 42: Planta estructura de techo y sección C-C, Canopy mayor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

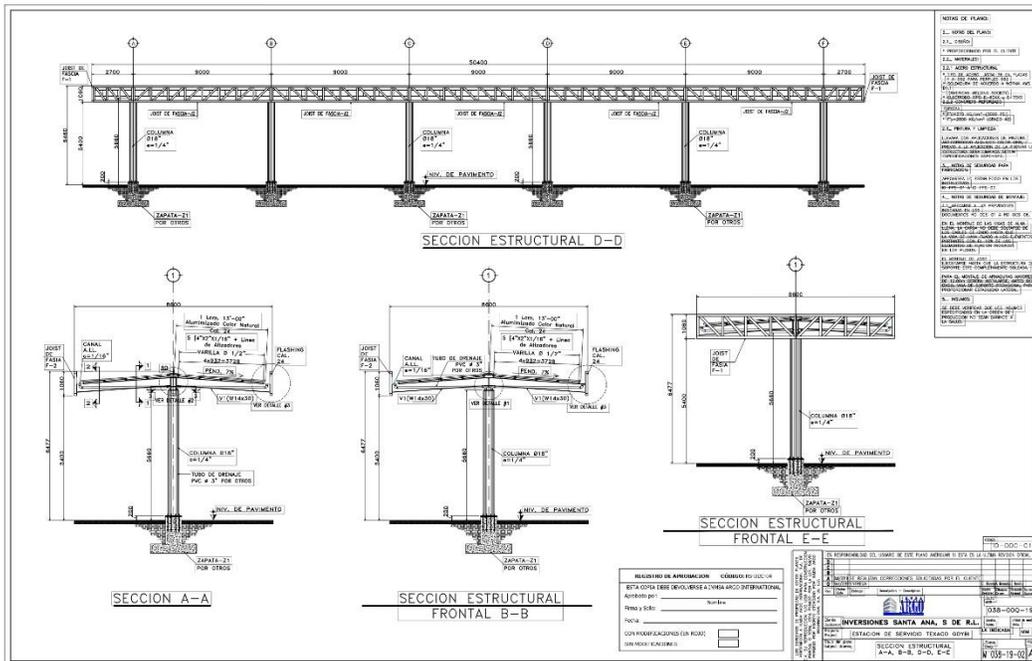


Ilustración 43: Secciones estructurales, Canopy mayor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

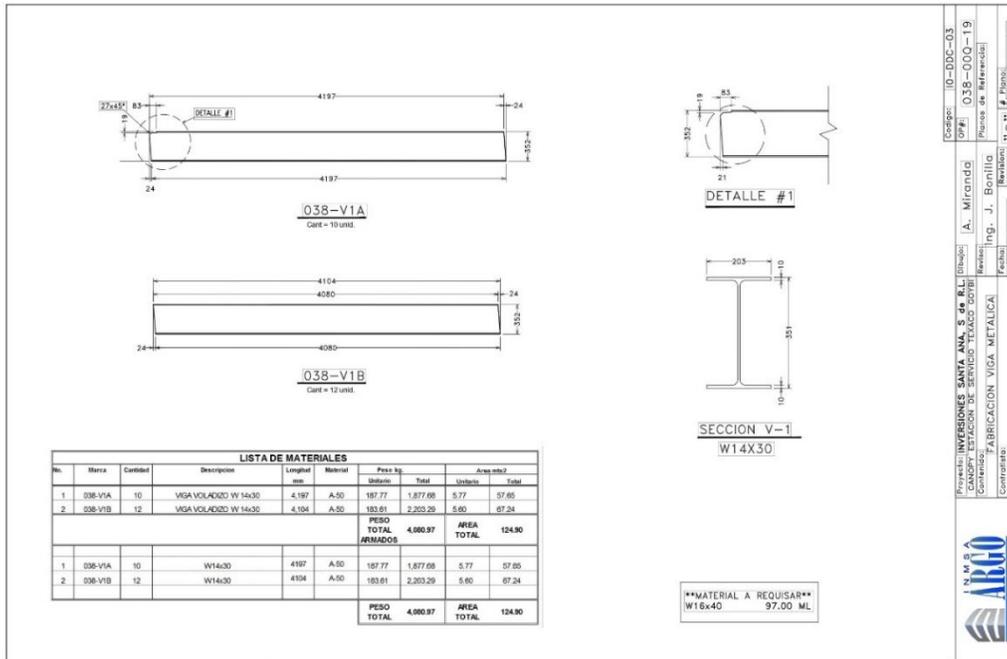


Ilustración 45: Plano de fabricación de vigas metálicas, canopy mayor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

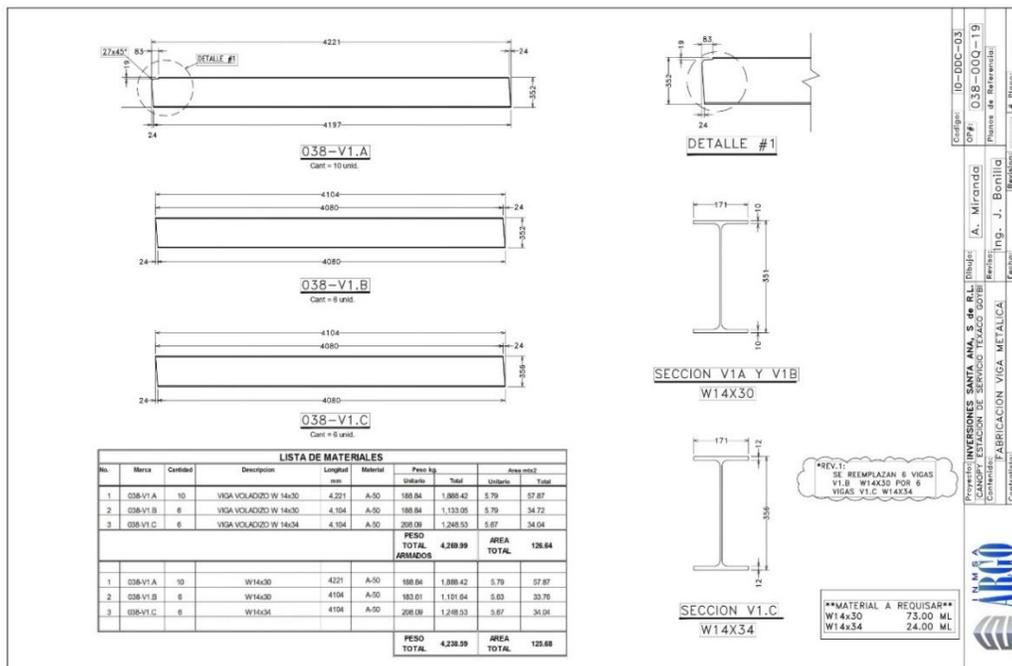


Ilustración 46: Plano de fabricación vigas voladizo implementando perfil W14x34

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Sin embargo, por cuestión de inventario, se solicitó al departamento de Diseño y Desarrollo, implementar 6 vigas perfil W14x34, por lo cual, se sustituyeron 6 vigas voladizo perfil W14x30, por 6 vigas voladizo perfil W14x34, distribuyéndolas de manera simétrica (ver imagen 46).

Estos perfiles únicamente varían en su peralte 5 milímetros por lo cual esto no fue un problema para el diseño, teniendo así, tres tipos de viga voladizo (V1A, V1B y V1C).

6.2.2.3. Ejecución de planos de fabricación de columnas Ø18"

Al igual que las vigas, las columnas se deben fabricar según lo especificado por el cliente, siendo en este caso, con lámina espesor 1/4", y unidas por soldaduras.

La columna cuenta con un tapón donde se anclará la columneta, perfil W10x39, elemento donde llegarán las vigas principales y vigas voladizo (ver ilustración 47).

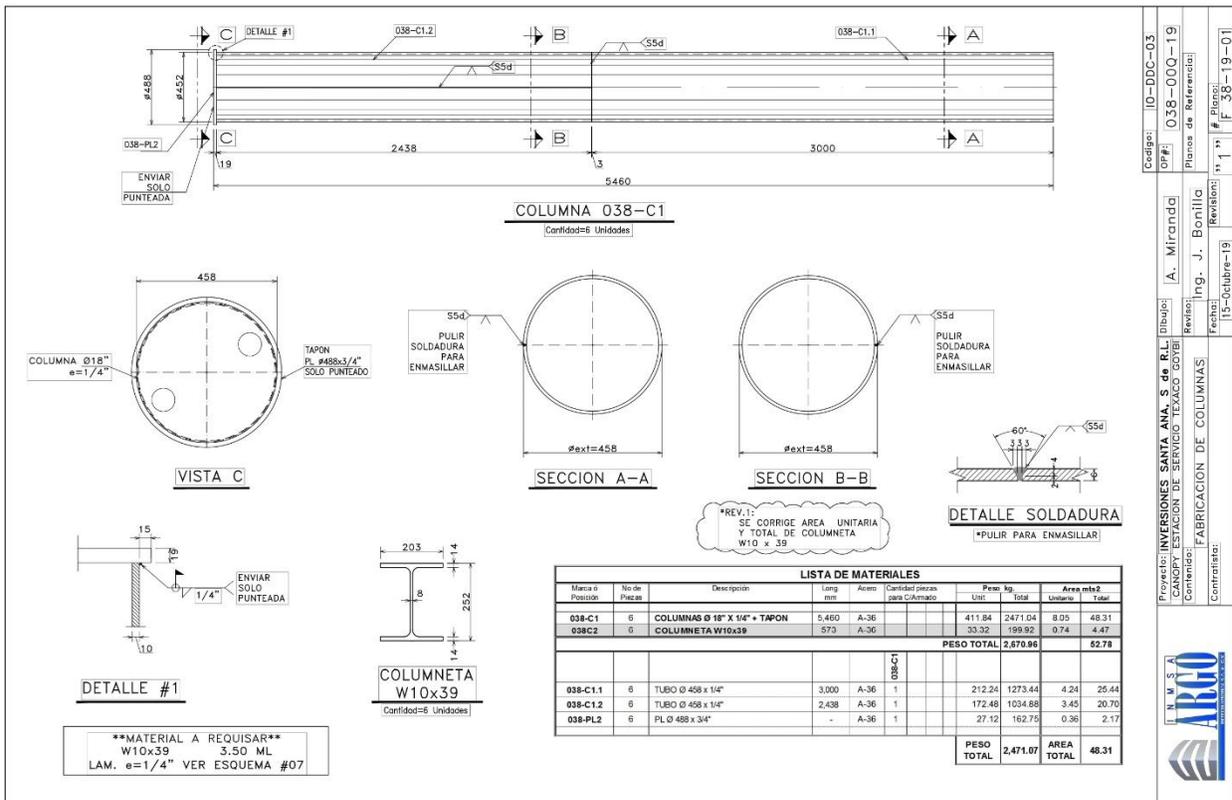


Ilustración 47: Plano de fabricación de columnas Ø18", Canopy mayor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

De igual forma, se elaboran esquemas de elementos como los pernos de anclaje, placas de anclaje y plantillas, piezas y corte de láminas para la fabricación de las columnas.

En todos los casos se calcula el peso en Kgs. y el área en m², dando los valores unitarios y totales.

6.2.2.4. Ejecución de planos para fabricación de elementos de techo

Los elementos de techo tales como el capote, los sag-rods, tensores, fijadores y orejas se presentan en esquemas (ver ilustración 48 al 52) con el fin de ver a detalle sus dimensiones, características específicas y material con el cual se fabricarán.

Así mismo, se especifica su longitud, peso y área, esto permite calcular el material necesario a requisar.

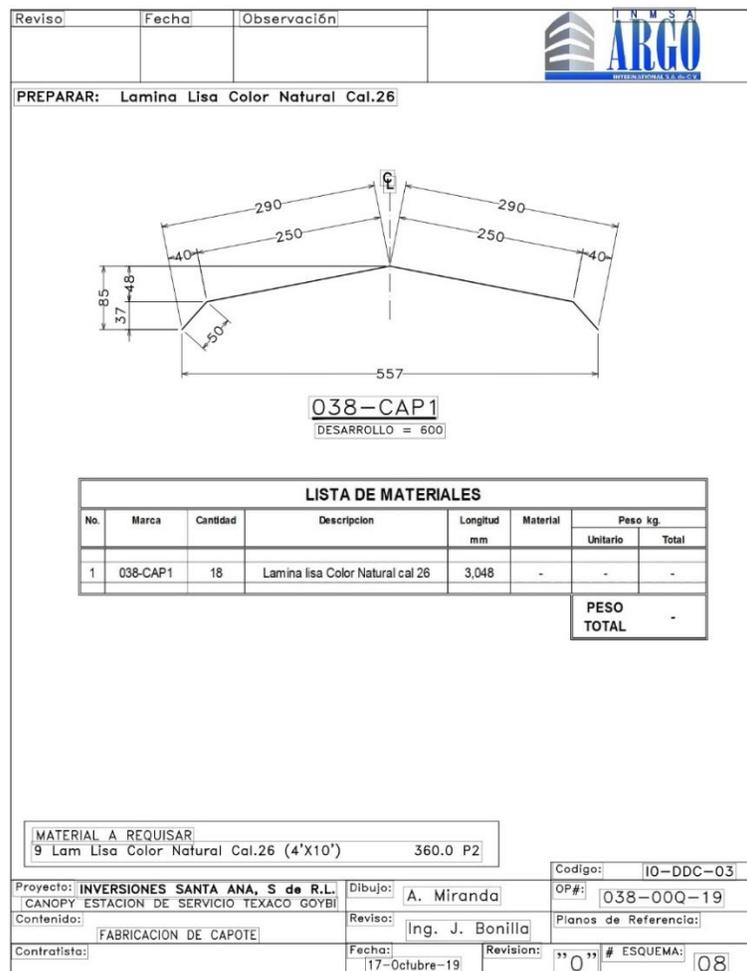


Ilustración 48: Esquema de Fab. de Capote

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Es importante conocer que la fabricación del capote requiere un cálculo de desarrollo para determinar la longitud final requerida para realizar los pliegues del mismo sin problema.

Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Suma de los lados} - (2 * \# \text{de golpes} * \text{espesor de lam.})$$

Ecuación 1: Desarrollo para cálculo de lámina

Fuente: (INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En este caso, el capote (ver ilustración 48), tiene 4 lados, con dimensiones en dos de ellos de 50mm y 250mm en los dos lados centrales teniendo un total de 600mm. La lámina a utilizar es calibre 26, por lo que su espesor es 0.45mm, y específicamente en casos donde sus ángulos de dobles son mayores a 90°, no se utiliza el factor de número de golpes, por lo cual, este se omite en el cálculo del capote.

Siendo así:

$$600 - (2 * 0.45) = 599.1 \text{mm}$$

Ecuación 2: Desarrollo de capote

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

La cifra es redondeada dando un total de 600mm de desarrollo, requiriendo entonces, 360 P² para la fabricación de 18 capotes con longitud de 3.048m.

En la ilustración 49 se observa el esquema de fabricación de sag-rods, la cual es una varilla que evita el hundimiento de una viga de acero de banda abierta funcionando como una correa con su profundidad en ángulo recto con respecto a la inclinación de un techo.

El proyecto presenta dos tipos de sag-rod, donde el SG1 y SG2, son implementados entre canaletas fijándose por medio de tuercas diámetro 1/2", y el SG3, el cual es fijado por medio de turca diámetro 1/2" en uno de sus extremos, y en el otro, por medio de soldadura debido a que en ese extremo se encuentra el canal agua lluvia (ver ilustración 44 y 42).

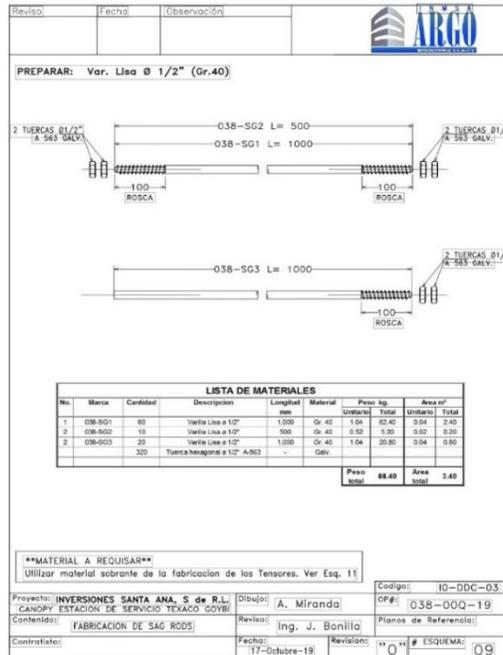


Ilustración 49: Esquema de Fab. Sag-rod

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Los fijadores de techo (ver imagen 50) se implementan con el fin de amarrar los sag-rods con la canaleta o viguetas de techo, habiendo en el proyecto dos tipos, variando únicamente su longitud.

Para su fabricación también es necesario calcular su desarrollo, implementando la fórmula de desarrollo para cálculo de lámina (ver Ecuación 1), y esta vez, incluyendo el número de golpes, el cual es igual a 1, y su espesor 4.7625mm al ser una lámina espesor 3/16", siendo:

$$140 - (2 * 1 * 4.7625) = 130.4$$

Ecuación 3: Desarrollo de fijadores

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Por lo cual el desarrollo de ambos fijadores es de 130mm, necesitando 24 P2 para la fabricación de 130 fijadores.

Las orejas presentadas en la ilustración 51, hacen la misma función que los fijadores, sin embargo, estas se implementan para la fijación de los tensores de cubierta y van anclados a las vigas.

En este caso, no se realiza desarrollo, pues el material a utilizar es un ángulo de acero, perfil 2"x2"x1/4".

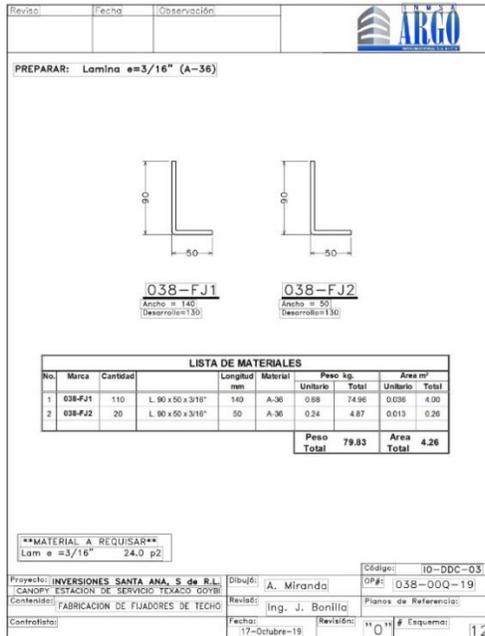


Ilustración 50: Esquema de fab. de fijadores

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

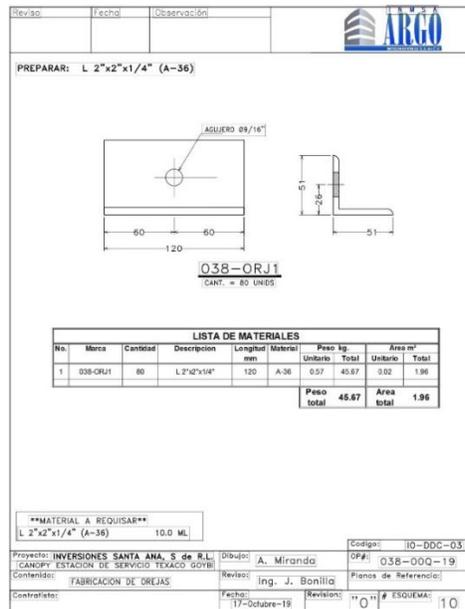


Ilustración 51: Esquema de Fab. Orejas

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

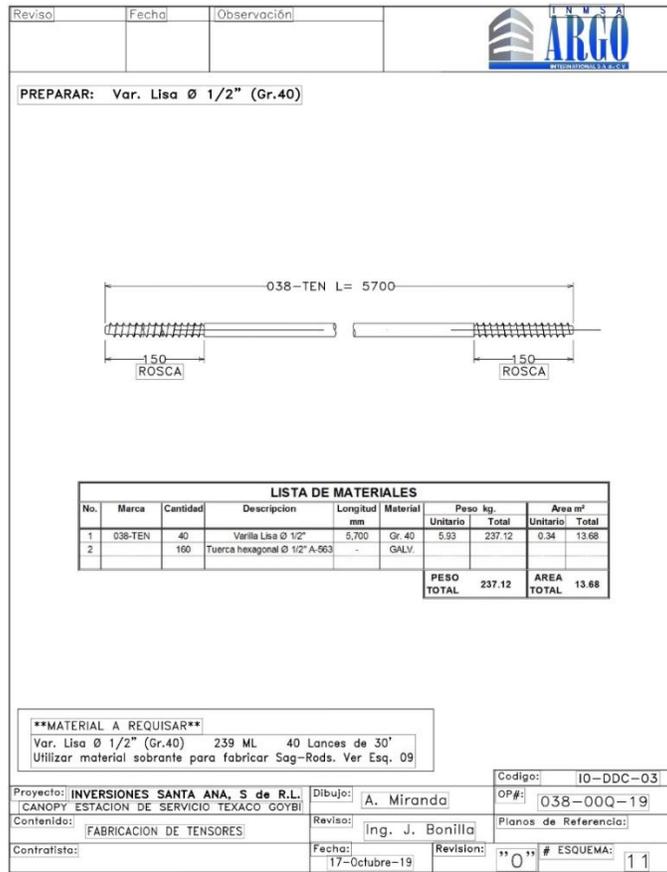


Ilustración 52: Esquema de fab. de tensores

Fuente: (A. Miranda para INMUSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Los tensores (ver ilustración 52), son piezas de acero cuyos extremos están fresados interiormente para poder atornillar en ellos pernos de rosca, que haciéndolos girar en un sentido o en otro, tensarán o aflojarán cualquier cadena o cable que tengan firmes. Estos son diseñados para resistir fuerzas axiales de tensión.

6.2.2.5. Ejecución de planos para fabricación de canaleta de techo (viguetas)

Las canaletas galvanizadas son perfiles C longitudinales que se implementan como viguetas y son sostenidas por las vigas principales, estas ayudan a soportar las cargas del techo y transferirlo a las vigas principales.

En el proyecto del canopy de servicio se diseñan viguetas perfil 4"x2"x1/16" con dos agujeros donde se traspasarán los sag-rods. (Ver Ilustración 53).

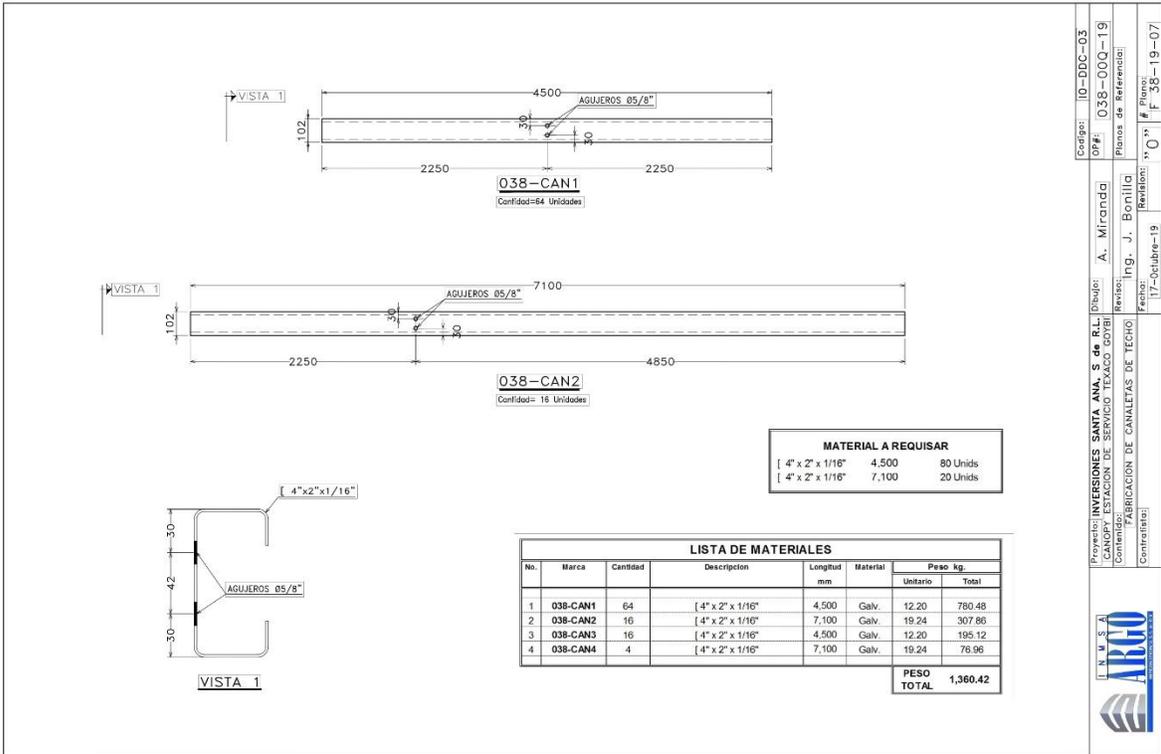


Ilustración 53: Plano de fabricación de viguetas de techo

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.2.2.6. Resúmenes de cantidades de obra (material a requisar)

Como parte del desarrollo del proyecto, se elabora un resumen de las cantidades de obras y tipos de materiales que se deben comprar para la fabricación de la estructura, detallando el tipo de pieza, su cantidad, el peso neto en Kgs., y especificando el material necesario para su fabricación con sus Pies cuadrados, metraje cuadrado, metraje lineal, según sea el caso, así como su peso unitario, para luego sumar los valores y conocer las cantidades exactas a requerir y de esta manera comprarlo. (Ver ilustraciones 54 a 57).

	RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR	CODIGO: RS-DDC-02 VERSION: 4 Pagina 1 de 1
---	--	---

PROYECTO : ESTRUCTURA DE CANOPY PARA TEXACO GOYBI FECHA: 12-octubre-19
 CLIENTE : INVERSIONES SANTA ANA, S DE R.L. REV: " 0 "
 OP N° : 038-00Q-19 RESUMEN N°: " 2 "

DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lam. e = 1/4" (Lam. 6' x 20')	Lam. e = 3/4"	Lam. e = 5/8"	W10X39	W14X30	W16X40	
			A-36	A-36	A-36	A-36	A-36	A-36	
		NETO	4.64	13.91	11.6	58.16	44.74	59.65	
		KG	P2	P2	P2	ML	ML	ML	
VIGAS METALICAS	29	7,070.10					97.00	61.00	
PLACAS REGIDIZADORAS PARA COLUMNA W 16x40	88	416.51			30.00				
COLUMNETA W10x39	6	199.92				3.50			
COLUMNA Ø18" x 1/4" + TAPON	6	2,471.07	720.00	16.00					
PESO NETO TOTAL		10,158.60							
PESO TOTAL+DESPER.		11,870.75	720.00	16.00	30.00	3.50	97.00	61.00	
PESO MATERIAL REUTILIZABLE		1,007.53	217.14						
FACTOR DESPERCICIO		1.07							
REQUISAR:			P2	720.00	16.00	30.00			
			LAM.(6' x 20')	6					
						ML	3.50	97.00	61.00
						LANCES DE 40'	8		5

Ilustración 54: Resumen de cantidades de obras, vigas y columnas, Canopy mayor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

	RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR	CODIGO: RS-DDC-02 VERSION: 4 Pagina 1 de 1
--	--	---

PROYECTO : ESTRUCTURA DE CANOPY PARA TEXACO GOYBI FECHA: 10-octubre-18
 CLIENTE : INVERSIONES SANTA ANA, S DE R.L. REV: " 0 "
 OP N° : 038-00Q-19 RESUMEN N°: " 1 "

DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lam. e = 1"	Lam. e = 1/8"	Var. Lisa = 3/4"
			A-36	A-36	A-36
		NETO	18.55	2.32	2.23
		KG	P2	P2	ML
PLACA DE ANCLAJE	6	586.82	33.00		
PLANTILLA DE ANCLAJE	1	12.23		6.00	
PERNOS DE ANCLAJE	72	142.90			63.00
ACCESORIOS					
Tuerca hexagonal Ø3/4"-HN	144				
Arandela plana Ø3/4"-HN	144				
PESO NETO TOTAL		741.95			
PESO TOTAL+DESPER.		766.56	33.00	6.00	63.00
PESO MATERIAL REUTILIZABLE					
FACTOR DESPERCICIO		1.03			
REQUISAR:			P2	33.00	6.00
					ML
					63.00
					LANCE 30'
					7.00

Ilustración 55: Resumen cantidades de obra, columnas, Canopy

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

	RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR	CÓDIGO: RS-DDC-02
		VERSIÓN: 4
		Página 1 de 1

PROYECTO : ESTRUCTURA DE CANOPY PARA TEXACO GOYBI
 CLIENTE : INVERSIONES SANTA ANA, S DE R.L.
 OP N° : 038-00Q-19

FECHA: 12- octubre-19
 REV: "1"
 RESUMEN N°: "2"

DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lam. e = 1/4" (Lam. 6' x 20')	Lam. e = 3/4"	Lam. e = 5/8"	W10X39	W14X30	W14X34	W16X40	
			A-36	A-36	A-36	A-36	A-36	A-36	A-36	
		NETO	4.64	13.91	11.6	58.16	44.74	50.70	59.65	
		KG	P2	P2	P2	ML	ML	ML	ML	
VIGAS METALICAS	29	7,259.12					73.00	24.00	61.00	
PLACAS REGIDIZADORAS PARA COLUMNA W 16x40	88	416.51			30.00					
COLUMNETA W10x39	6	199.92				3.50				
COLUMNA Ø18" x 1/4" + TAPON	6	2,471.07	720.00	16.00						
PESO NETO TOTAL		10,347.62								
PESO TOTAL+DESPER.		12,013.91	720.00	16.00	30.00	3.50	73.00	24.00	61.00	
PESO MATERIAL REUTILIZABLE		1,007.53	217.14							
FACTOR DESPERCICIO		1.06								
REQUISAR:		P2	720.00	16.00	30.00					
		LAM.(6' x 20')	6			ML	3.50	73.00	24.00	61.00
								6	2	5
*REV.1: SE REEMPLAZAN 2 LANCES DE W14X30 POR 2 LANCES DE W14X34 EN VIGAS METALICAS										

Ilustración 56: Resumen de material a requisar, revisión de vigas de acero

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En el caso de haber sustituido 6 vigas de acero perfil W14x30 por 6 vigas metálicas perfil W14x34, se envía una revisión del resumen de materiales a requisar donde se indica este cambio. (Ver ilustración 56).

	RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR	CÓDIGO: RS-DDC-02
		VERSIÓN: 4
		Página 1 de 1

PROYECTO : ESTRUCTURA DE CANOPY PARA TEXACO GOYBI
 CLIENTE : INVERSIONES SANTA ANA, S DE R.L.
 OP N° : 038-00Q-19

FECHA: 17- octubre-18
 REV: "0"
 RESUMEN N°: "5"

DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lam e=3/16"	[4" x 2" x 1/16"	L2"x2"x1/4"	Var. Lisa = 1/2"	
			A-36	GALV.	A-36	A-36	
		NETO	3.48	2.71	4.76	1.04	
		KG	P2	ML	ML	ML	
CANAleta DE TECHO							
[4" x 2" x 1/16" x 4500	80	975.60		360.00			
[4" x 2" x 1/16" x 7100	20	384.82		142.00			
ELEMENTOS DE TECHO		451.02	24.00		10.00	360.00	
Lamina lisa color natural Cal. 26 (4"x10')	9						
ACCESORIOS							
Tuerca hexagonal Ø1/2"- GALV.	480						
PESO NETO TOTAL		1,811.44					
PESO TOTAL+DESPER.		1,865.91	24.00	502.00	10.00	360.00	
PESO MATERIAL REUTILIZABLE		0.00					
FACTOR DESPERCICIO		1.03					
REQUISAR:		P2	24.00				
				ML	502.00	10.00	360.00
						LANCE 30'	40.00

Ilustración 57: Material a requisar para elementos de techo, Canopy

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.2.2.7. Listas de envío

Las listas de envío permiten indicar al departamento de Fabricación de planta y el departamento de Obras en Campo, cuáles serán las estructuras que se enviarán armadas o en piezas a campo, según sea requerido, así mismo, el departamento Administrativo requiere de la lista para contratar los camiones o rastras que lleven estas piezas o estructuras hacia el área del proyecto.

		LISTA DE ENVIO						CODIGO: RS-DDC-03 VERSION: 3 Pagina 3 de 5	
CLIENTE: INVERSIONES SANTA ANA, S. de R.L. O.P. #: 038.00Q.19 PLANO DE REF.:				ESTRUCTURA: ESTRUCTURA PARA CANOPY TEXACO GOYBI REVISION: " 5" FECHA: 17.oct.19					
Marca de Pieza	Description de la Pieza	Material	Longitud mm.	Cantidad	Peso Unit. Kgs.	Peso Total Kgs.	Area Unit. M2	Area Total M2	Observaciones
PLACA DE ANCLAJE									
038-PL1	PL 700 x 700 x 1"	A-36	-	6	97.80	586.80	0.98	5.88	
PLANTILLA									
038-PLT1	PL 700 x 700 x 1/8"	A-36	-	1	12.23	12.23	0.98	0.98	
PERNOS DE ANCLAJE									
038-PER1	Varilla Lisa Ø 3/4"	Gr.40	750	72	1.98	142.90	-	-	
	Tuerca Hexagonal Ø 3/4" (A-563)	HN	-	144	-	-	-	-	
	Aandela Plana Ø 3/4" (F-436)	HN	-	144	-	-	-	-	
COLUMNAS									
038-C1	COLUMNAS Ø18 X 1/4" + TAPON	A-36	5,460	6	411.84	2,471.04	8.05	48.31	
038-C2	COLUMNETA W10X39	A-36	573	6	33.32	199.92	0.74	4.47	
VIGAS									
038-V1A	VIGA VOLADIZO W14X30	A-50	4,221	10	188.84	1,888.40	5.79	57.90	"REV.5"
038-V1B	VIGA VOLADIZO W14X30	A-50	4,104	6	183.61	1,101.66	5.63	33.78	"REV.5"
038-V1C	VIGA VOLADIZO W14X34	A-50	4,104	6	298.09	1,248.54	5.67	34.02	"REV.5"
038-V2A	VIGA W16x40 + PLACAS RIGIDIZADORAS	A-50/A-36	2,590	2	173.43	346.86	4.17	8.34	
038-V2B	VIGA W16x40 + PLACAS RIGIDIZADORAS	A-50/A-36	8,986	5	611.76	3,058.80	14.59	72.95	
JOIST DE FASCIA									
038-F1	JOIST DE FASCIA	A-500/GALV.	8,600	2	197.73	395.46	14.25	28.50	
038-F2A	JOIST DE FASCIA	A-500/GALV.	2,598	4	67.12	268.48	4.86	19.44	
038-F2B	JOIST DE FASCIA	A-500/GALV.	9,000	10	204.07	2,040.70	14.69	146.90	
CANAleta DE TECHO									
038-CAN1	[4" x 2" x 1/16"	GALV.	4,500	64	12.20	780.80	-	-	
038-CAN2	[4" x 2" x 1/16"	GALV.	7,100	16	19.24	307.84	-	-	
038-CAN3	[4" x 2" x 1/16"	GALV.	4,500	16	12.20	195.20	-	-	
038-CAN4	[4" x 2" x 1/16"	GALV.	7,100	4	19.24	76.96	-	-	
ELEMENTOS DE TECHO									
038-SG1	Sag-rod Varilla Lisa Ø1/2"	Gr. 40	1,000	60	1.04	62.40	0.04	2.40	
038-SG2	Sag-rod Varilla Lisa Ø1/2"	Gr. 41	500	10	0.52	5.20	0.02	0.20	
038-SG3	Sag-rod Varilla Lisa Ø1/2"	Gr. 42	1,000	20	1.04	20.80	0.04	0.80	
038-TEN	Tensor Varilla Lisa Ø1/2"	Gr. 43	5,700	40	5.93	237.20	0.34	13.60	
	Tuerca hexagonal Ø1/2" A-563	GALV.	-	480	-	-	-	-	
038-FJ1	Fijador L.90 x 50 x 3/16"	A-36	140	110	0.68	74.96	0.04	4.00	
038-FJ2	Fijador L.90 x 50 x 3/16"	A-36	50	20	0.24	4.87	0.01	0.26	
CAPOTE									
038-CAP1	Lamina Lisa color natural Cal. 26	-	3,048	18	-	-	-	-	
PESO TOTAL						15,928.02 Kg	AREA TOTAL		482.73 M2

Ilustración 58: Lista de Envío, Canopy

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En la ilustración 58 se observa la lista de envío para la semana 2 del proyecto Canopy de Servicio de Texaco Goybi, entendiéndose que las columnas y los joist de fascia son los únicos elementos que se envían armados a campo, siendo las demás, piezas que serán armadas en el proyecto.

6.3. CAPÍTULO II. SEMANA DEL 23 AL 29 DE OCTUBRE

6.3.1. VIVIENDA UNIFAMILIAR RESIDENCIAL CAMPISA

Debido a que se presentaron urgencias en la corrección de diseño y planos en el proyecto de Estación de Servicio Texaco Goybi, y el surgimiento de una oferta a la empresa CEMIX para el diseño de andén de descarga lo cual representa una prioridad, el diseño de la casa de habitación en residencial Campisa, no pudo continuarse durante la semana del 23 al 29 de octubre.

6.3.2. ESTACIÓN DE SERVICIO TEXACO GOYBI

6.3.2.1. Ejecución de planos para fabricación de columnas Ø18"

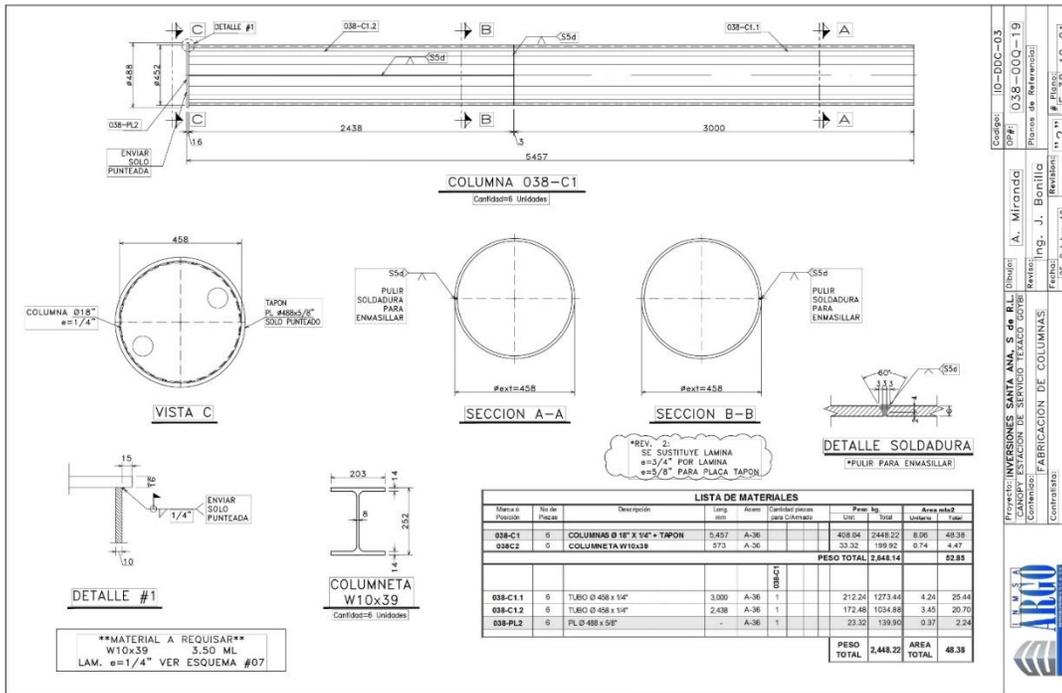


Ilustración 59: Revisión 1 de Columnas, Canopy

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

El departamento de Fabricación en Planta, realizó una revisión de los planos de fabricación elaborados durante la semana del 16 al 22 de octubre, encontrando que, la placa tapón diseñada para ser la conexión entre la columna y la columneta perfil W10x39, era de espesor 1/4", que podía ser reducido,

por lo cual, se solicitó al departamento de Diseño y Desarrollo, realizar una revisión correctiva del mismo, implementando, una lámina espesor 5/8" para la fabricación de la misma.

Por tanto, se reemplaza en el diseño la lámina de espesor 1/4" por lámina espesor 5/8" solo para la fabricación de la placa tapón, cambiando entonces, la longitud total de la columna de diámetro de 18", tal como se observa en la Ilustración 59, inicialmente de 5,460mm, quedando la misma de 5,457mm, así como el peso total de la misma.

El cambio no afecta al diseño del canopy, pues es medida mínima de 3 milímetros lo que se ha reducido en la altura de las columnas.

6.3.2.2. Esquema de fabricación de placa tapón

Al haber realizado un cambio en uno de los elementos a fabricarse en el Departamento de Fabricación en Planta, debe también ejecutarse una revisión de los esquemas de fabricación, siendo necesario para evitar confusiones al momento de la lectura de los planos por parte de los trabajadores en el área de Planta.

El esquema (ver ilustración 60), indica el material a preparar para la fabricación de la pieza, así como el cambio en el peso y espesor de la lámina a implementar. Los pies cuadrados de lámina se mantienen, pues el área de la pieza no cambia en sus caras.

La placa tapón también sufrió una nueva modificación, pues inicialmente se diseñó con dos agujeros de diámetro 80mm para la instalación de las tuberías de desagüe pluvial, propuestos de 3 pulgadas, siendo así agujero de un diámetro muy ajustado para la instalación de la tubería, por lo que el departamento de Diseño y Desarrollo ha tomado la decisión de agrandar los agujeros a un diámetro de 96mm. (Ver ilustración 61).

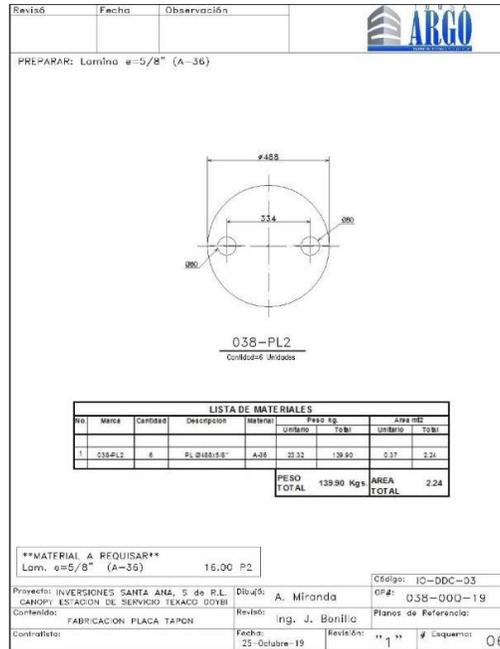


Ilustración 60: Revisión 1 de esquema de fabricación de placa tapón

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

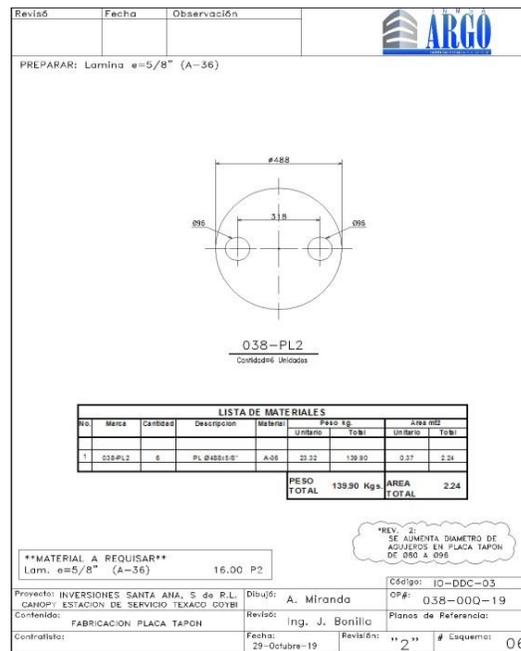


Ilustración 61: Revisión 2 de esquema de fabricación de placa tapón, Canopy

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.3.2.3. Ingreso de datos de Fascia a Open Orange

Como se ha mencionado en el inciso 6.1.2., los datos de los elementos y estructuras a fabricar en el departamento de Fabricación en Planta, deben ser ingresados en el software *Open Orange*, ya que este, brinda un mejor control en el área administrativa y así mismo en el área de planta, pues facilita conocer la cantidad y magnitud de trabajo a realizar, y de acuerdo a eso, contratar al personal necesario que trabajara en la orden de producción.

Debido a esto, el departamento de Fabricación en Planta solicita periódicamente el ingreso de estructuras, en este caso, los joist de fascia diseñados para el canopy de servicio.

La interfaz del programa es simple y el proceso debe iniciarse creando artículos para cada uno de los elementos que se encuentran conformados por varias piezas, en este caso, se crearon 3 artículos pues se ingresaron 3 joist de fascia. (ver ejemplo en ilustración 62).

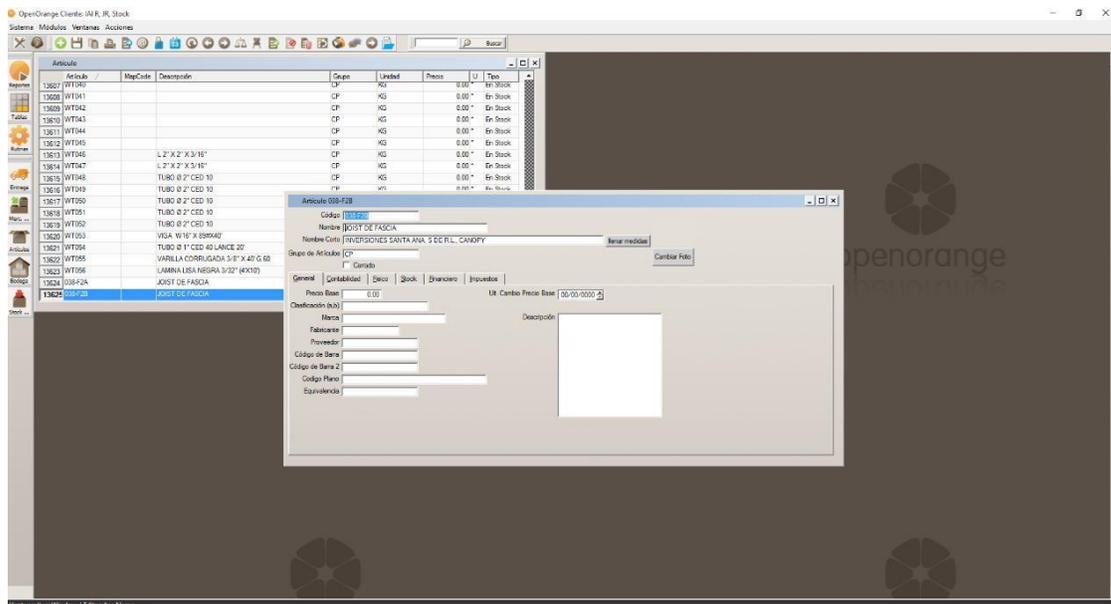


Ilustración 62: Creación de artículo en Open Orange

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

La creación del artículo requiere la marca del elemento, el nombre y un comentario donde normalmente se nombra a la empresa propietaria del proyecto.

Luego del artículo se crea una receta (ver ilustración 63), donde se ingresan cada una de las piezas que conforman al elemento. En otras palabras, la receta es el conjunto de componentes.

Cada pieza requiere crear una receta rápida dentro de la receta del elemento, y es en este paso donde deben especificarse la forma del elemento, clasificación, material, división que se refiere al espesor, ancho y largo, así como el código de la pieza que se encuentra en el inventario de la empresa. (Ver imagen 64). Así mismo deben ser modificados los pesos, áreas y cantidades.

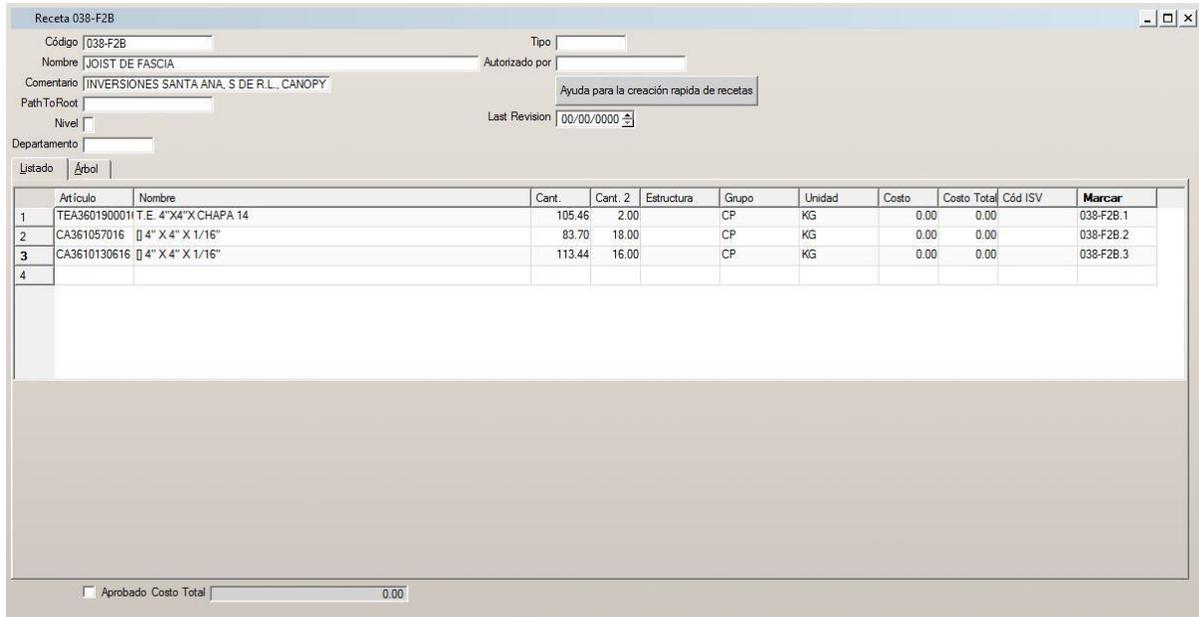


Ilustración 63: Receta para joist de fascia F2B

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

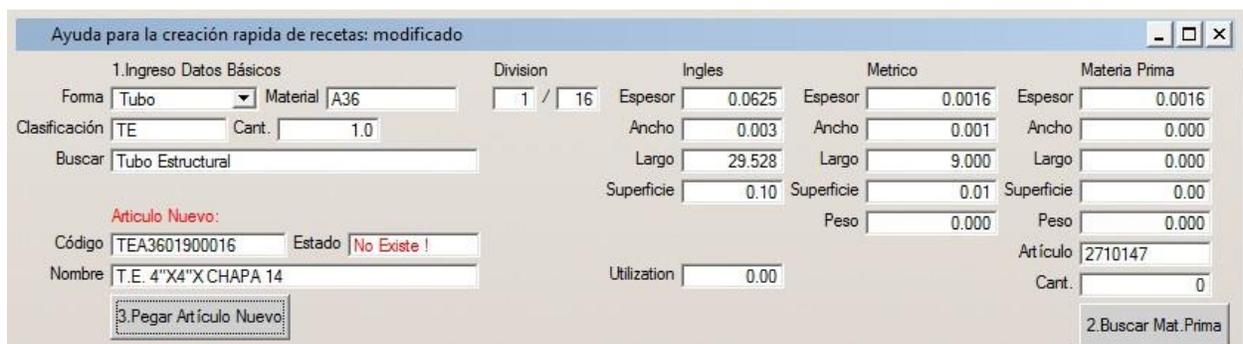


Ilustración 64: Receta rápida de tubo estructural para joist de fascia F2B

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Al haber completado la receta, esta debe insertarse en la receta madre del proyecto (ver imagen 65), la cual, contiene cada uno de los elementos y accesorios que conforman toda la estructura del proyecto.

Artículo	Nombre	Cant.	Cant. 2	Estructura	Grupo	Unidad	Costo	Costo Total	Cód ISV	Marcar
20	CA36015149 L 90X50X3/16	0.24	1.00							
21	CGalv10450016 [4"X2" X1/16 "	780.80	64.00		CP	KG	0.00	0.00		038-CAN1
22	CGalv10710116 [4"X2" X1/16 "	19.24	1.00		CP	KG	0.00	0.00		038-CAN2
23	CGalv10450116 [4"X2" X1/16 "	12.20	1.00		CP	KG	0.00	0.00		038-CAN3
24	CGalv10710216 [4"X2" X1/16 "	19.24	1.00		CP	KG	0.00	0.00		038-CAN4
25	038-F1 JOIST DE FASCIA	395.47	2.00		CP	UND	0.00	0.00		038-F1
26	038-F2A JOIST DE FASCIA	268.49	4.00		CP	UND	0.00	0.00		038-F2A
27	038-F2B JOIST DE FASCIA	2,040.71	10.00		CP	UND	0.00	0.00		038-F2B
28										

Ilustración 65: Receta madre en Open Orange, Canopy de Servicio

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Para finalizar la tarea, se insertan los elementos compuestos ingresados, en la orden de trabajo (ver imagen 66), pues es esta por la cual el departamento de Administración y de Producción en Planta, se guiarán para realizar las asignaciones que correspondan a la orden de producción.

Artículo	Nombre	Nro. Serie	Cant.
1	038-CN ESTRUCTURA PARA CANOPY TEXACO GOYBI		1.00
2	038-C1 COLUMNA + TAPON		6.00
3	038-V2A VIGA W 16 X 40 + RIGIDIZADORES		2.00
4	038-V2B VIGA W 16 X 40 + RIGIDIZADORES		5.00
5	038-F1 JOIST DE FASCIA		2.00
6	038-F2A JOIST DE FASCIA		4.00
7	038-F2B JOIST DE FASCIA		10.00
8			

Ilustración 66: Orden de Trabajo para Canopy de Servicio, Open Orange

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.3.3. ANDEN PARA NAVE INDUSTRIAL, CEMIX

Como una oferta de proyecto a la empresa CEMIX, dedicada a la fabricación de materiales de recubrimientos y morteros, y quien ha solicitado una obra en una de sus naves donde se lleva a cabo la descarga y almacenamiento de productos, el departamento de Diseño y Desarrollo realiza una propuesta para el techado del área donde se realiza la descarga de los camiones y rastras, la cual, como puede apreciarse en la ilustraciones 67 y 68, actualmente no cuenta con un espacio cubierto para realizar dicha actividad de manera segura que proteja los productos contra los cambios en el clima, por lo que obliga a que los vehículos de transporte, ingresen parcialmente al área de almacén para ejecutar la descarga de manera segura.



Ilustración 67: Área de descarga y almacén en nave industrial, CEMIX

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)



Ilustración 68: Área de descarga y almacén en nave industrial, CEMIX

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.3.3.1. Plano de Montaje, Anden

Debido a lo descrito anteriormente, se toma en cuenta las instalaciones con las que cuenta la nave industrial actualmente, siendo estas, ocho drenajes pluviales ubicados a los laterales de las columnas y que se encuentran a lo largo del tramo donde se solicita el diseño de cubierta para el andén, así mismo, cinco columnas de acero a las que se anclaría la cubierta a diseñar.

Por tanto, se propone una cubierta con pendiente del 5% con techo de lámina aluminizada color natural, que estaría apoyada en cuatro canaletas formadas cada una por dos perfiles 6"x4"x1/16" del

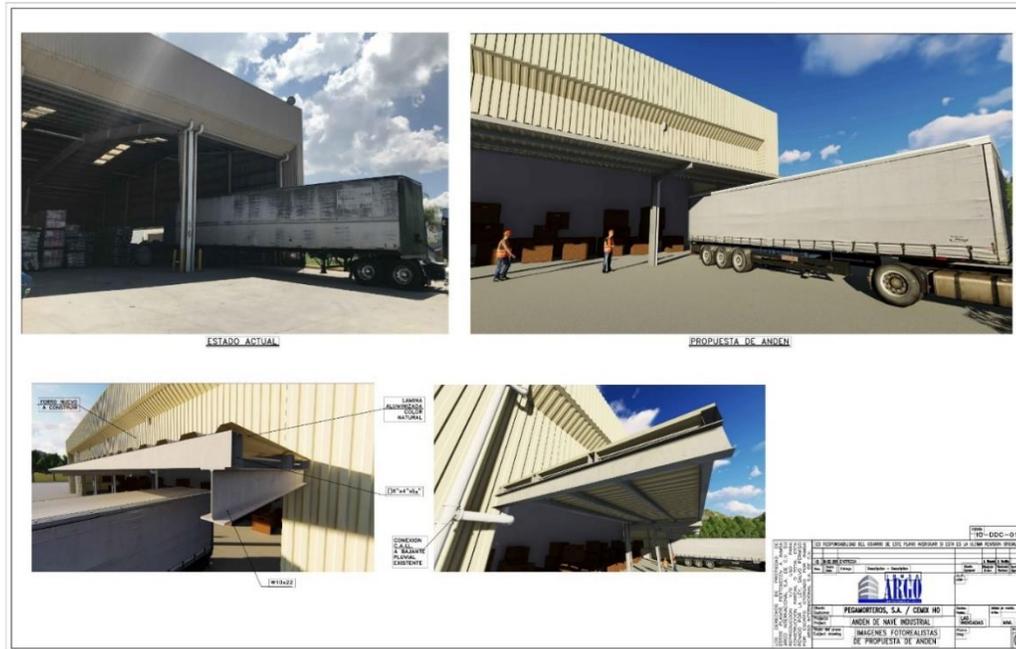


Ilustración 70: Imágenes fotorrealistas de propuesta de andén, CEMIX

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)



Ilustración 71: Imágenes fotorrealistas de propuesta de andén, CEMIX

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.4. CAPÍTULO III. SEMANA DEL 30 DE OCTUBRE AL 5 DE NOVIEMBRE

6.4.1. VIVIENDA UNIFAMILIAR EN RESIDENCIAL CAMPISA

Las tareas realizadas para las semanas del capítulo III se centran en la corrección de los planos previamente realizados debido a un cambio de diseño en el segundo nivel, específicamente en la habitación principal, pues esta se amplía para lograr que la losa del segundo nivel en el área del dormitorio principal descansa sobre la viga y columnas del eje 2. Este cambio repercute en la distribución de la cubierta, por lo que, para una mejor visualización de esta, se inicia el proceso de modelado.

Para los elementos como columnas, paredes, puertas, ventanas y cubiertas, se utiliza el software Revit (ver ilustración 72), el cual permite un modelado más limpio y a la vez, brinda facilidad en el modelado de la cubierta bajo el comando “cubierta por perímetro”, el cual permite la creación de una cubierta usando el perímetro de construcción para definir la misma.

El comando crea automáticamente la cubierta y esta puede ser modificada de acuerdo a los requerimientos de pendientes y ancho de aleros.

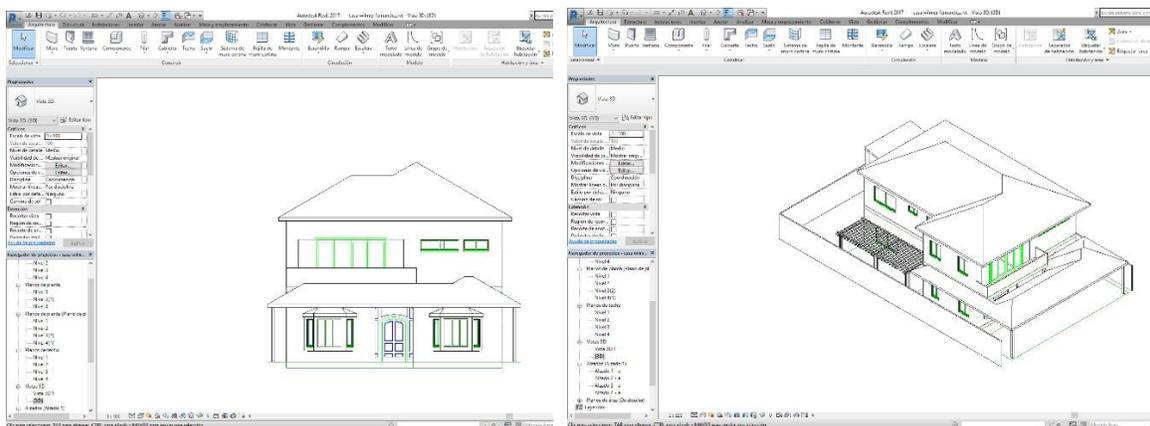


Ilustración 72: Modelado 3D en Revit, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En el caso de la residencia Fernández, se diseña inicialmente una cubierta con una pendiente del 45% (ver inciso 6.2.1.1. Capítulo I), sin embargo, debido a cuestiones estéticas, la pendiente se reduce a un

30%, decisión basada en la Guía de instalación para techo de Plycem (2017) que afirma: “para tener una mayor seguridad se recomienda de prever buenas pendientes, recomendable son inclinaciones iguales o mayores de 15° (27) %” (p.4). Por tanto, la pendiente permite una correcta circulación de las aguas lluvias y al mismo tiempo, mejora la estética de la cubierta.



Ilustración 73: Planta de conjunto Revisión 1, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

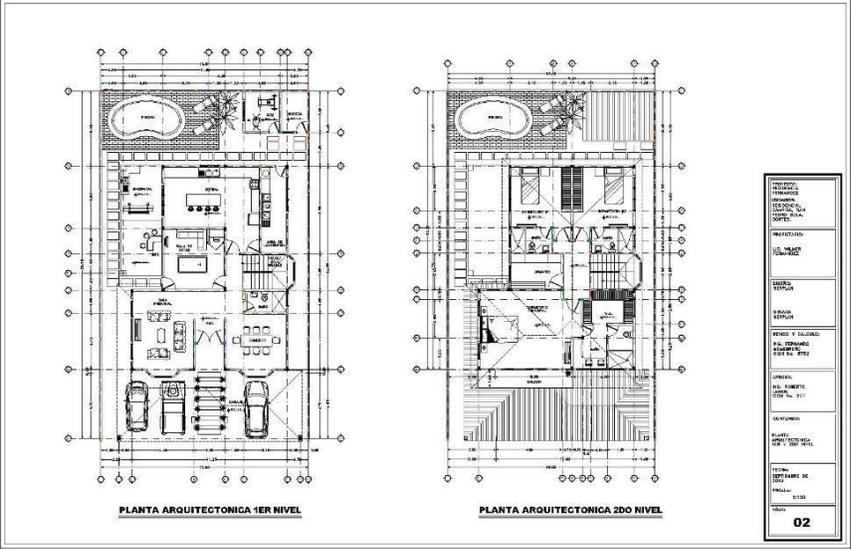


Ilustración 74: Plantas arquitectónicas Revisión 1, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Todos los cambios realizados se actualizan en los planos arquitectónicos (ver ilustración 73 y 74). Posteriormente, el modelo de Revit es exportado para ser trabajado en Sketchup, pues el programa permite más libertad al momento de crear elementos. (Ver imagen 75).

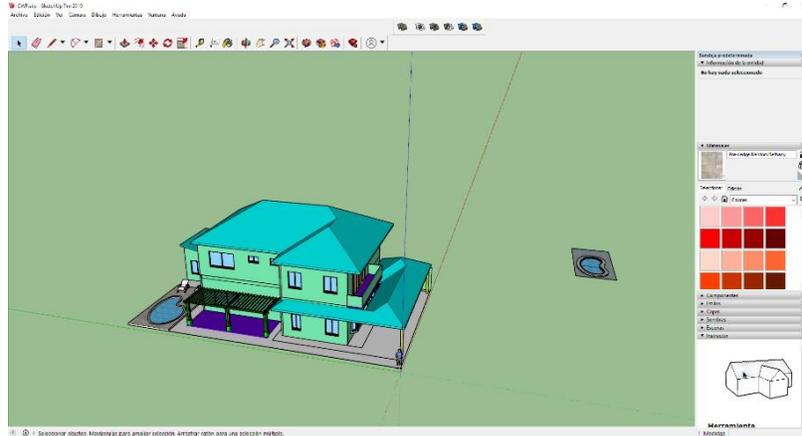


Ilustración 75: Modelado 3D en Sketchup, Vivienda Unifamiliar Wilmer Fernández

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.4.2. TIENDA DE CONVENIENCIA, TEXACO GOYBI

Como parte de la estación de servicio Texaco Goybi, propiedad de Inversiones Santa Ana, S. de R.L., se requiere el diseño estructural del área de tienda de conveniencia, para el cual, según especificaciones en la oferta de la orden de producción, la propuesta implementa columnas metálicas que no incluyen forro, y estructura de techo con canaletas encajueladas, no incluyendo la cubierta tipo sándwich, lo que significa que la empresa INMSA ARGO, no se hará cargo del diseño, producción ni montaje del techo, únicamente de la estructura.

6.4.2.1. Planta estructural de techo y secciones, tienda de conveniencia

La planta estructural de techo que se observa en la imagen 76, muestra la implementación de dos tipos de cubiertas para la tienda de conveniencia, siendo losa de concreto y en otras áreas, cubierta que implementa perlines perfil [6"x2"x1/16" que soportan el techo a instalarse.

6.4.2.2. Ejecución de plano para fabricación de columnas, tienda de conveniencia

Para observar a detalle las especificaciones de las columnas para la tienda de conveniencia, se elaboran planos de fabricación, los cuales son facilitados al departamento de Fabricación en Planta para el desarrollo de las piezas (ver ilustración 78).

En este caso se utilizan 4 columnas para el área central de la tienda, perfil W 8x24 las cuales se encuentran reforzadas por placas de acero A-36 debido a que en ellas descansan las vigas joist, por lo que se requiere una gran resistencia por parte de las columnas. Estas placas se colocan de manera perpendicular a lo largo de la columna con un espacio intermedio de 600mm.

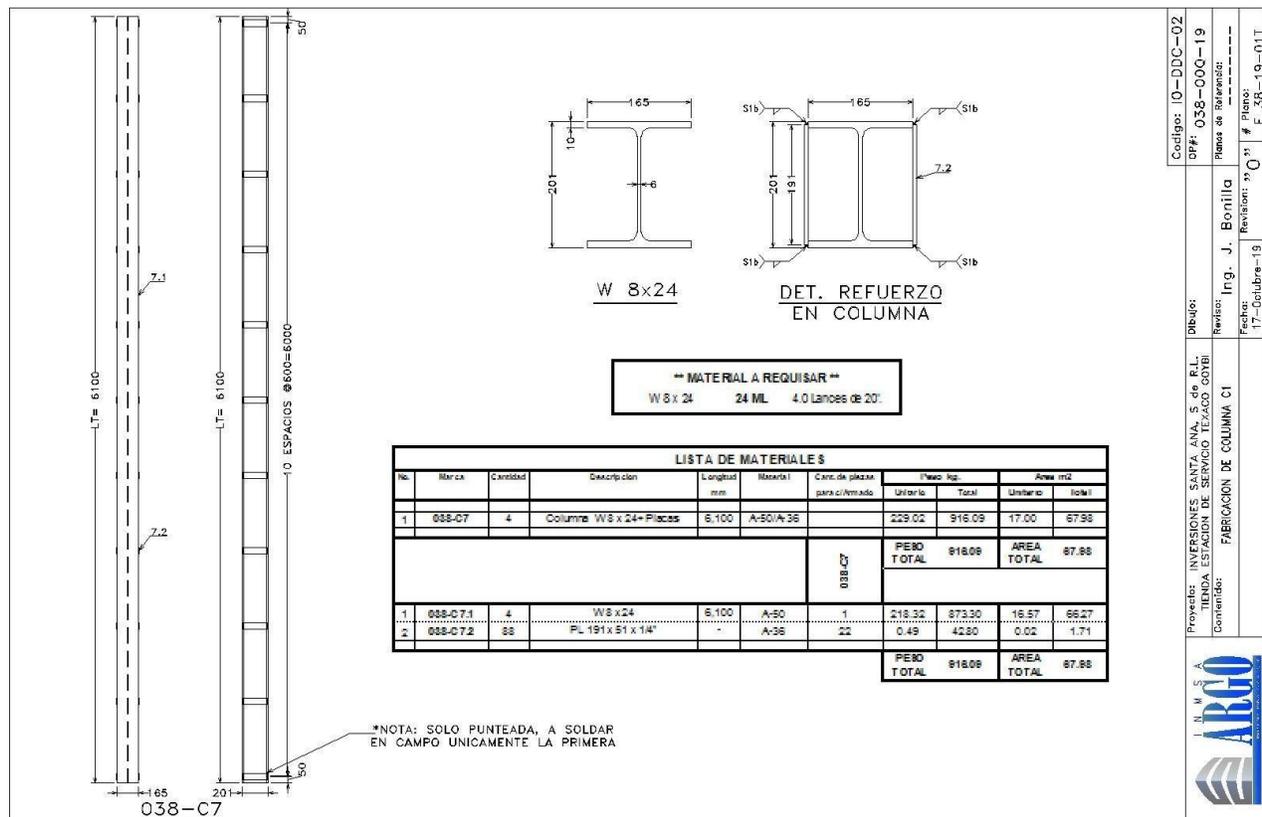


Ilustración 78: Plano para fabricación de columnas, Tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.4.2.3. Fabricación de vigas joist

El sistema constructivo de vigas Joist consiste en un conjunto de tres elementos de alma abierta simplemente apoyados que, actuando en conjunto, permiten salvar grandes luces y construir naves con gran economía de apoyos y en base a elementos que resultan muy esbeltos y de bajo peso. Esta característica hace que el sistema sea especialmente apropiado para edificios de grandes dimensiones en una o más plantas, que deban salvar grandes luces, por ejemplo, plantas industriales, supermercados, bodegas, hangares y en este caso, tiendas de conveniencia.

La viga joist se encuentra conformada por tres elementos:

Cuerda Superior, conformada por dos ángulos laminados en caliente dispuestos en forma de T y con una separación constante entre ellos.

Cuerda Inferior, conformada por dos ángulos laminados en caliente dispuesto en forma de T invertida, con una separación constante entre ellos.

Diagonales y Montantes: formados por ángulos laminados en caliente simples o dobles, conectados dentro o fuera de las cuerdas soldadura.

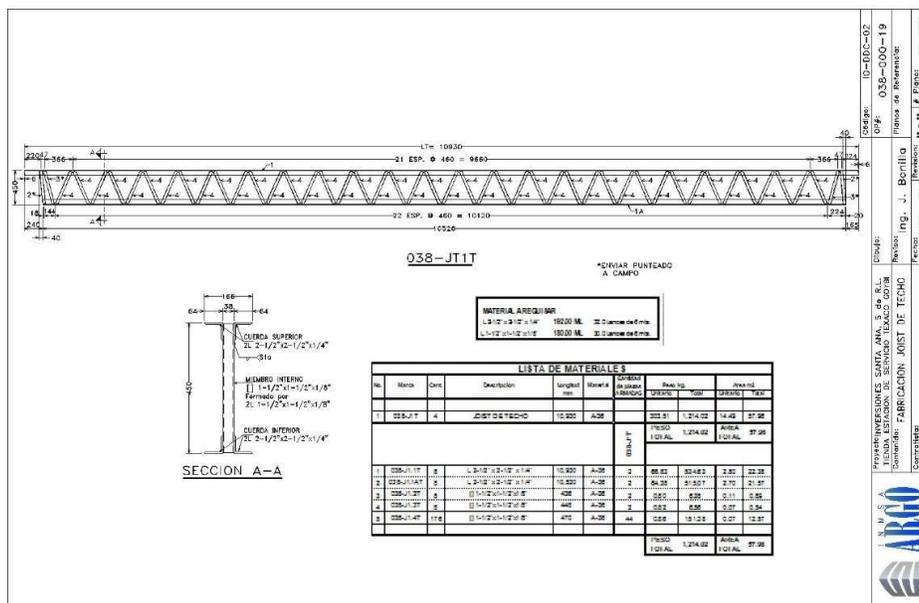


Ilustración 79: Fabricación de viga joist, Tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Para la fabricación de la viga joist (ver ilustración 79), para la tienda de conveniencia para la Estación de servicio Texaco Goybi, se implementan en sus cuerdas superior e inferior, ángulos perfil 2-1/2"x2-1/2"x1/4", y en su miembro interno ubicadas en diagonal, se utiliza un cajón formado por dos ángulos perfil 1-1/2"x1-1/2"x1/8", teniendo una altura de joist de 480m, un ancho de 166mm y un largo de 10.93m.

6.4.2.4. Fabricación de marcos estructurales, tienda de conveniencia

Estos se encuentran formados por tubos estructurales de diferente perfil de acuerdo con su función.

Para la función de columna, se implementan tubos de 6"x6"x3/16" (ver ilustración 80), en cambio, al funcionar como vigas, se utilizan tubos de 4"x4"x chapa 14 (ver ilustración 81).

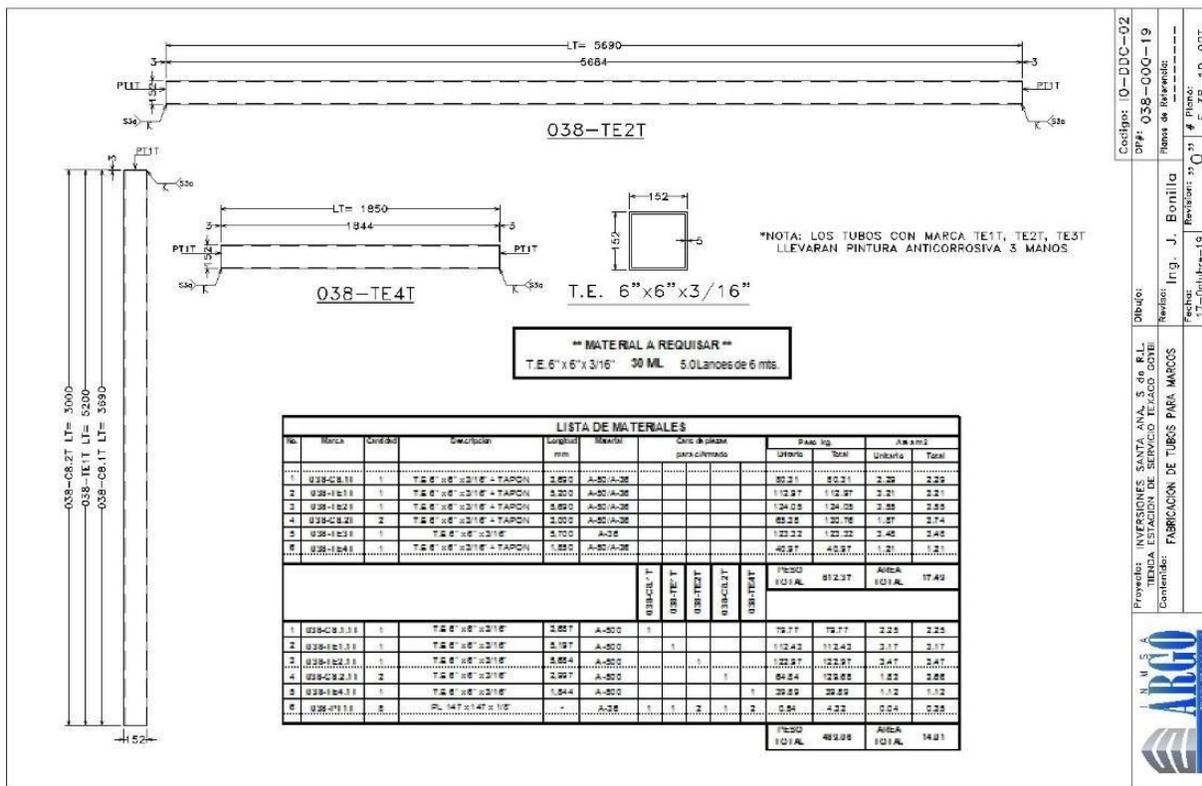


Ilustración 80: Fabricación de marco estructural, Tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

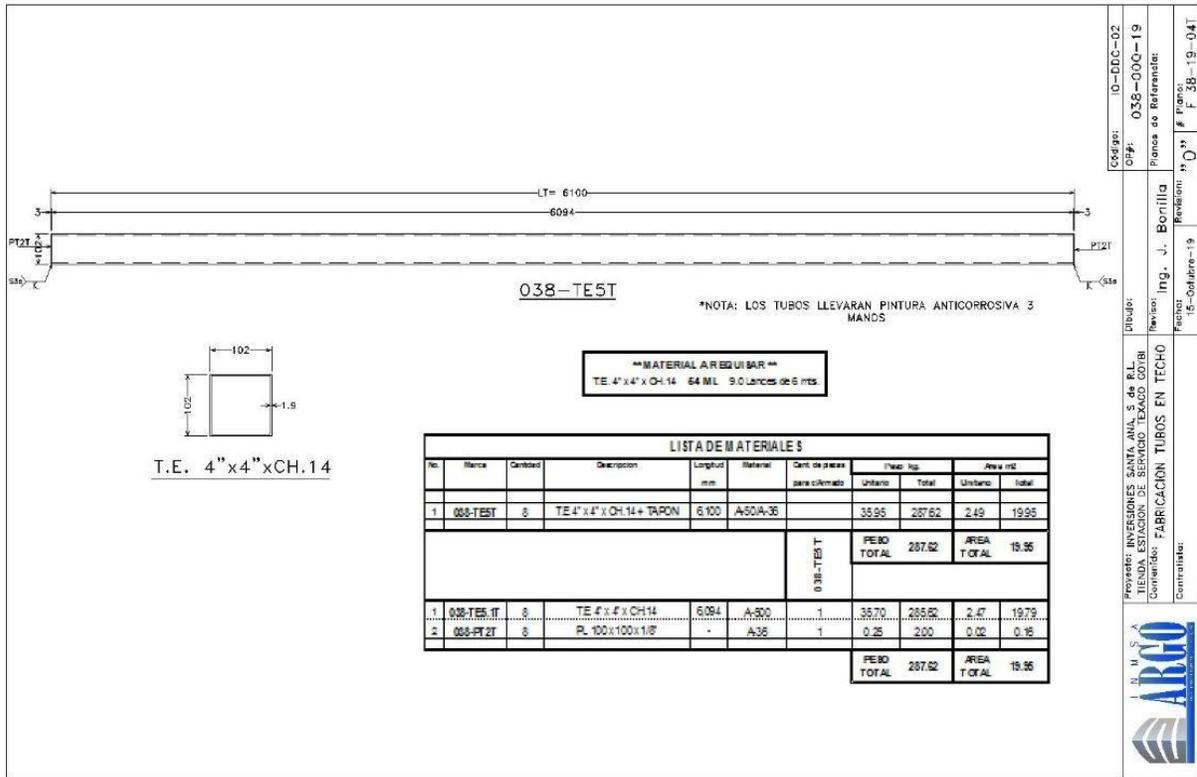


Ilustración 81: Fabricación de marco estructural, Tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.5. CAPÍTULO IV. SEMANA DEL 6 AL 12 DE NOVIEMBRE

6.5.1. VIVIENDA UNIFAMILIAR RESIDENCIAL CAMPISA

Debido al surgimiento de una nueva orden de oferta para el proyecto de bodega de café para la empresa LCD, lo cual representa una prioridad, el diseño de la casa de habitación en residencial Campisa, no pudo continuarse durante la semana del 6 al 12 de noviembre.

6.5.2. ESTACIÓN DE SERVICIO TEXACO GOYBI

Actualmente se realiza paralelamente el diseño estructural del canopy y la tienda de conveniencia para la estación de servicio de Texaco Goybi, habiendo finalizado el canopy, sin embargo, se realizan revisiones de cambios que surgen en obra en campo, por lo que las correcciones se realizan y la documentación de las mismas se hace circular por los departamentos que requieren dicha información, siendo estos, el departamento de Fabricación en Planta y la Administración.

6.5.2.1. Ejecución de planos para fabricación de elementos de techo para Tienda de conveniencia

Al igual que para el canopy, se diseñan los elementos de techo tales como sag-rods, fijadores, tensores y orejas que se presentan en las ilustraciones 82-85, con el propósito de dar a conocer a mayor detalle las dimensiones, características y material con el cual se fabricarán, especificando a la vez, la longitud, peso y área para el cálculo del material necesario a requisar.

En la ilustración 82 Se observa el esquema de fabricación de sag-rods para la estructura de techo de la tienda de conveniencia de la estación de servicio Texaco Goybi, necesarios en esta para evitar el hundimiento de la vigueta.

En este caso, se presenta un solo tipo de sag-rod, diseñado con una longitud de 1050mm con varilla lisa de acero diámetro de 1/2" y grado 40. Se implementan entre viguetas fijándose a ellas por medio de tuercas de diámetro de 1/2".

Revisó	Fecha	Observación							
Preparar: Var. Lisa Ø 1/2" (Grado 40)									
LISTA DE MATERIALES									
No.	Marca	Cantidad	Descripción	Longitud mm	Material	Peso kg		Área m ²	
1	038-SQZT	8	Varilla Lisa Ø 1/2"	1050	Gr. 40	1.04	8.24	0.04	0.25
						Peso total	6.24	Área total	0.25
MATERIAL A REQUISAR Var. Lisa Ø 1/2" (Gr.40).....6.5 MI					Código: 10-DDC-03				
Proyecto: INVERSIONES SANTA ANA, S de R.L. TIENDA ESTACION DE SERVICIO TEXACO GOYBI			Dibujo:		DF#: 038-000-19				
Contenido: SAG RODS			Revisó: Ing. J. Bonilla		Puntos de Referencia:				
Contralista:			Fecha: 15-Octubre-19		Revision: " 0 "		# Esquema: 07T		

Ilustración 82: Esquema de fabricación de sag-rods para tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Los fijadores de techo vistos en la ilustración 83 tienen el objetivo de ser el elemento de conexión entre los sag-rods y las viguetas, teniendo en el diseño, un solo tipo, calculado su diseño, por medio de la ecuación para el cálculo de lámina visto en la ecuación 1 de la sección 6.2.2.4 del capítulo I, tomando en cuenta el número de golpes, el cual es igual a 1, su espesor de 4.7625mm que es igual 3/16", siendo su desarrollo:

$$200 - (2 * 1 * 4.7625) = 190.5$$

Ecuación 4: Cálculo de lámina para el desarrollo de fijadores

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

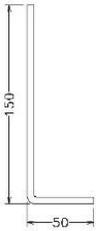
Reviso	Fecha	Observación							
PREPARAR: Lamina e=3/16" (A-36)									
									
038-FJ1T Ancho = 130 Desarrollo=191									
LISTA DE MATERIALES									
No.	Marca	Cantidad	Longitud mm	Material	Peso kg.		Area m ²		
					Unitario	Total	Unitario	Total	
1	038-FJ1T	40	L 150 x50 x3/16"	130	A-36	0.93	37.19	0.050	1.99
						Peso Total	37.19	Area Total	1.99
MATERIAL A REQUISAR Lam e =3/16".....11.50 p2									
Proyecto: INVERSIONES SANTA ANA, S de R.L. TIENDA ESTACION DE SERVICIO TEXACO GOYBI				Diseño:		Código: IO-DDC-03			
Contenido: FABRICACION DE FIJADORES DE TECHO				Revisó: Ing. J. Bonilla		OP#: 038-00Q-19			
Contratista:				Fecha: 15-Octubre-19		Revisión: 0		# Esquema: 05T	

Ilustración 83: Esquema de fijadores de techo para tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

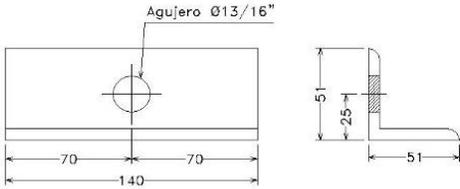
Revisó	Fecha	Observación							
Preparar: L 2"x2"x1/4" (A-36)									
 <p style="text-align: center;">038-ORJ1T</p>									
LISTA DE MATERIALES									
No.	Marca	Cantidad	Descripción	Longitud mm	Material	Peso kg.		Área m ²	
						Unitario	Total	Unitario	Total
1	038-ORJ1	8	L 2" x 2" x 1/4"	140	A-36	0.67	5.33	0.03	0.23
Peso total						5.33	Área total		
0.23									
MATERIAL A REQUISAR L 2"x2"x1/4".....1.5 ML					Código: 10-DDC-03				
Proyecto: INVERSIONES SANTA ANA, S de R.L. TIENDA ESTACION DE SERVICIO TEXACO GOYBI			Dibujó:		OF#: 038-00Q-19				
Contenido: FAB. OREJAS P/TENSORES			Revisó: Ing. J. Bonilla		Planos de Referencia:				
Contratista:			Fecha: 15-Octubre-19		Revision: 01		# Esquema: 08T		

Ilustración 84: Esquema de fabricación de orejas para tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Las orejas que se presentan en la ilustración 84, y que funcionan de la misma forma que los fijadores de techo pero para la conexión de los tensores de cubierta con las vigas, son diseñados con perfiles L 2"x2"x1/4", y con una longitud de 140mm, de material acero 36.

Los tensores implementados para la resistencia de las fuerzas axiales de tensión sobre la estructura, y son diseñados con varilla de acero de diámetro 1/2", grado 40. Sus extremos son roscados para permitir la implementación de la tuerca del mismo diámetro, que ayudará a la fijación de los tensores a las orejas (ver ilustración 85).

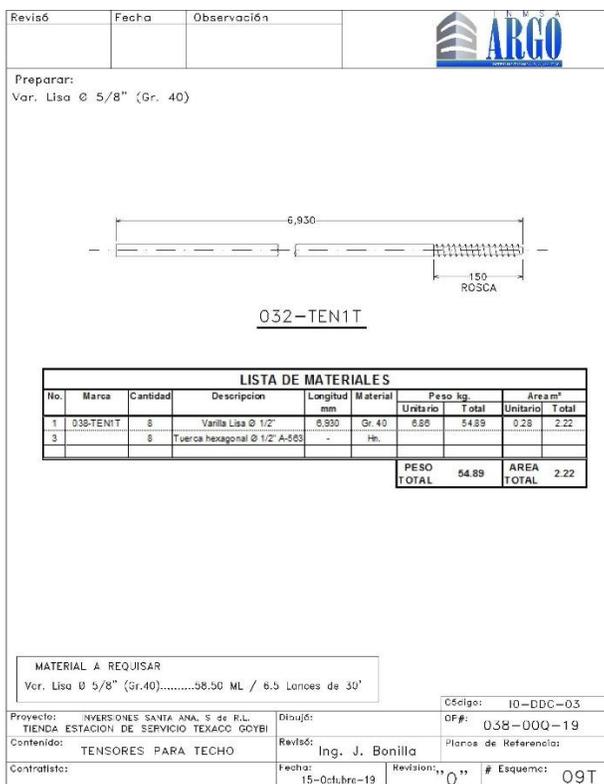


Ilustración 85: Esquema de fabricación de tensores de techo para tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.5.2.2. Ejecución de esquemas para fabricación de placas y pernos de anclaje para tienda de conveniencia

Las placas de anclaje de las columnas y los pernos de anclaje de las mismas, son diseñados de acuerdo a las columnas del proyecto, detalladas en la sección 6.5.2 y 6.5.4, donde uno de los tipos de columnas son perfil W8x24, y el otro, son tubos estructurales perfil 6"x6"x3/16" que funcionan como columnas y forman un marco estructural junto con tubos estructurales perfil 4"x4"xch14 que funcionan como viguetas.

Por tanto, se encuentran dos tipos de placas de anclaje, diferenciadas por sus dimensiones, pues, la placa diseñada para las columnas perfil W8x24, al ser de mayor ancho que el tubo estructural, son de una mayor dimensión, siendo 250x250mm, en cambio las placas por medio de las cuales se conectarán los tubos estructurales con el pedestal son de dimensión 200x200mm, teniendo ambos tipos, 4 agujeros de diámetro 5/8", donde se instalarán los pernos de anclaje.

Ambos tipos de placas son diseñados con lámina espesor 5/16", requiriendo un total de 2 pies cuadrados. (Ver ilustración 86)

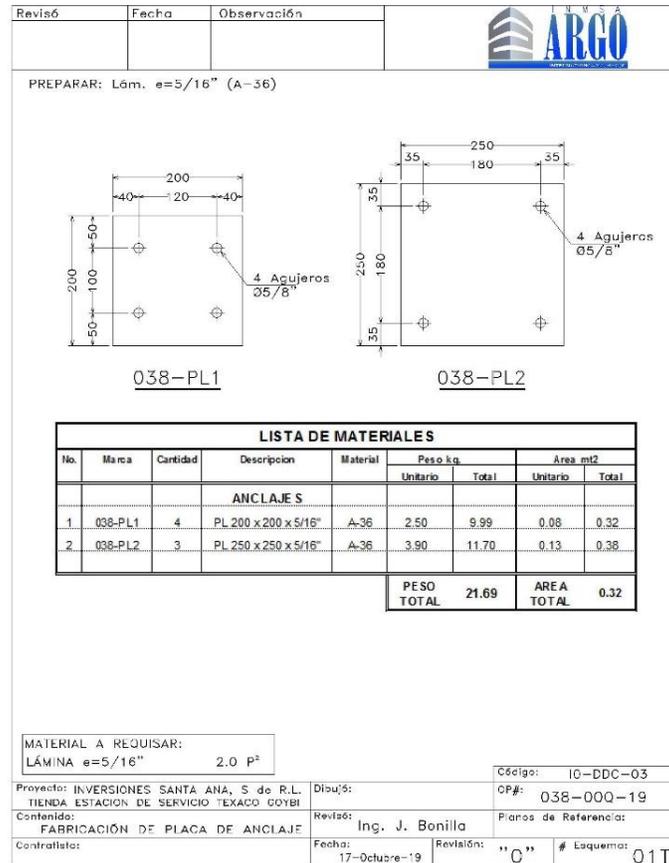


Ilustración 86: Esquema de fabricación de placas de anclaje para tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Tal como se ha explicado anteriormente, los pernos de anclaje son la manera de fijar las placas de anclaje que ayudan a conectar las columnas con el pedestal que hace parte de la cimentación de la edificación.

Su desarrollo se ha calculado en base a la ecuación 1, debido a que el perno tiene un gancho, por lo que también son llamados pernos tipo J. Estos requieren un poco más de esfuerzo que los demás tipos de pernos de anclaje. Ellos se caracterizan por su forma en J o en L y tienen el propósito de ser sumergidos en el hormigón húmedo y deben dejarse secar en posición. Estos pernos vienen en tamaños de 1/2 pulgada o 5/8 pulgadas (1,2 o 1,6 cm), y son por lo general de alrededor de 8 a 10 pulgadas (20 a 25 cm) de largo. A menudo, estos pernos son galvanizados,

tan como en el caso de los pernos para la tienda, lo que significa que se sumergen en una solución que hace que sean resistentes a la corrosión.

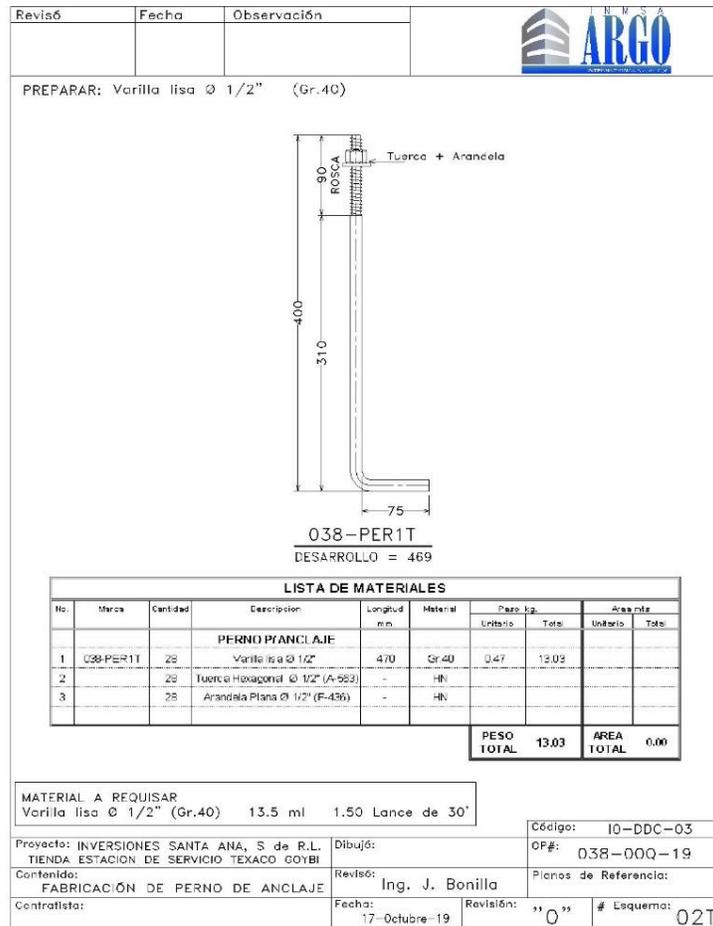


Ilustración 87: Esquema para la fabricación de pernos tipo J para tienda de conveniencia

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Debido al tipo de perno, el material a requisar debe ser calculado con la ecuación 1 para el cálculo de lámina, que en esta vez, se utilizará para el cálculo de la varilla necesaria debido al doblez de la pieza, teniendo el elemento, dos lados, siendo sus longitudes 400mm y 75mm, dando un total de 475mm, a esta cifra se le resta el equivalen a la cantidad de lados, el cual es 2, multiplicado por 1, cifra que es una constante en la ecuación, y el espesor de la varilla, que al ser varilla de diámetro 1/2", la cifra es 12.7mm, teniendo como resultado 469mm necesarios para la fabricación de un perno tipo j diseñado para la tienda de conveniencia, por lo que, este valor se redondea a 470mm, siendo su desarrollo el siguiente:

$$475 - (2 * 1 * 12.7) = 469$$

Ecuación 5: Desarrollo de cálculo para varilla de perno tipo J

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.5.3. DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA NAVE INDUSTRIAL PARA LDC

El 9 de noviembre ingresa a I.A.I. una presentación de oferta para los trabajos de provisión de materiales, mano de obra y equipamientos para la obra nueva de bodega de café de aproximadamente 8,250m², para la planta ubicada en Villanueva, Cortes, propiedad de la empresa Louis Dreyfus Companu (LDC), y que en la ilustración 88 puede observarse su distribución arquitectónica.

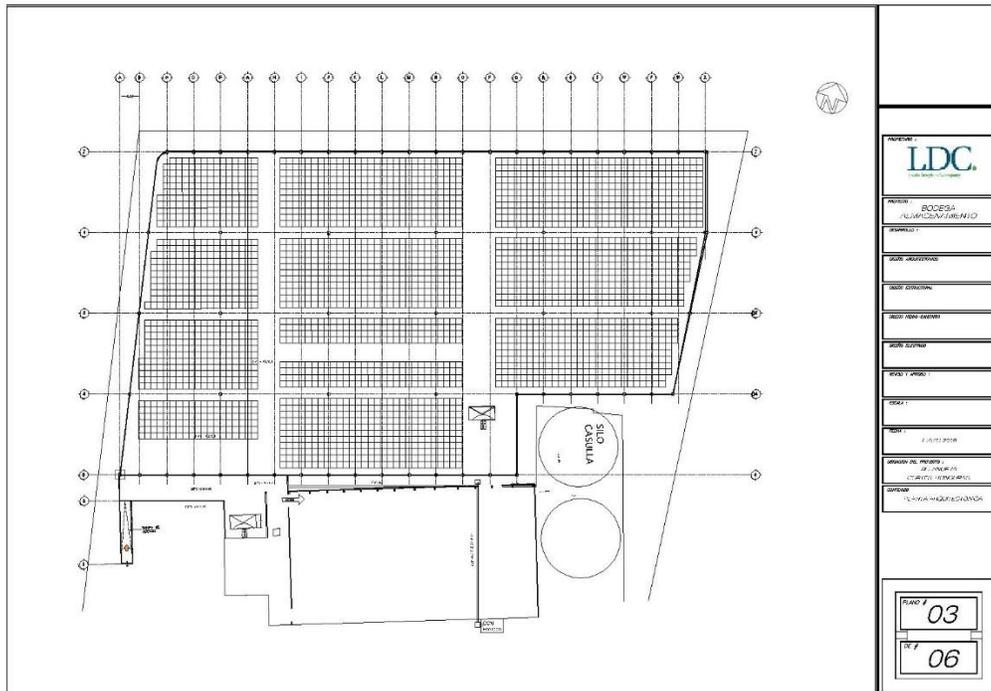


Ilustración 88: Planta Arquitectónica para la nave de almacenamiento

Fuente: LDC, (2019)

Entre los trabajos a realizar se encuentran la construcción de una bodega de aproximadamente 8,250m² cubiertos, que se encontrará en la parte posterior a la bodega existente en sus caras más largas. Así mismo, se requiere la nivelación del terreno por medio de desmonte del terreno y movimiento de suelo.

El modulo a construir mide aproximadamente 120x70m, y se especifica que su estructura sea de acero con perfiles de alma llena, con trece columnas interiores, y cubierta de lámina galvanizada calibre N°22 agrafada y sin uniones transversales.

De igual manera se requiere la colocación de soportes para anclajes y cables de vida para transitar sobre dicha cubierta. Los cerramientos verticales de chapa T101 trapezoidal de color a definir, y tanto la cubierta como los cerramientos verticales llevaran aislamiento de lana mineral espesor 75mm con revestimiento de polipropileno color blanco.

La parte inferior del cerramiento se requiere sea de mampostería de bloque de hormigón pesado 19x19x39cm encadenado, y recubierta su cara exterior con pintura siliconada transparente.

Entre las características del diseño a respetar se requiere:

- Temperaturas internas deseables de 30°C promedios
- Humedad interna = / > 40/60%

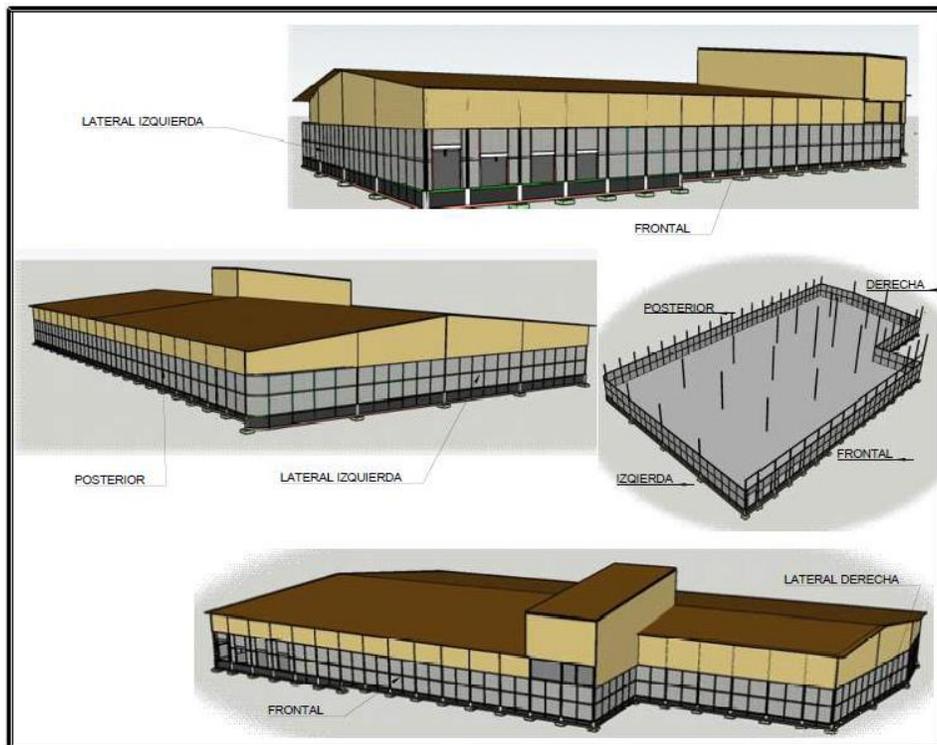


Ilustración 89: Modelo 3D como base para diseño de estructura para nave de almacenamiento

Fuente: LDC, (2019)

6.5.4. PROPUESTA PARA OFERTA DE ESTRUCTURA DE ACERO PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO

Para este proyecto se ha requerido de un diseño estructural por parte de uno de los Ingenieros de la oficina de Diseño y Desarrollo, Ing. Carlos Rivera, quien ha calculado la misma por medio del programa RISA, previamente explicado en la sección 5.1.1.3.

La cimentación de la nave se ha propuesto con un cimiento corrido con una profundidad de 100cm y una longitud igual a la del muro, dos tipos de zapatas aisladas, donde la primera de ellas tiene dimensiones de 2.2x2.2m y una profundidad de 40cm, teniendo una estructura interna formada por varillas N° 4 espaciadas a cada 17cm, y el pedestal donde se ancla es de dimensiones 65x65cm con 8 varillas N° 6. (Ver ilustración 90).

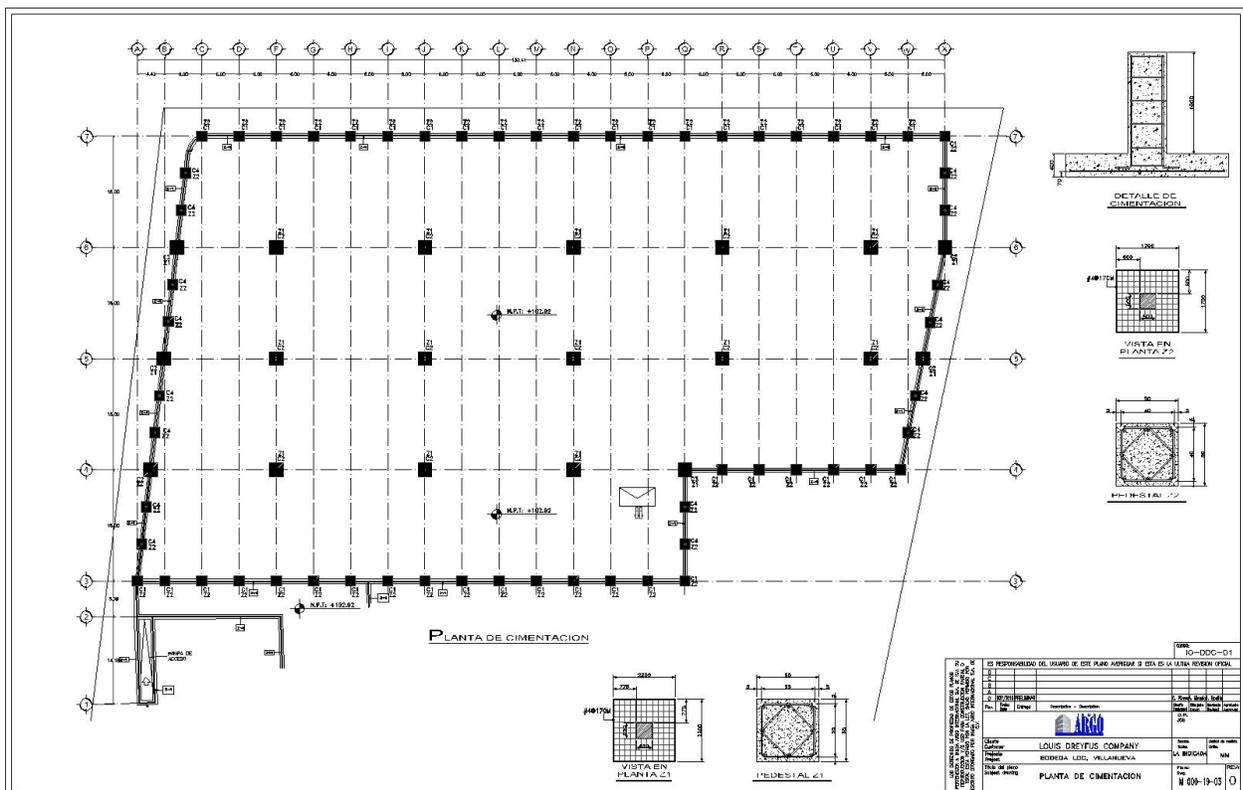


Ilustración 90: Propuesta para oferta de planta de cimentación para nave de almacenamiento

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGENTINA, 2019)

Al ser una propuesta para oferta, no se detalla en los planos las especificaciones de los perfiles de a utilizar para las vigas y columnas, pero se menciona que es estructura de acero, y su techo es formada por armaduras de alma abierta espaciadas a cada 6m, columnas de alma llena perimetral espaciadas a 6m y tres líneas de columnas centrales a cada 24m tal como se observa en la ilustración 91.

El diseño de la nave ha sido de acuerdo a las normas del Código Hondureño de la Construcción y según las siguientes consideraciones:

- Carga viva: 60 kg/m²
- Carga de viento: 120 km/hr
- Carga de sismo: 0.30g
- Capacidad de suelo: 20 Ton/m²

Así mismo se hacen las siguientes especificaciones para la propuesta:

- Concreto de cimentaciones: 3000 psi
- Concreto de losa de piso: 3500 psi
- Acero de refuerzo grado 60 y 40
- Acero calidad A992/A572 gr. 50 en vigas
- Acero calidad ASTM-36 en placas, angulares y arriostres
- Soldadura bajo las normas AWS D1.1
- Pintura en estructura de acero: una mano de primer (1.5mils) de pintura anticorrosivo color gris y una mano de acabado de pintura esmalte de secado rápido (1.5mils)
- Limpieza: según especificado SSPC SP-7

Para la estructura de cubierta se implementan vigas joist, tubos estructurales que se ubican en todo el perímetro, tensores de techo y crucetas. (Ver imagen 91). La cubierta tendría una pendiente de 15%.

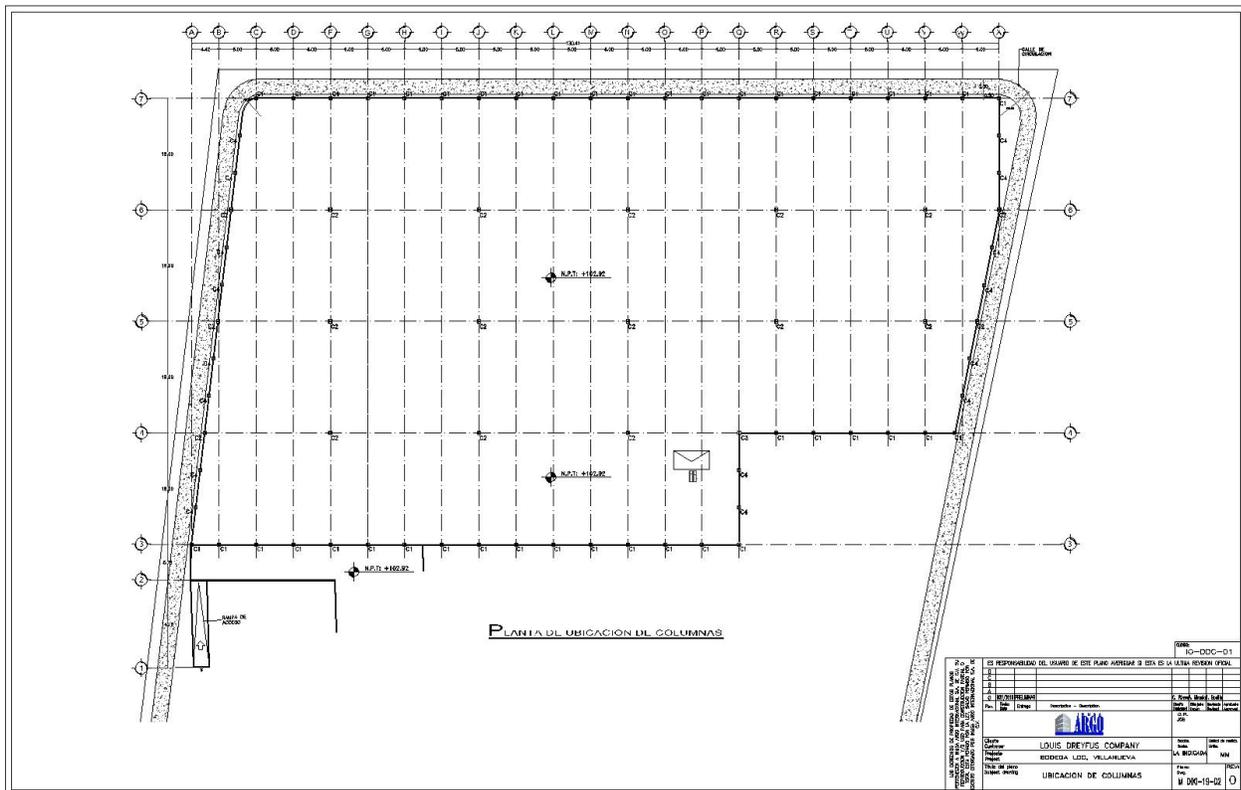


Ilustración 92: Planta de ubicación de columnas, nave de almacenamiento, LDC

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.6. CAPÍTULO V. SEMANA DEL 13 AL 19 DE NOVIEMBRE

6.6.1. LEVANTAMIENTO DE SALÓN EMPRENDEDORES, CCIC

Debido a una modificación que se realizará por parte de la Cámara de Comercio e Industrias de Cortés en el Salón Emprendedores de Expocentro, se necesita realizar un levantamiento del mismo pues se ha encontrado una incongruencia en una de las medidas de los planos arquitectónicos del salón por lo que se solicita a I.A.I, llevar verificar dichas medidas.

Se hace indispensable conocer las dimensiones correctas del lugar debido a que se instalarán unos muros plegables que tienen como fin dividir el salón Emprendedores en tres partes para poder rentar cada espacio según la capacidad que el cliente lo necesite.

Para esto se deberá reforzar la estructura de los tres puntos donde se instalarán los muros plegables, por lo que I.A.I ha presentado una oferta para dicho trabajo estructural, pues es la empresa que diseño y construyo el salón en 2017.

Para la verificación de las dimensiones se hace uso de tres herramientas de medición mostrados en la imagen 82, un metro digital laser, una cinta métrica y un metro, esto para comprobar las medidas tomadas dentro del lugar.



Ilustración 93: Herramientas de medición

Fuente: (A. Miranda, 2019)

Así mismo se encontraron modificaciones dentro del espacio de muros que han sido demolidos y puertas que han sido instaladas posterior a la demolición de los muros. De igual forma, se ha implementado una rampa en uno de sus extremos, por lo que se realiza el levantamiento de dichos elementos para la actualización de los planos arquitectónicos.

Gracias al levantamiento se logró verificar las dimensiones, donde la medida que variaba se encontraba incorrecta en el plano arquitectónico, además de que los laterales del salón han sido modificados recientemente.



Ilustración 94: Primer lectura de planos arquitectónicos antes de levantamiento

Fuente: (A. Miranda, 2019)



Ilustración 95: Modificaciones realizadas dentro del Salón Emprendedores recientemente

Fuente: (A. Miranda, 2019)



Ilustración 96: Interior del Salón de Emprendedores, Expocentro

Fuente: (A. Miranda, 2019)

6.6.2. DISEÑO DE TANQUE METÁLICO CAPACIDAD 100,000 GLS., INMOBILIARIA OPM

Se ha solicitado a I.A.I el diseño, fabricación y montaje de un tanque metálico de 100,000 Gls. De capacidad para el almacenamiento de agua potable. Este se encontrara elevado sobre una torre de 14.00m de altura. El tanque sería una manera de abastecimiento para el proyecto habitacional Valle Escondido en la ciudad de San Pedro Sula.

Por su capacidad, el tanque es proyectado por parte del departamento de Diseño y Desarrollo con las siguientes dimensiones:

- Diámetro: 7.74m
- Altura de cuerpo: 7.30m
- Altura de cúpula: 1.32m
- Altura de fondo: 2.25m
- Altura de torre: 14.00m

Así mismo, este contara con una escalera exterior tipo marinera con protector, una escalera interior tipo marinea, un manhole de techo de 23" de diámetro, un barandal de techo con rodapié, un respiradero de 12" de diámetro, un rebosadero de 4" de diámetro, un niple de entrada de 6" de diámetro con brida, un niple de salida de 6" de diámetro con brida y un niple de drenaje de 6" de diámetro.

Entre sus especificaciones se encuentran:

- La implementación de Acero ASTM A-36
- Procedimiento de soldadura conforme a AWS D.1.1 para estructura de torre y ASME IC para el cilindro
- Acero de refuerzo grado 40
- Concreto 3000 psi
- Pintura externa anticorrosiva color gris aplicada después se limpiar el área según las especificaciones SSPC-SP2
- Pintura interna epóxica Hempadur Mastic 45881 especial para estar en contacto con el agua potable. Y de igual forma, previo a la aplicación de la pintura será limpiado mediante chorro de arena (sand-blast) según especificaciones SSPC-SP10.

6.6.2.1. Planta de cimentación para construcción de tanque elevado cap. 100,000 gls.

La planta de cimentación observada en la imagen 86 indica que se implementa una zapata con dimensiones de 2.8 por 2.8m, de donde nacen pedestales para el anclaje de las columnas, con dimensiones de 0.5 por 0.5m contando con 8 varillas N° 8 y con estribos N° 3 a cada 120mm.

La viga tensora ayuda a unir las zapatas y se encuentra perimetralmente teniendo dimensiones de 250 por 250mm con 4 varillas N° 5 y estribos N° 3 a cada 200mm.

La torre de elevación del tanque se conforma por 6 columnas perfil W12x65 que están inclinadas debido a que la base de la torre tiene un diámetro mayor al de su plataforma. Las columnas están unidas entre sí por medio de arriostres formados por perfiles C 185x70x1/4" siendo un total de 24 arriostres, teniendo 4 longitudes diferentes.

En la columna se soldarán dos tipos de placas que sirven de conexión entre las crucetas y las columnas. Las crucetas, formadas por perfiles C 140x70x1/4", ayudan a rigidizar la estructura de la torre evitando el pandeo de la estructura.

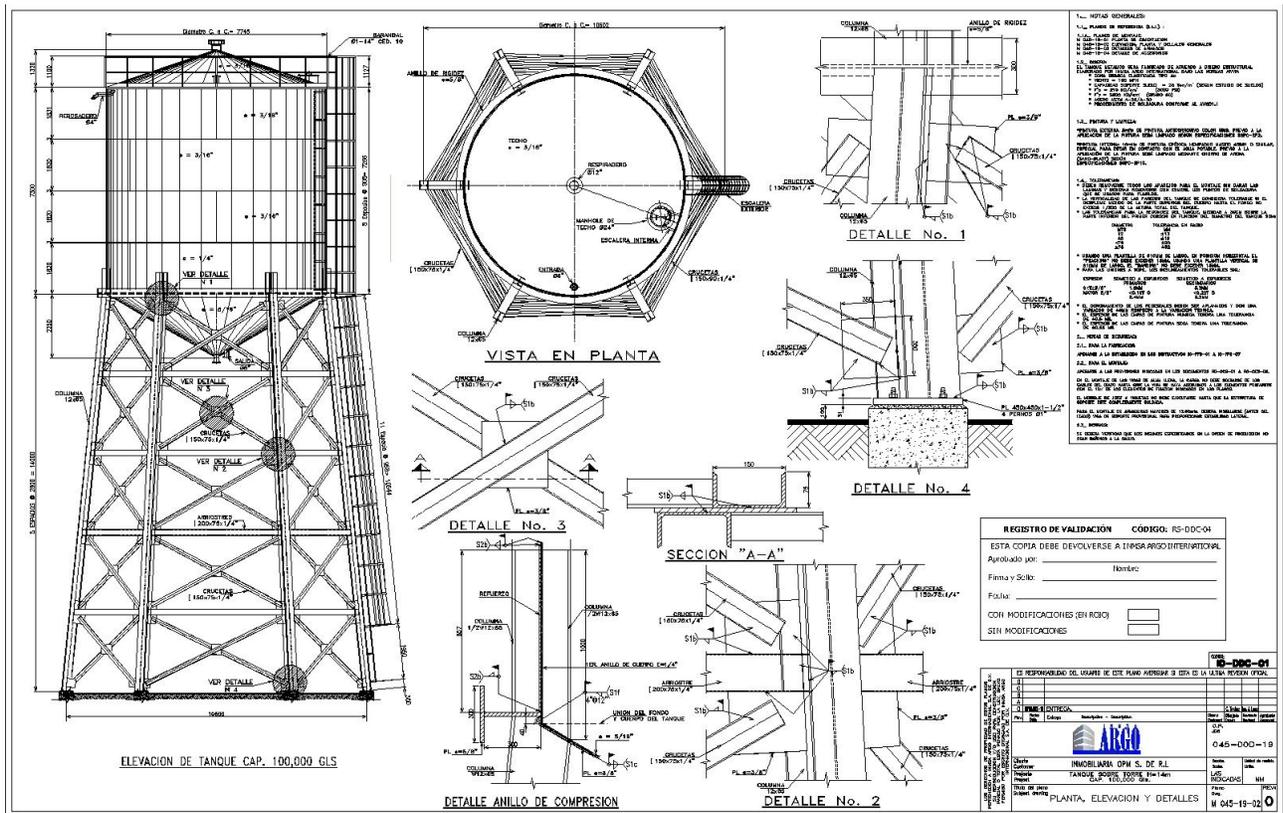


Ilustración 98: Plano de elevación, planta y detalles constructivos

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGENTINTERNACIONAL, 2019)

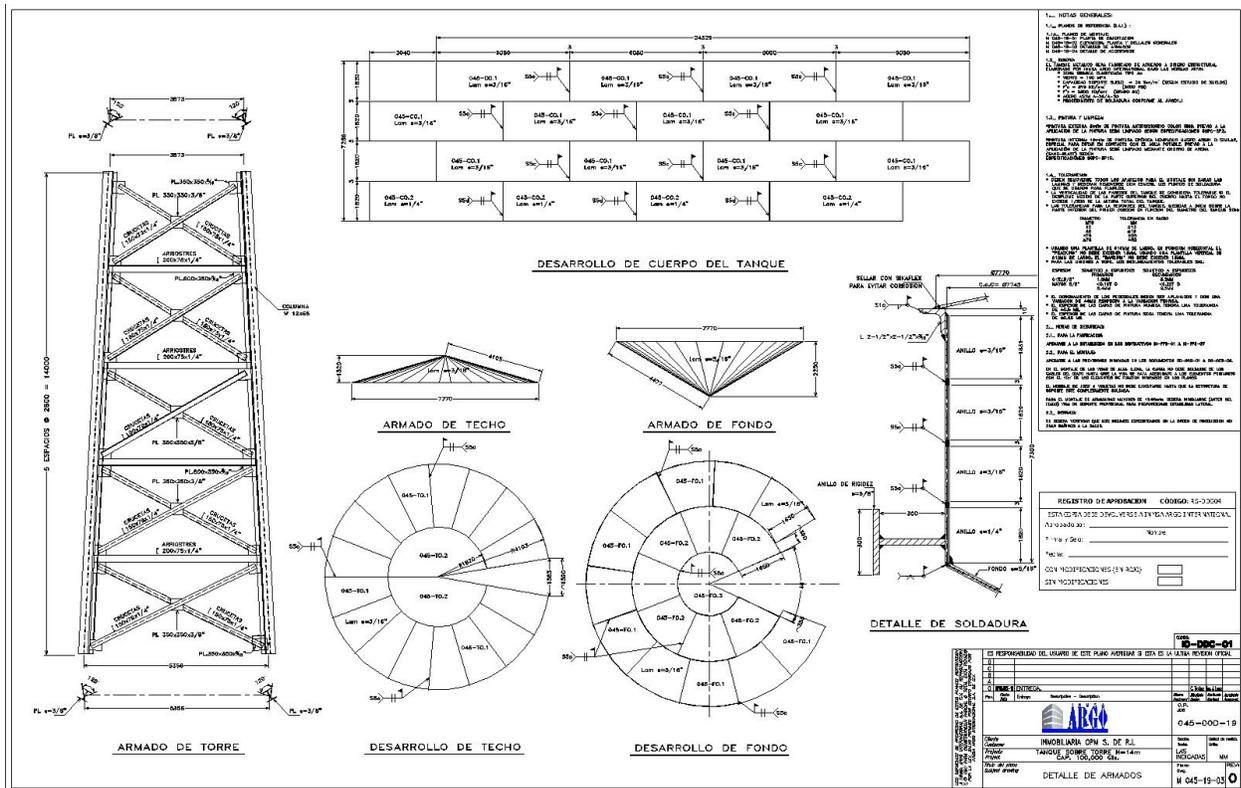


Ilustración 100: Plano de armado de torre y tanque, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.7. CAPÍTULO VI. SEMANA DEL 20 AL 27 DE NOVIEMBRE

6.7.1. ESTACIÓN DE SERVICIO TEXACO GOYBI

Como parte de la estación de servicio de Texaco Goybi, se inicia el proceso de diseño de los elementos constructivos de un canopy menor que forma parte de la estación, producción que se toma como una obra extra de la orden original, pues son elementos que se solicitaron por el cliente recientemente.

6.7.1.1. Ejecución de esquemas de fabricación de elementos de anclaje, canopy menor

Al igual que en el canopy mayor, se implementaran placas para el anclaje de las columnas al pedestal de cimentación, estas contarán con los mismos espesores y dimensiones, siendo estas 6 placas para el canopy mayor, y 3 para el canopy menor que pueden observarse en la ilustración

Las plantillas de anclaje cuentan con las mismas dimensiones que la placa variando su espesor al ser estas fabricadas con lámina de 1/8" y 12 agujeros con diámetro menor a 1" siendo entonces de diámetro 13/16". Son 3 plantillas diferentes debido a que cada una cuenta con agujeros extras de diferentes diámetros que servirán para poder perforar las placas para instalar tubería que protegerá cables de instalaciones eléctricas (ver ilustraciones 103-105). En el caso del canopy mayor, se diseñan 5 placas diferentes que se distinguen por la cantidad de agujeros destinados para las instalaciones eléctricas.

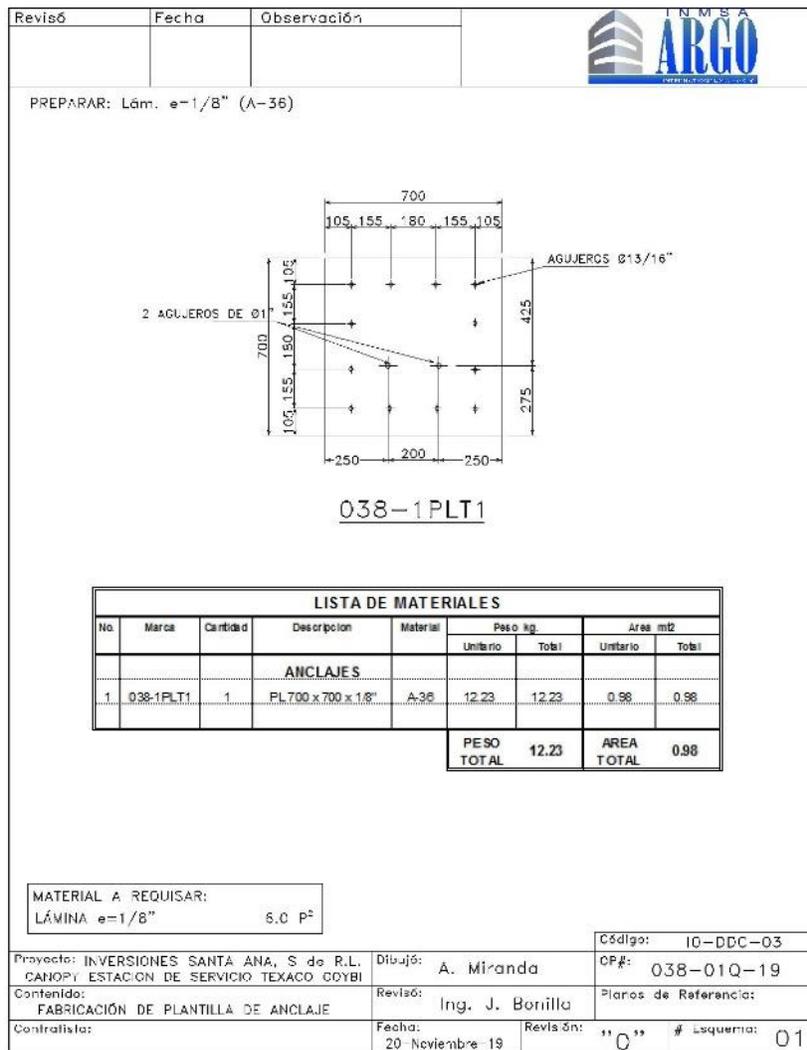


Ilustración 103: Fabricación de plantilla de anclaje 1PLT1, canopy menor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

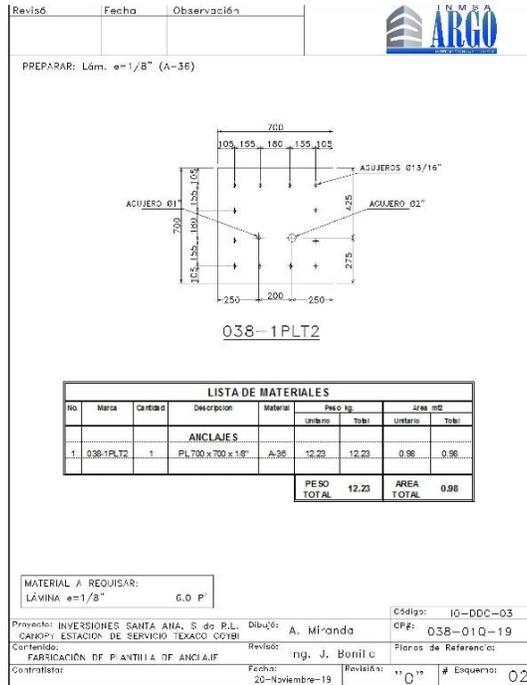


Ilustración 104: Fabricación de plantilla de anclaje 1PLT2, canopy menor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

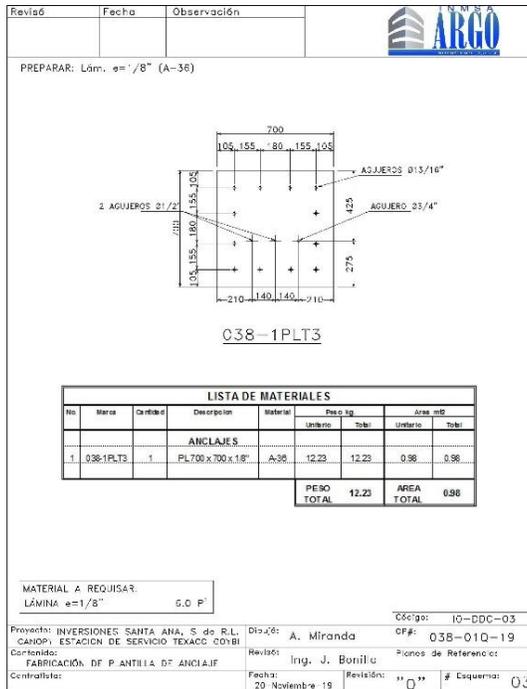


Ilustración 105: Fabricación de plantilla de anclaje 1PLT3, canopy menor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

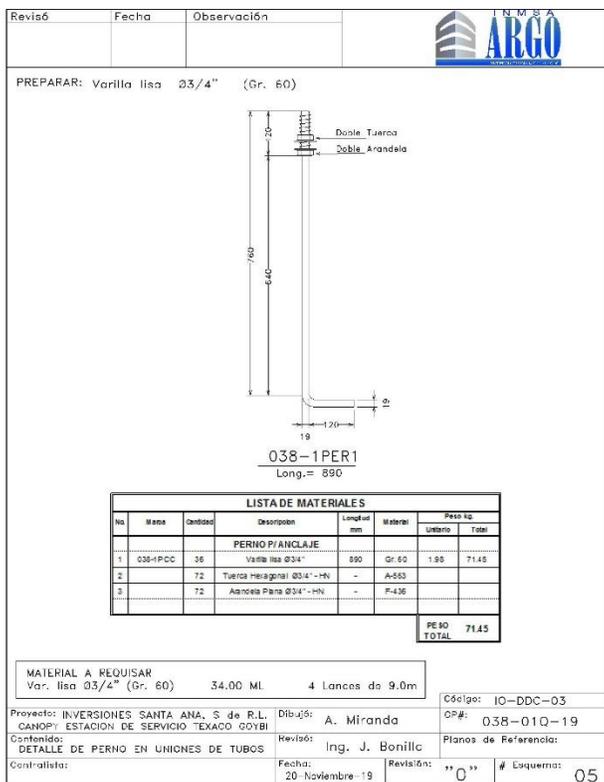


Ilustración 106: Esquema de fabricación de pernos de anclaje, canopy menor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En cuanto a los pernos de anclaje, son iguales tanto para el canopy mayor y menor, siendo pernos tipo J, que como se explica en la sección 5.2.3 del Marco Teórico, estos se utilizan para anclaje de elementos constructivos a elementos de hormigón, quedando embebidos.

Su desarrollo se realiza mediante la ecuación 1 explicada en la sección 6.2.2.4 del capítulo I, obteniendo una longitud de desarrollo de 890mm. Así mismo, el perno cuenta con doble tuerca y doble arandela, donde la tuerca inferior ayuda a nivelar la placa de anclaje, y la tuerca superior fija la placa.

6.7.1.2. Ejecución de planos de fabricación de perlines de techo para canopy mayor, tienda de conveniencia y edificio de supervisores, Texaco Goybi

Los perlines de techo, llamados en inglés *purlings*, son elementos conformados por dos canaletas de perfil C que son unidos entre sí por medio de soldadura, con el fin de conformar un tubo estructural, sin embargo, solo son implementados para recibir cargas relativamente ligeras, como

por ejemplo, láminas de techos. Por eso se implementan como viguetas en las cubiertas del canopy mayor, el edificio de supervisores y la tienda de conveniencia en la estación de servicio Texaco Goybi.

En el capítulo 2, sección 6.2.2.5, se da a conocer que para la cubierta del canopy mayor se implementarían canaletas tipo C como viguetas, sin embargo, el cliente ha solicitado el cambio de la vigueta por perlines de techo.

Debido a esto, se ejecutan dos planos de fabricación en los que se especifica que para el canopy mayor, se implementa dos perfiles [4x2x1/16", que se habían requisado anteriormente, para formar un perlin [4x4x1/16" (ver ilustración 107), y para la tienda de conveniencia y el edificio de supervisores, se implementaran dos perfiles [6x2x1/16", para formar un perlin de [6x4x1/16" (ver ilustración 108).

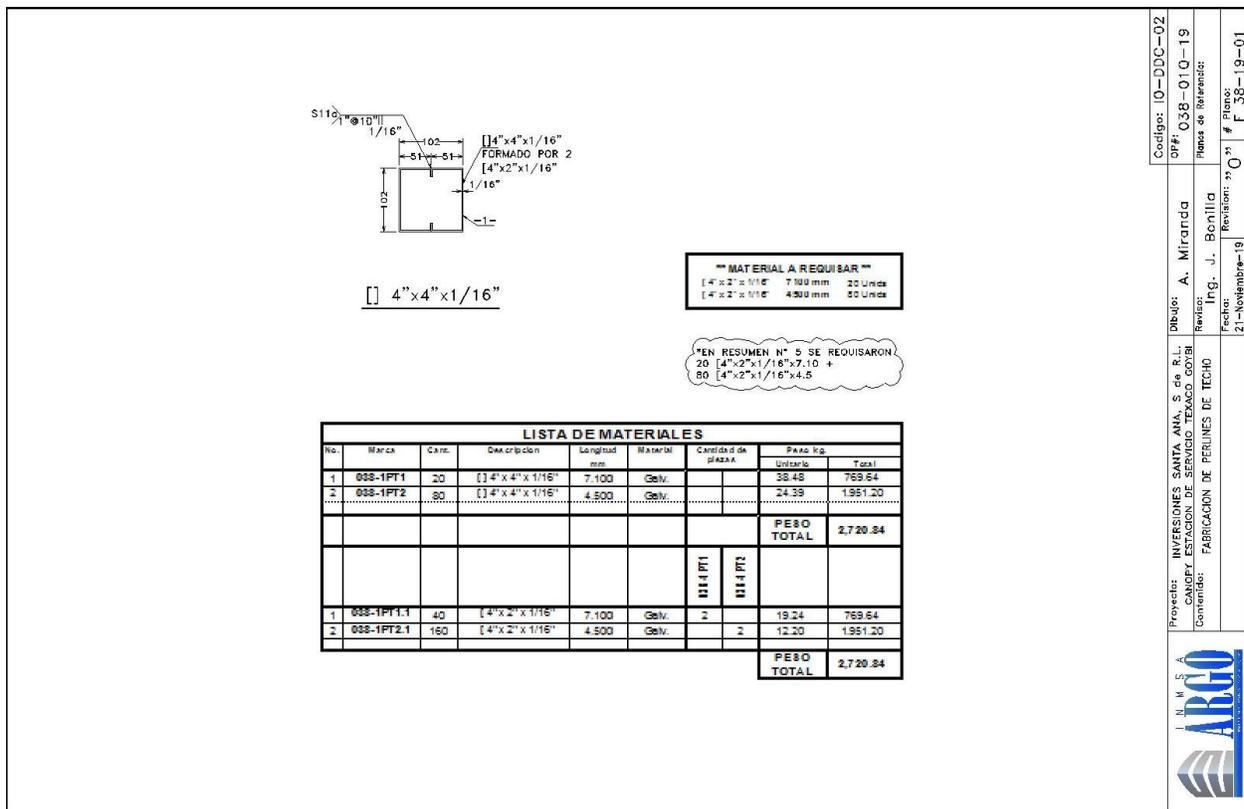


Ilustración 107: Plano de fabricación de perlines de techo para canopy mayor

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

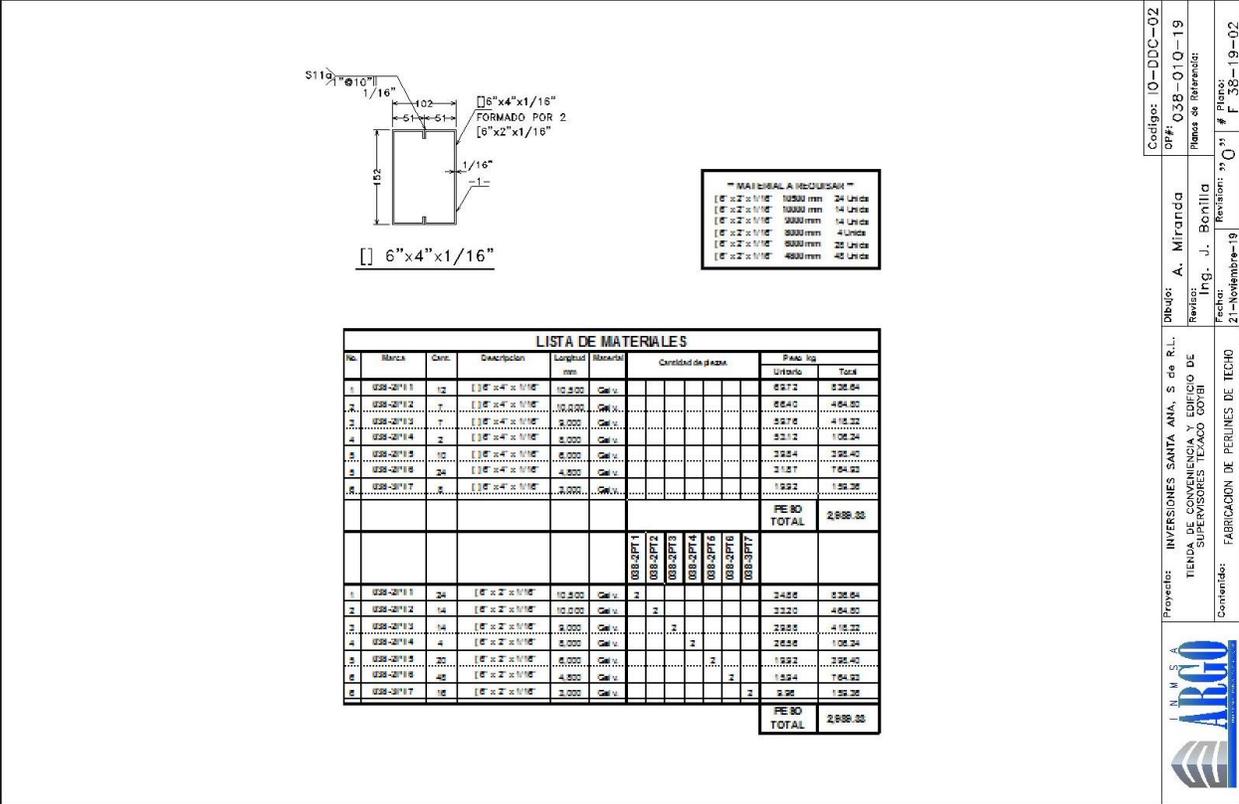


Ilustración 108: Plano de fabricación de perlines de techo para tienda de conveniencia y edificio de supervisores

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.7.2. DISEÑO DE TANQUE METÁLICO CAP. 100,000 GLs., INMOBILIARIA OPM

6.7.2.1. Ejecución de planos de fabricación de elementos de torre

Como se explicó en la sección 6.7.2.2 del capítulo 5, la torre que sostendrá al tanque elevado se conforma por tres elementos principales, estos son 6 columnas de perfil W12x65, arriostres y crucetas.

Las columnas son conformadas también por tres elementos, el perfil W12x65 y dos placas donde se anclan los arriostres y crucetas por medio de soldadura, permitiendo unir todos los elementos de la torre. Estas placas se sueldan a la columna con un ángulo de 120°, dicho ángulo no debe ser mayor ni menor, pues es el que permite estabilidad en el diseño de la torre. Cada placa va a ambos lados de la columna, tal como se observa en la ilustración 109 y son de dos dimensiones, de

350x350x3/16" para los extremos de las columnas, y de 800x350x3/16" ubicadas a lo largo de la columna, debido a que son las placas que tendrán más elementos soldados en ellas.

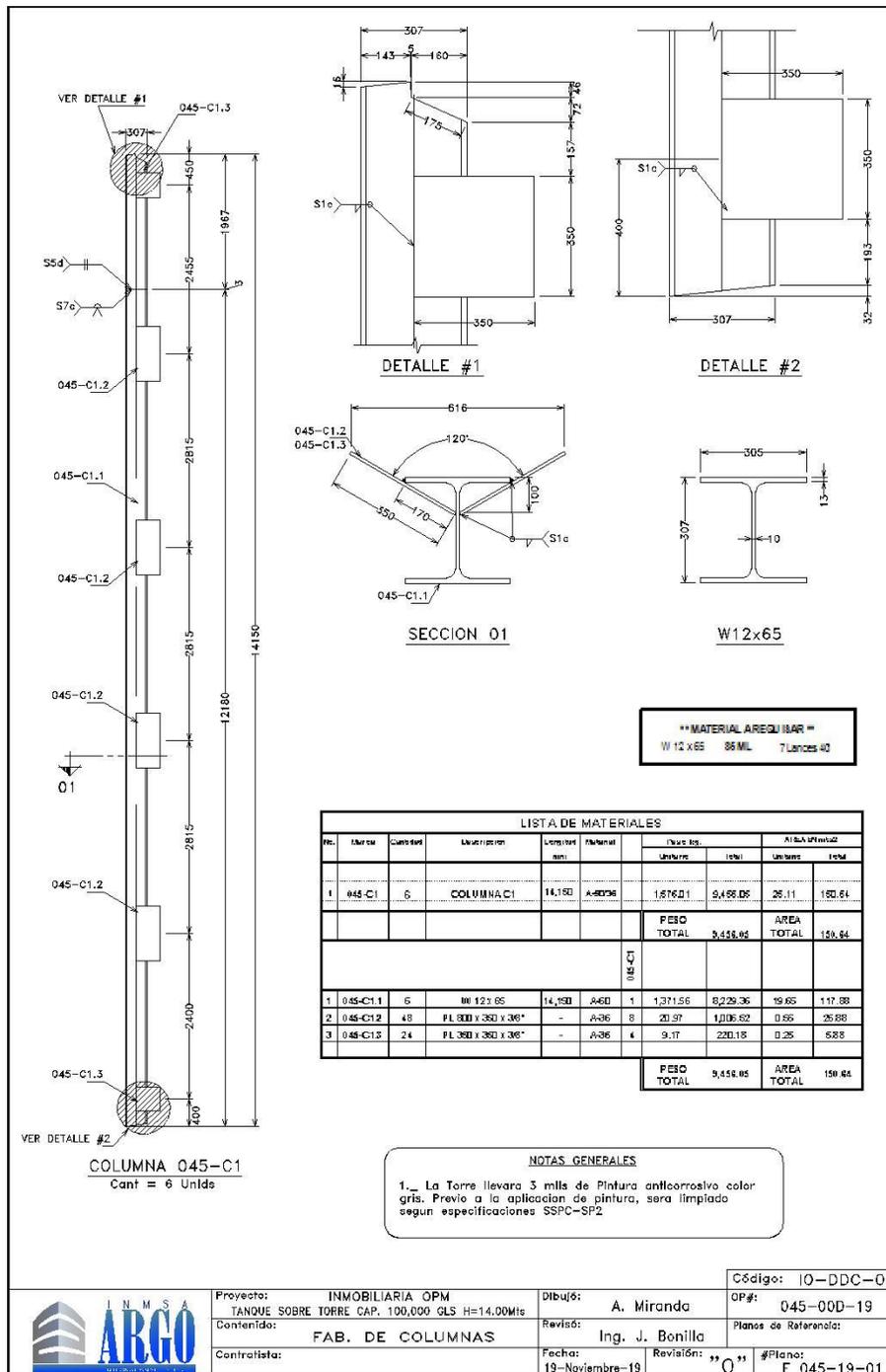


Ilustración 109: Plano de fabricación de columnas para torre de tanque elevado, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

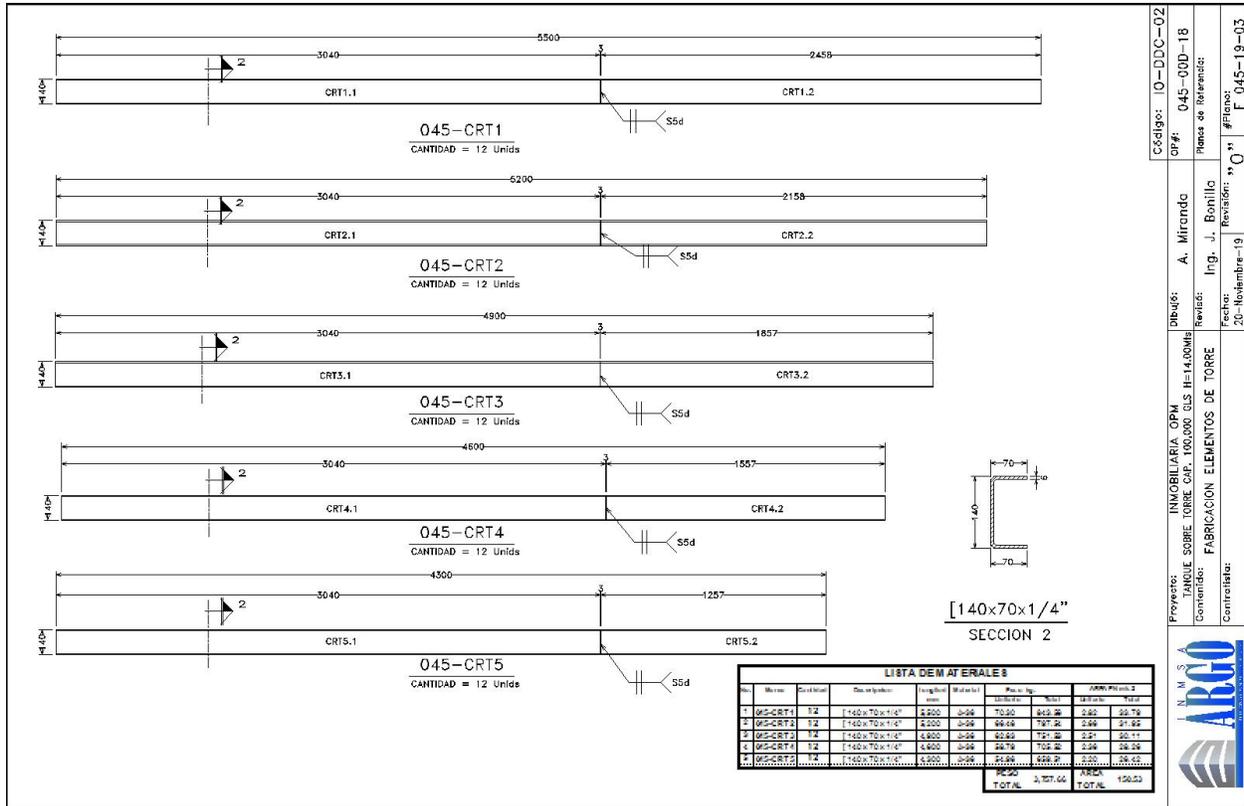


Ilustración 111: Plano de fabricación de crucetas para torre de tanque elevado, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.7.2.2. Ejecución de esquemas para la fabricación de crucetas y arriostres de torre para tanque elevado, Inmobiliaria OPM

Los esquemas de fabricación número 09 y 12 muestran el esquema del perfil para los arriostres y crucetas, especificando sus dimensiones y un cuadro donde se enlistan cada una de las piezas que conforman los arriostres y crucetas, con la longitud de cada uno, su material, el cual es A-36, su peso unitario y total según la cantidad de piezas en Kg. y el área de estas en metros cuadrados.

Se ha especificado también su desarrollo, cifra calculada mediante la ecuación 1 debido a que son piezas fabricadas con lámina de acero y serán dobladas por medio de mecanismos hasta formar el perfil. (Ver ilustraciones 112 y 114)

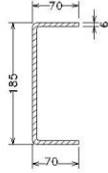
Revisó	Fecha	Observación																																																																																																																				
Preparar: Lamina e=1/4" (A-36)																																																																																																																						
																																																																																																																						
$[185 \times 70 \times 1/4"]$ Desarrollo = 300																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">LISTA DE MATERIALES</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">Marca</th> <th rowspan="2">Cantidad</th> <th rowspan="2">Descripción</th> <th rowspan="2">Longitud mm</th> <th rowspan="2">Material</th> <th colspan="2">Peso kg.</th> <th colspan="2">Área m²</th> </tr> <tr> <th>Unitario</th> <th>Total</th> <th>Unitario</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>045-ARR1.1</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>3.040</td> <td>A-36</td> <td>49.33</td> <td>295.96</td> <td>1.99</td> <td>11.86</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>045-ARR1.2</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>1.057</td> <td>A-36</td> <td>17.15</td> <td>102.91</td> <td>0.69</td> <td>4.12</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>045-ARR2.1</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>3.040</td> <td>A-36</td> <td>49.33</td> <td>295.96</td> <td>1.99</td> <td>11.86</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>045-ARR2.2</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>1.357</td> <td>A-36</td> <td>22.02</td> <td>132.11</td> <td>0.85</td> <td>5.29</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>045-ARR3.1</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>3.040</td> <td>A-36</td> <td>49.33</td> <td>295.96</td> <td>1.99</td> <td>11.86</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>045-ARR3.2</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>1.657</td> <td>A-36</td> <td>26.89</td> <td>161.32</td> <td>1.05</td> <td>6.45</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>045-ARR4.1</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>3.040</td> <td>A-36</td> <td>49.33</td> <td>295.96</td> <td>1.99</td> <td>11.86</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>045-ARR4.2</td> <td>6</td> <td>[185 x 70 x 1/4"]</td> <td>1.957</td> <td>A-36</td> <td>31.75</td> <td>190.53</td> <td>1.27</td> <td>7.63</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">PESO TOTAL</td> <td>1.770.72</td> <td colspan="2">AREA TOTAL</td> <td>70.93</td> </tr> </tbody> </table>					LISTA DE MATERIALES										No.	Marca	Cantidad	Descripción	Longitud mm	Material	Peso kg.		Área m ²		Unitario	Total	Unitario	Total	1	045-ARR1.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86	2	045-ARR1.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.057	A-36	17.15	102.91	0.69	4.12	3	045-ARR2.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86	4	045-ARR2.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.357	A-36	22.02	132.11	0.85	5.29	5	045-ARR3.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86	6	045-ARR3.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.657	A-36	26.89	161.32	1.05	6.45	7	045-ARR4.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86	8	045-ARR4.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.957	A-36	31.75	190.53	1.27	7.63	PESO TOTAL						1.770.72	AREA TOTAL		70.93
LISTA DE MATERIALES																																																																																																																						
No.	Marca	Cantidad	Descripción	Longitud mm	Material	Peso kg.		Área m ²																																																																																																														
						Unitario	Total	Unitario	Total																																																																																																													
1	045-ARR1.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86																																																																																																													
2	045-ARR1.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.057	A-36	17.15	102.91	0.69	4.12																																																																																																													
3	045-ARR2.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86																																																																																																													
4	045-ARR2.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.357	A-36	22.02	132.11	0.85	5.29																																																																																																													
5	045-ARR3.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86																																																																																																													
6	045-ARR3.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.657	A-36	26.89	161.32	1.05	6.45																																																																																																													
7	045-ARR4.1	6	[185 x 70 x 1/4"]	3.040	A-36	49.33	295.96	1.99	11.86																																																																																																													
8	045-ARR4.2	6	[185 x 70 x 1/4"]	1.957	A-36	31.75	190.53	1.27	7.63																																																																																																													
PESO TOTAL						1.770.72	AREA TOTAL		70.93																																																																																																													
MATERIAL A REQUISAR VER DETALLE DE CORTE EN ESQUEMA N° 10-11																																																																																																																						
Código: 10-DDC-03																																																																																																																						
Proyecto: INMOBILIARIA OPM		Dibujó: A. Miranda		OP#: 045-00D-19																																																																																																																		
TANQUE SOBRE TORRE CAP. 100,000 Gls. H=14 Mts		Revisó: Ing. J. Bonilla		Planos de Referencia: M 045-19-02																																																																																																																		
Contenido: FABRICACIÓN DE ARRIOSTRES		Fecha: 20-Nov-19		Revisión: "0" # Esquema: 09																																																																																																																		
Contratista:																																																																																																																						

Ilustración 112: Esquema de fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En la ilustraciones 113, 115-117 se observa el esquema para el corte de la lámina, pues las personas que fabrican los elementos en el departamento de planta, deben tener un esquema que les dicte como se cortaran las piezas y la posición de estas en la chapa con el fin de economizar el material y además incluir el espacio que la máquina de corte requiere siendo de 3mm.

La lámina de acero tiene dimensiones de 6096mm de largo y 1826mm de ancho (6'x20'), medidas estándar al momento de adquirir el material. En los esquemas se detalla la longitud y ancho de cada pieza, los espacios de corte, el material reutilizable y la cantidad de láminas por cada esquema de corte dando los pies cuadrados totales a necesitar de lámina por tipo de espesor.

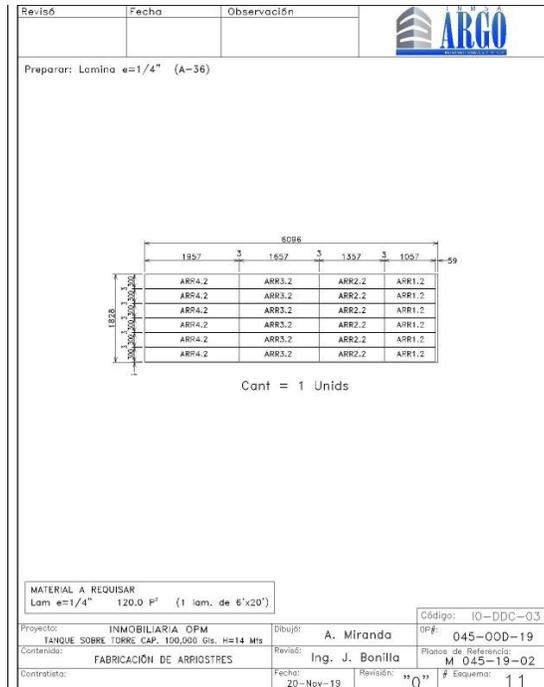


Ilustración 113: Esquema 11 de corte para fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

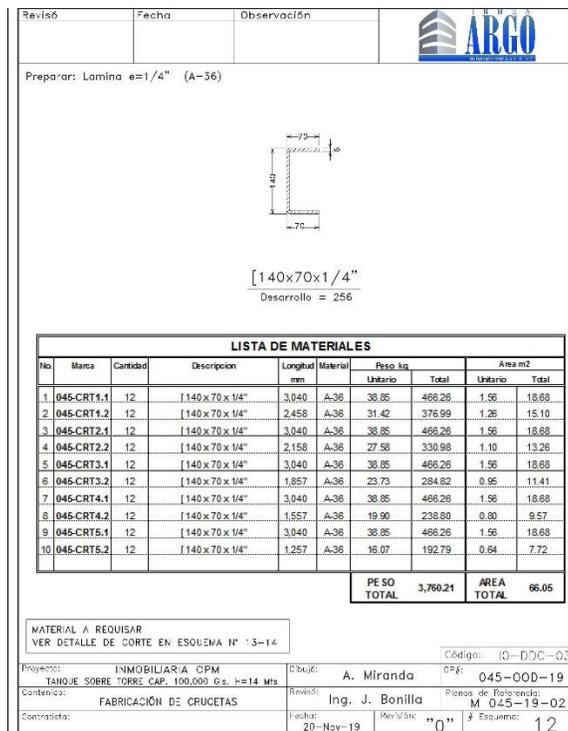


Ilustración 114: Esquema de fabricación de crucetas, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

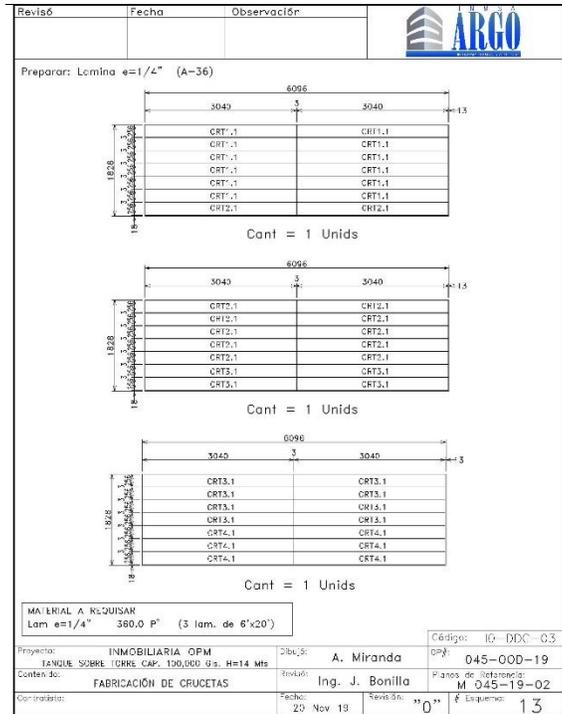


Ilustración 115: Esquema 13 de corte para fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

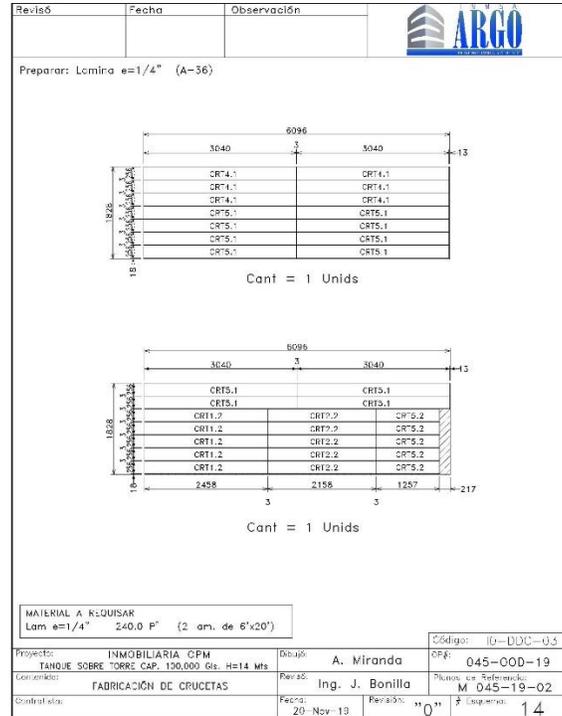


Ilustración 116: Esquema 14 de corte para fabricación de arriostres, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

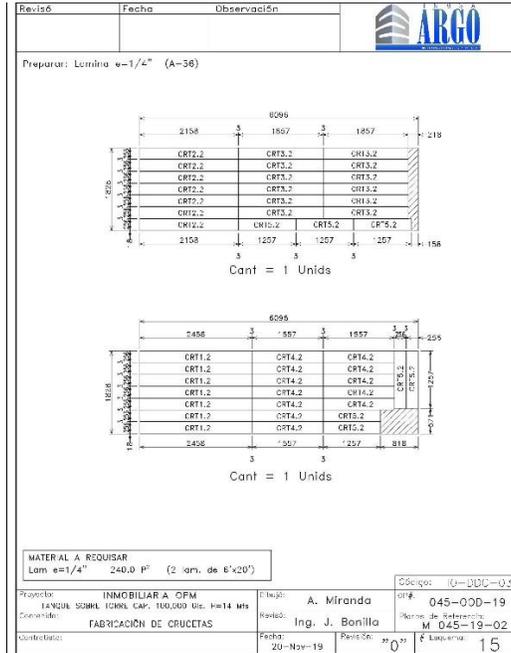


Ilustración 117: Esquema 15 de corte para fabricación de crucetas, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.7.2.3. Ejecución de planos para la fabricación de cúpula y fondo de tanque elevado, Inmobiliaria OPM

En la ilustración 100 que muestra el plano de armado del tanque, puede observarse el fondo y la cúpula que hacen parte del tanque, sin embargo, el departamento de Planta siempre requiere de un plano más detallado de estos elementos, por lo que se ejecutan dos planos de fabricación para estos, donde se indica el desarrollo de cada uno de los conos que conforman los elementos. Por ejemplo, la cúpula se encuentra formada por un cono inferior que se conforma por piezas elaboradas con lamina de acero y soldadas entre si hasta formar un circulo que después será rolado para formar el cono inferior, así mismo, el cono superior que es en realidad el que tiene una forma final cónica. Este cono superior es formado por dos piezas irregulares soldadas en sus extremos. De igual manera, se especifican sus datos de pesos, materiales, piezas, áreas y cantidad en una tabla. (Ver imagen 118).

En el caso del fondo del tanque, es formado por tres conos como se observa en la imagen 119.

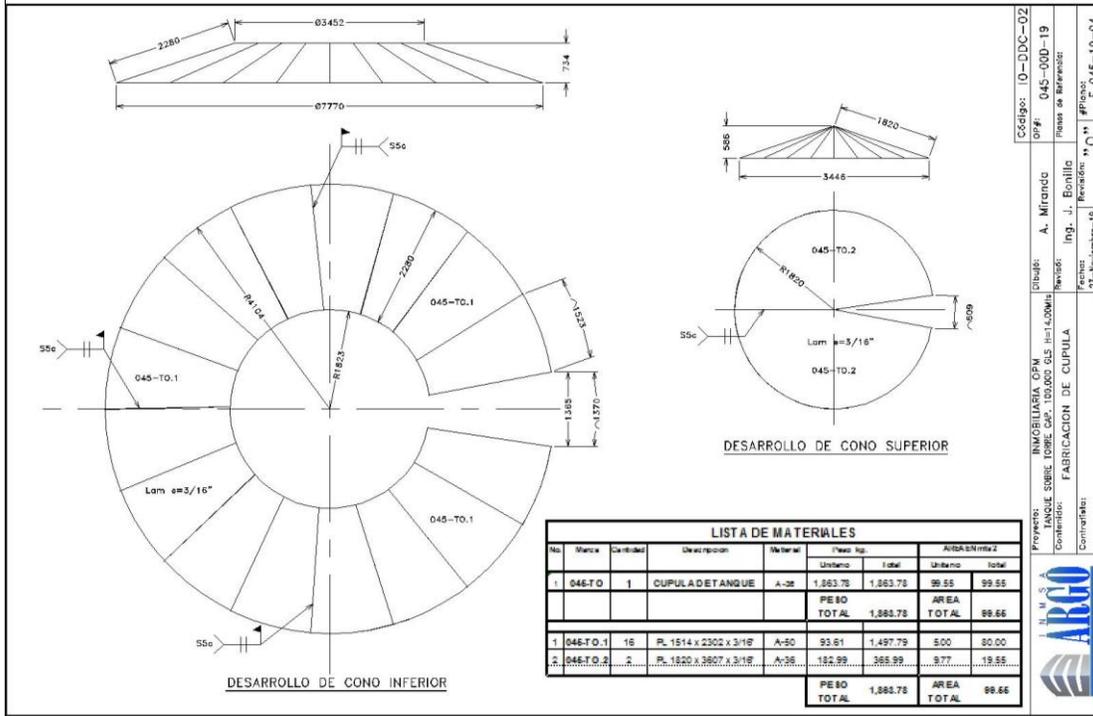


Ilustración 118: Plano de fabricación de cúpula para tanque elevado, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

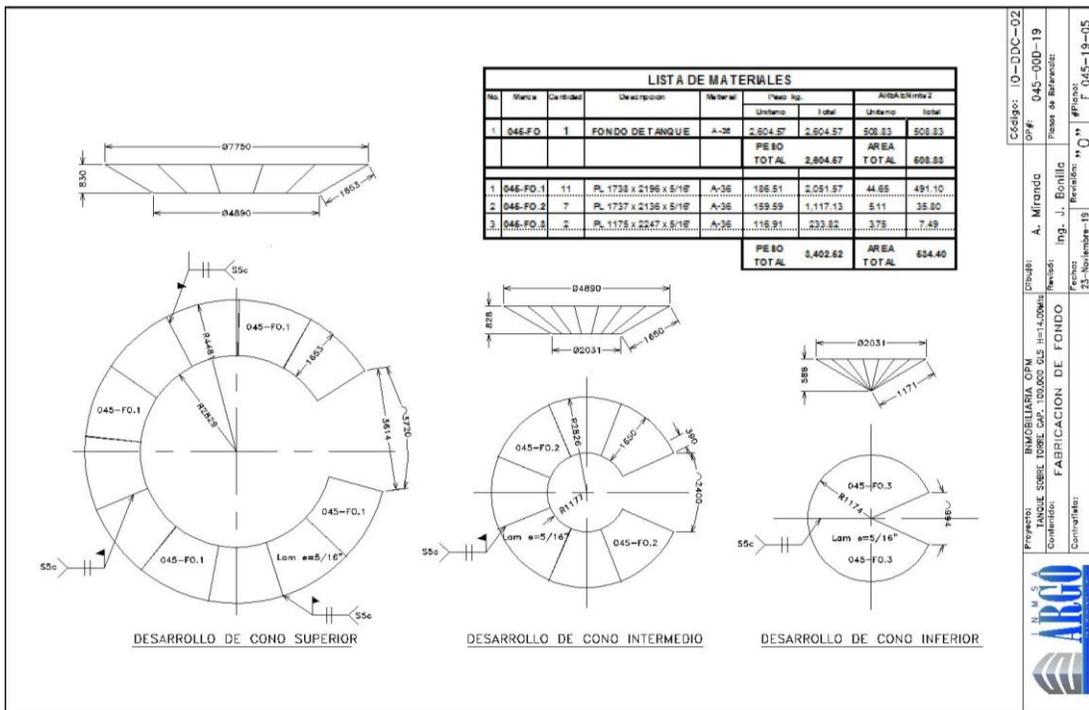


Ilustración 119: Plano de fabricación de fondo para tanque elevado, Inmobiliaria OPM

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.8. CAPÍTULO VII. SEMANA DEL 27 NOVIEMBRE AL 3 DE DICIEMBRE

6.8.1. DISEÑO DE TANQUE METÁLICO CAP. 100,000 GLS., INMOBILIARIA OPM

Tal como se ha descrito en capítulos anteriores, luego de la ejecución de los planos de montaje, su revisión y verificación por parte de los Ingenieros de los departamentos de Diseño y Desarrollo, Fabricación en Planta y Control de Calidad, se inicia el desarrollo de los planos esquemáticos para llevar a cabo la fabricación de cada una de las piezas que componen los elementos del proyecto. En este caso, se deben fabricar tres elementos, el techo, el cuerpo y el fondo tanque, mostrados en las ilustraciones 100, 118 y 119.

6.8.1.1. Ejecución de esquemas para la fabricación de elementos de cuerpo

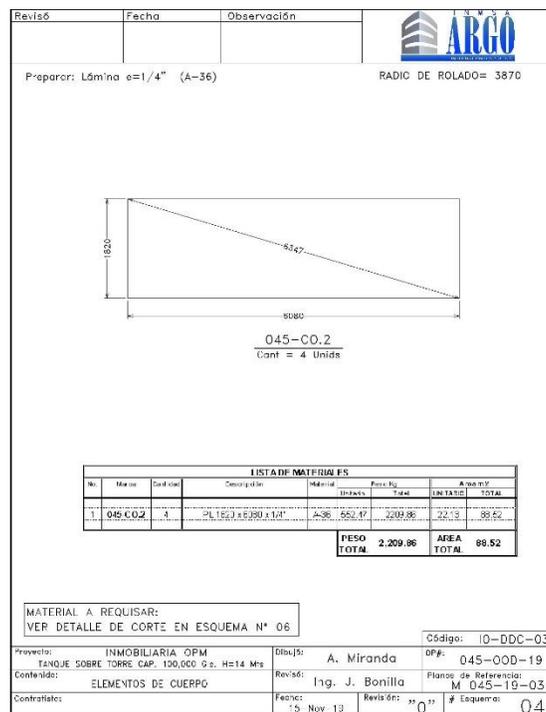


Ilustración 120: Esquema de fabricación de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

El cuerpo del tanque se encuentra formado por 16 piezas, como puede observarse en la ilustración 100, teniendo dos tipos diferentes de piezas de las mismas dimensiones pero que se distinguen

por la diferencia en el espesor de las mismas, siendo 12 piezas de espesor 3/16" mostradas en la ilustración 120, y 4 piezas espesor 1/4".

La diferencia en el espesor se debe a que las 4 piezas fabricadas con lámina de 1/4", se ubican solamente en el fondo del cuerpo del tanque, creando un anillo más fuerte que los superiores.

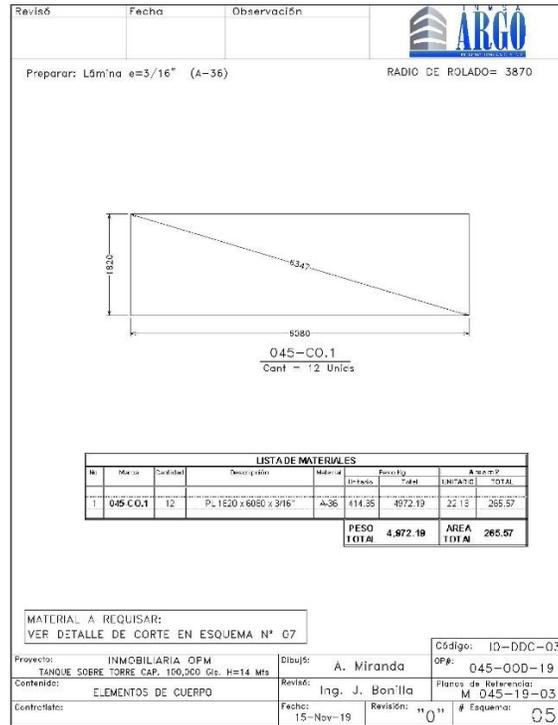


Ilustración 121: Esquema de fabricación de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Así mismo debe realizarse esquemas para el corte de la lámina al momento de fabricar las piezas, con el fin de usar eficientemente la materia prima. En este caso, las dimensiones de las piezas mínimamente diferentes a la de la lámina estándar que se obtiene como materia prima, por lo cual, no se especifica material reutilizable. (Ver ilustraciones 122 y 123).

Estos esquemas también deben contener información como el espesor de la lámina a utilizar y su material, la cantidad de piezas a fabricar y los pies cuadrados de lámina a requisar previo a la fabricación.

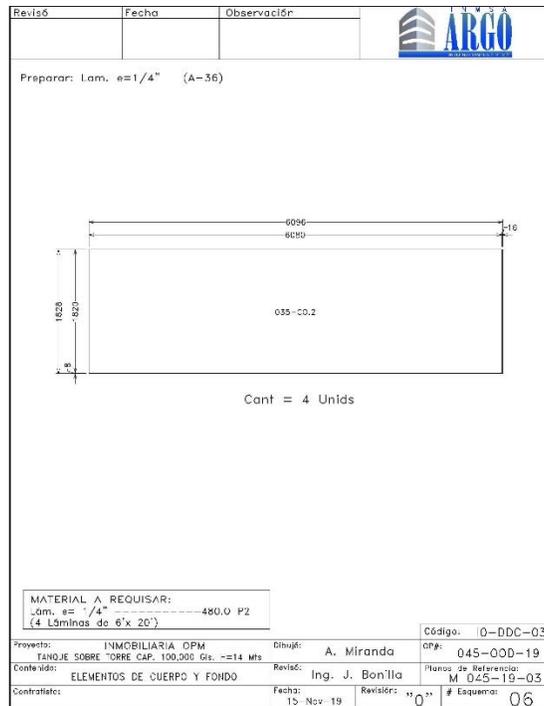


Ilustración 122: Esquema de corte de elementos de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

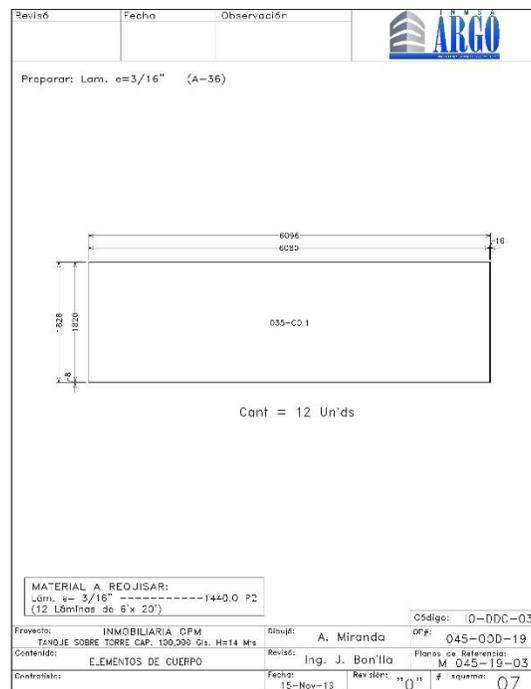


Ilustración 123: Esquema de corte de elementos de cuerpo, tanque cap. 100 Gls.

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.8.1.2. Ejecución de esquemas para la fabricación de techo de tanque elevado

La imagen 118 muestra el desarrollo del techo o cúpula para el tanque elevado, este es conformado por piezas en forma de gajos que al ser soldadas forman un cono.

El cálculo de estos elementos debe ser exacto, debido a que si hay sobrantes o faltantes en las dimensiones resulta difícil lograr cerrar el elemento.

Cada gajo cuenta con biseles, en todos sus lados si este gajo se encuentra en el centro del elemento y al fondo del mismo, y en tres de sus lados si son las piezas de inicio de la cúpula, sin embargo, en el caso de la cúpula, las piezas no cuentan con bisel debido al mínimo espesor de la lámina con la que se fabricaran.

La cúpula cuenta con dos tipos de piezas diferentes, siendo en total 18 piezas que se soldaran entre sí para formar el cono. En el esquema se deben especificar las dimensiones y radios de cada pieza para lograr exactitud en la fabricación.

Los gajos, fueron calculados por medio de la ecuación 6, donde se busca el arco de cada elemento que conforma el techo necesario para lograr una correcta unión de las piezas por medio de la soldadura y formar el cono adecuado según el diseño:

$$\emptyset \text{ Interior} * 2 - \emptyset \text{ Exterior} * \pi = \text{Arco del elemento}$$

Ecuación 6: Cálculo de arco para elementos de techo y fondo de tanques

Fuente: (INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Al obtener ese resultado, se divide el perímetro del arco del elemento entre el número de gajos a requerir, y a cada gajo se le restan 3 milímetros correspondientes a la soldadura. Por ejemplo, para el elemento TO1, según la imagen118, su radio interior es de 4103 mm y el diámetro exterior es igual a 7770mm, estos valores se sustituyen en la ecuación 6, dando como resultado un arco necesario de 1370mm (ver ecuación 7), quedando entonces, un perímetro de arco en el elemento de 24413mm, por tanto, al dividir esta cifra en el número de gajos que es 16, da un arco de 1523mm, mas 3 milímetros por gajo. (Ver ilustración 124). El mismo procedimiento se realiza para los demás elementos.

$$4103 * 2 - 7770 * \pi = 1370$$

Ecuación 7: Cálculo de arco para de techo TO1

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

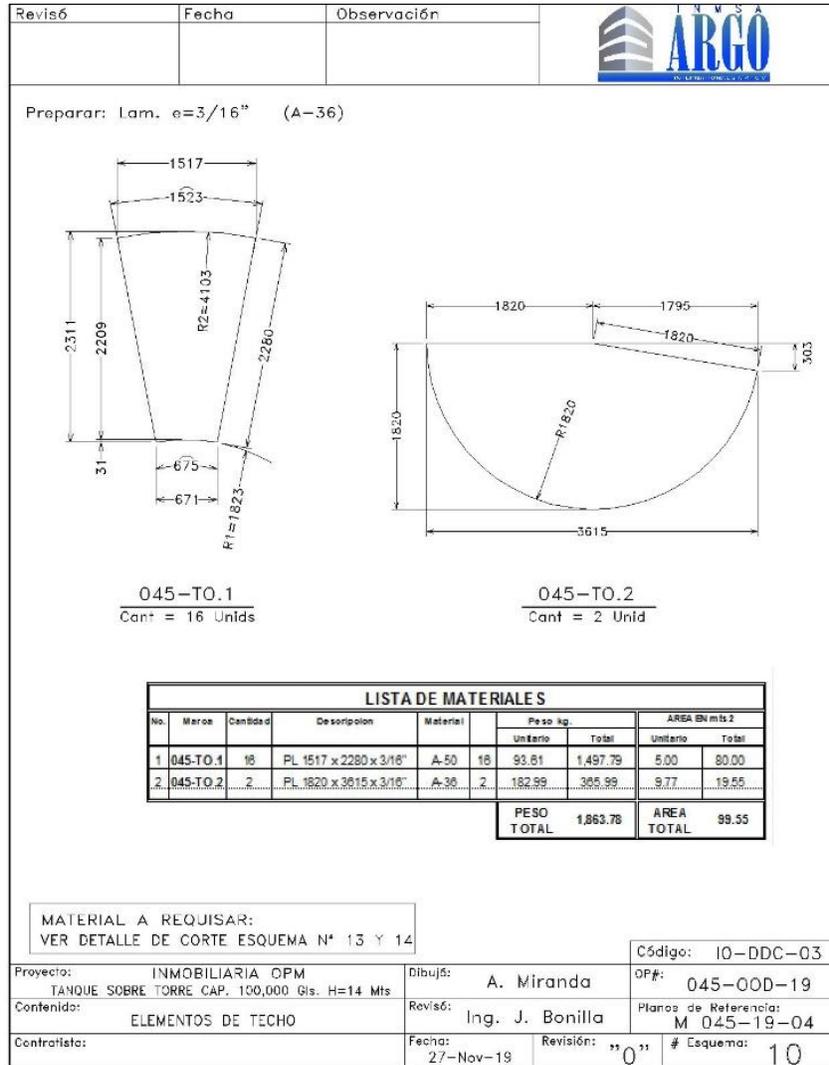


Ilustración 124: Esquema de fabricación de elementos de techo de tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

De igual manera, se realizan esquemas para el corte de las piezas en la lámina de espesor 3/16", especificando la posición de las piezas a cortar para un adecuado uso de la materia prima, necesitándose entonces, 7 láminas para la fabricación de cada una de las piezas de la cúpula para el tanque elevado. (Ver ilustración 125 y 126).

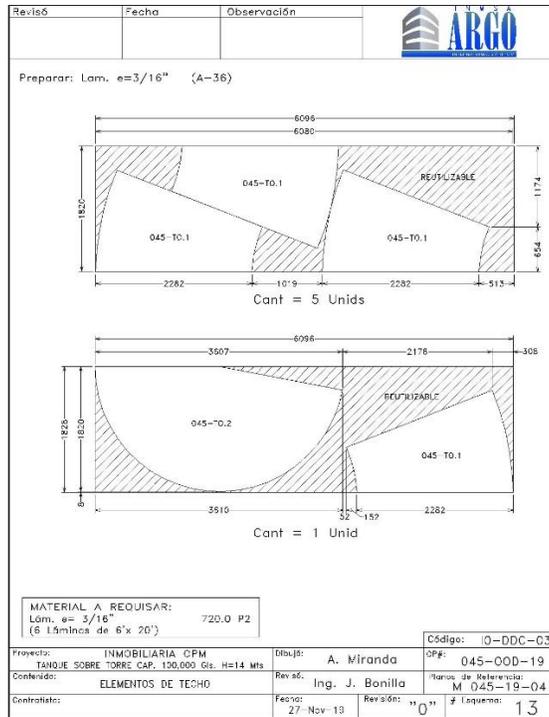


Ilustración 125: Esquema para corte de lámina, elementos de techo de tanque

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

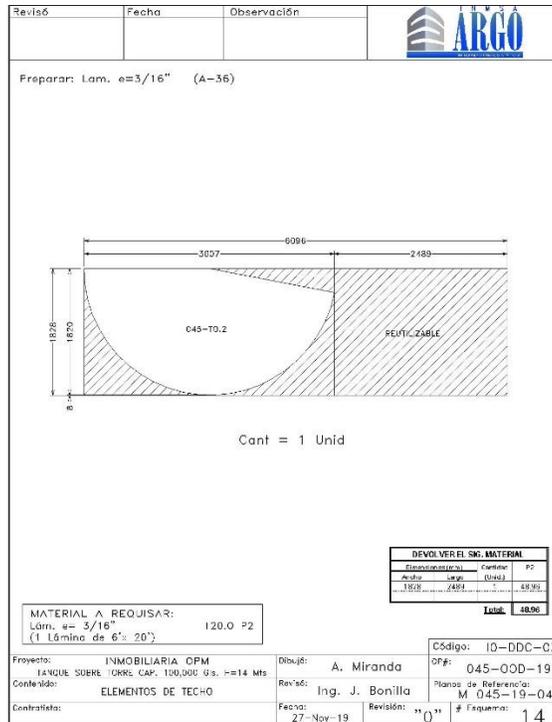


Ilustración 126: Esquema para corte de lámina, elementos de techo de tanque

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.8.1.1. Ejecución de esquemas para la fabricación de fondo de tanque elevado

El mismo procedimiento descrito en la sección 6.9.1.1, se realiza para la fabricación de los elementos del fondo del tanque, con la diferencia que, en este caso, se deben fabricar tres elementos, teniendo un total de 20 piezas.

De igual manera, se hace uso de la ecuación 6 para encontrar la dimensión de los arcos que permitirán el correcto desarrollo y soldadura para formar el cono inferior. (Ver ilustración 127-129).

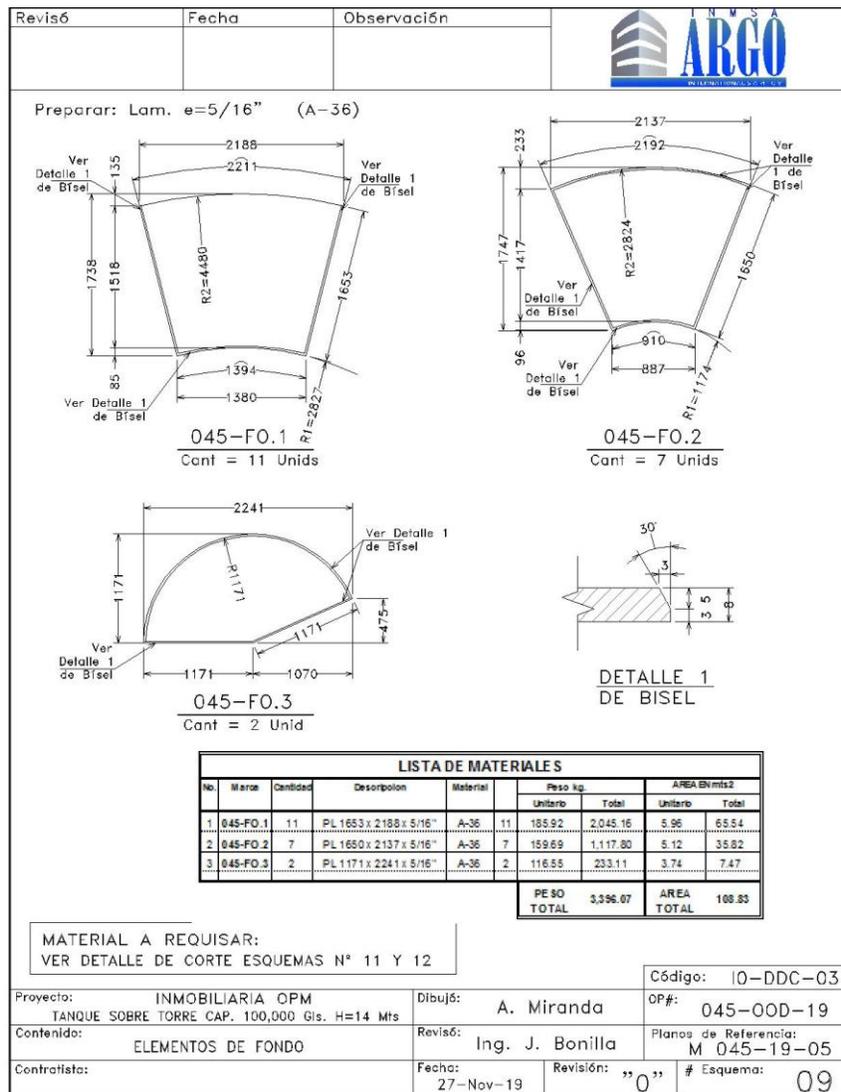


Ilustración 127: Esquema de fabricación de elementos de fondo de tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

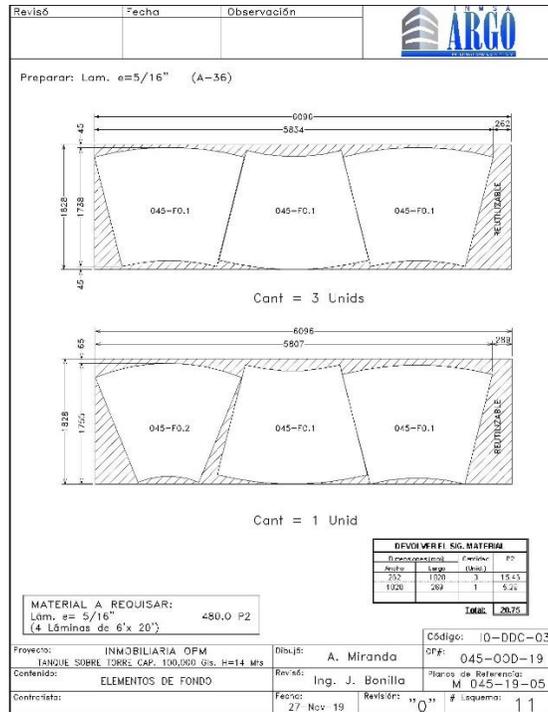


Ilustración 128: Esquema para corte de lámina, elementos de fondo de tanque

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

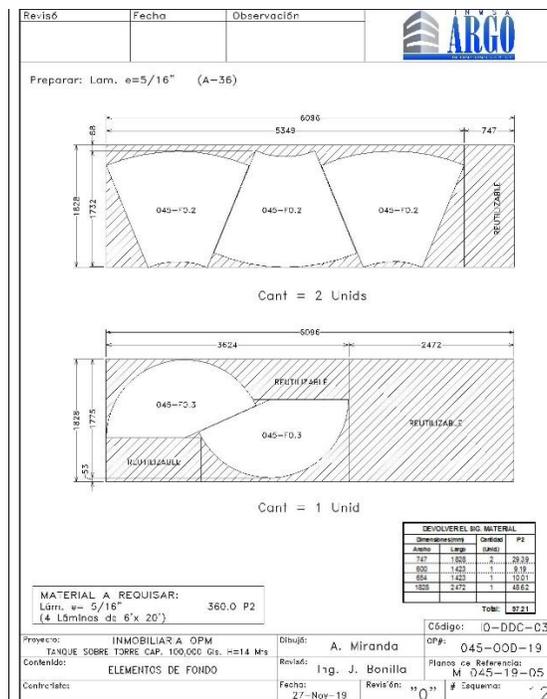


Ilustración 129: Esquema para corte de lámina, elementos de fondo de tanque

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.8.1.2. Ingreso de datos a Open Orange

Como parte de las actividades de los proyectos, se requiere del ingreso de los datos de cada uno de los elementos y las piezas que los componen al software Open Orange, para lo que se requiere la creación de artículos y recetas dentro del software que luego serán vinculados a la orden de producción de dicho proyecto para los fines administrativos en la empresa.

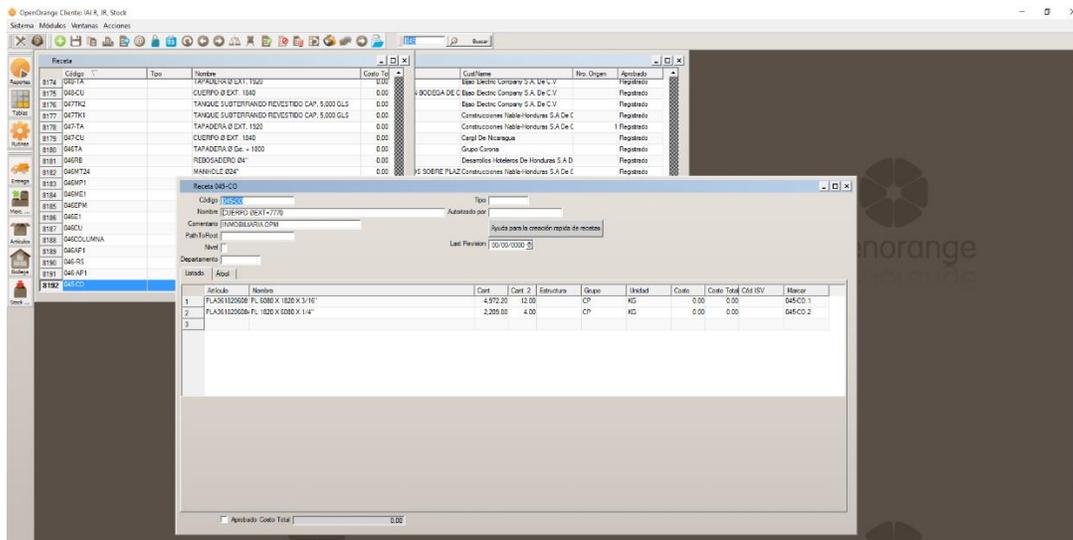


Ilustración 130: Ingreso de elementos de cuerpo en receta a Open Orange

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

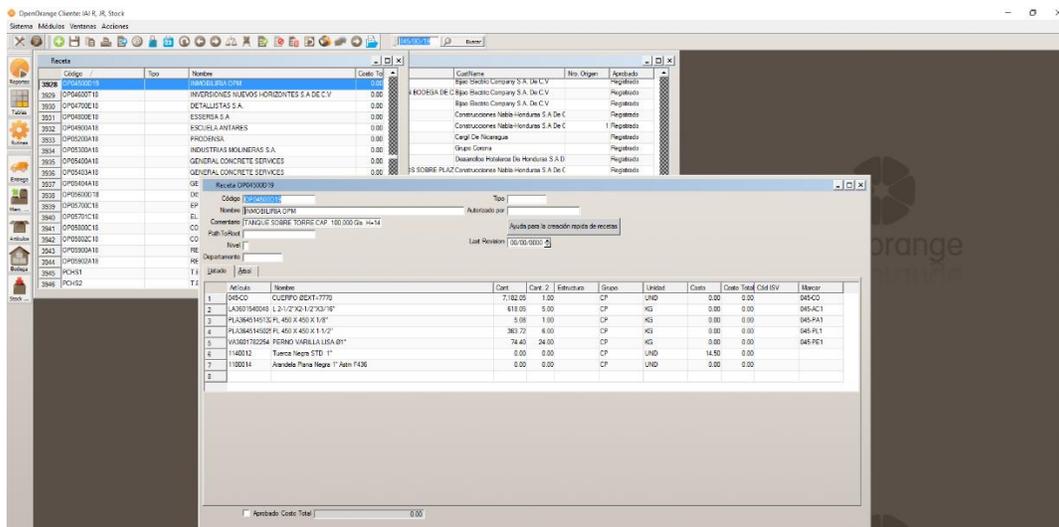


Ilustración 131: Ingreso de elementos compuestos a receta madre

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Orden de Trabajo 190045: Modificado

Número 190045 Tipo Fecha 16/11/2019 Usuario JR

Fecha Inicio 16/11/2019 Fecha Fin 16/11/2019 Fecha Entrega 16/11/2019

Avance 0.00 % Color Código de Barra

Sucursal 01 Departamento 16 Autorizado por

Comentario INMOBILIARIA OPM Etiqueta (a.b) 045/00/19

Artículo	Nombre	CodEst	Cant.	Cant.	Unidad	Artículo	Nombre	Cant.	Cant. Usado	Unit2	Cant.	Costo	Marcar
1	045-CO	CUERPO ØEXT=7770	7,182.05	1.00	UND		PL 6080 X 1820 X 3/16"	1.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-CO
2	LA3601540048	L 2-1/2"X2-1/2"X3/16"	618.05	5.00	KG	2010069	Angulo 2-1/2 X 2-1/2 X 3/16 X	28.12	0.00	KG		0.00	0.00 045-AC1
3	PLA364514513	PL 450 X 450 X 1/8"	5.08	1.00	KG	2200170	Lamina Negra 1/8" X 6' X 20'	5.07	0.00	KG		0.02	0.00 045-PA1
4	PLA364514502	PL 450 X 450 X 1-1/2"	363.72	6.00	KG	2201990	Lamina Negra 1-1/2" X 6' X 20'	0.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-PL1
5	VA3601782254	PERNO VARILLA LISA Ø1"	74.40	24.00	KG	2950017	Varilla Lisa 1" X 20' Grado 40	0.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-PE1
6	1140012	Tuerca Negra STD 1"	0.00	48.00	UND			48.00	0.00			0.00	
7	1100014	Arandela Plana Negra 1" Astm	0.00	48.00	UND			48.00	0.00			0.00	
8	045-C1	COLUMNA C1	9,456.05	6.00	UND		W12X65	6.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-C1
9	WA3601870254	1/2W12X65	505.98	6.00	KG	2850540	Viga W 12 X 12 X 65#/Pie X 4	0.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-C2
10	WA3602100025	1/2W12X65	581.58	6.00	KG	2850540	Viga W 12 X 12 X 65#/Pie X 4	0.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-C3
11	045-ARR1	[185X70X1/4"	368.46	6.00	UND		[185X70X1/4"	6.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-ARR1
12	045-ARR2	[185X70X1/4"	395.42	6.00	UND		[185X70X1/4"	6.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-ARR2
13	045-ARR3	[185X70X1/4"	422.38	6.00	UND		[185X70X1/4"	6.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-ARR3
14	045-ARR4	[185X70X1/4"	449.34	6.00	UND		[185X70X1/4"	6.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-ARR4
15	045-CRT1	[140X70X1/4"	843.56	12.00	UND		[140X70X1/4"	12.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-CRT1
16	045-CRT2	[140X70X1/4"	797.54	12.00	UND		[185X70X1/4"	12.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-CRT2
17	045-CRT3	[140X70X1/4"	751.53	12.00	UND		[140X70X1/4"	12.00	0.00	KG		0.00	0.00 045-CRT3
Controlar			Total Components	57,244.47	Total Raw Material	2,203.25	Summarize ->	Copy to Raw Materials ->					
Estado			Registrado	Cerrado	Total Cant.	15	Valor	0.00					

Ilustración 132: Actualización de orden de trabajo para tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.9. CAPÍTULO VIII. SEMANA DEL 4 AL 10 DE DICIEMBRE

6.9.1. TANQUE METÁLICO CAP. 100,000 GLs., INMOBILIARIA OPM

Para continuar el trabajo de desarrollo del tanque elevado para la Inmobiliaria OPM, se diseñan dos escaleras, una exterior, la cual está dividida en dos tramos, y una interior, que será instalada dentro del tanque con el fin de poder tener acceso al mismo y darle mantenimiento. De igual manera se diseña un manhole de techo.

6.9.1.1. Ejecución de planos de escalera exterior

La escalera exterior, dividida en dos tramos, se compone por dos ángulos L 2"x2"x1/4" que unidos por medio de varillas soldadas a lo largo del tramo a cada 300 milímetros que funcionan como los peldaños de la escalera, conformando la misma, junto a elementos fabricados con lamina que, al generar su radio, funcionan como barrera de seguridad para la persona que utiliza la escalera (ver ilustraciones 133 a 134).

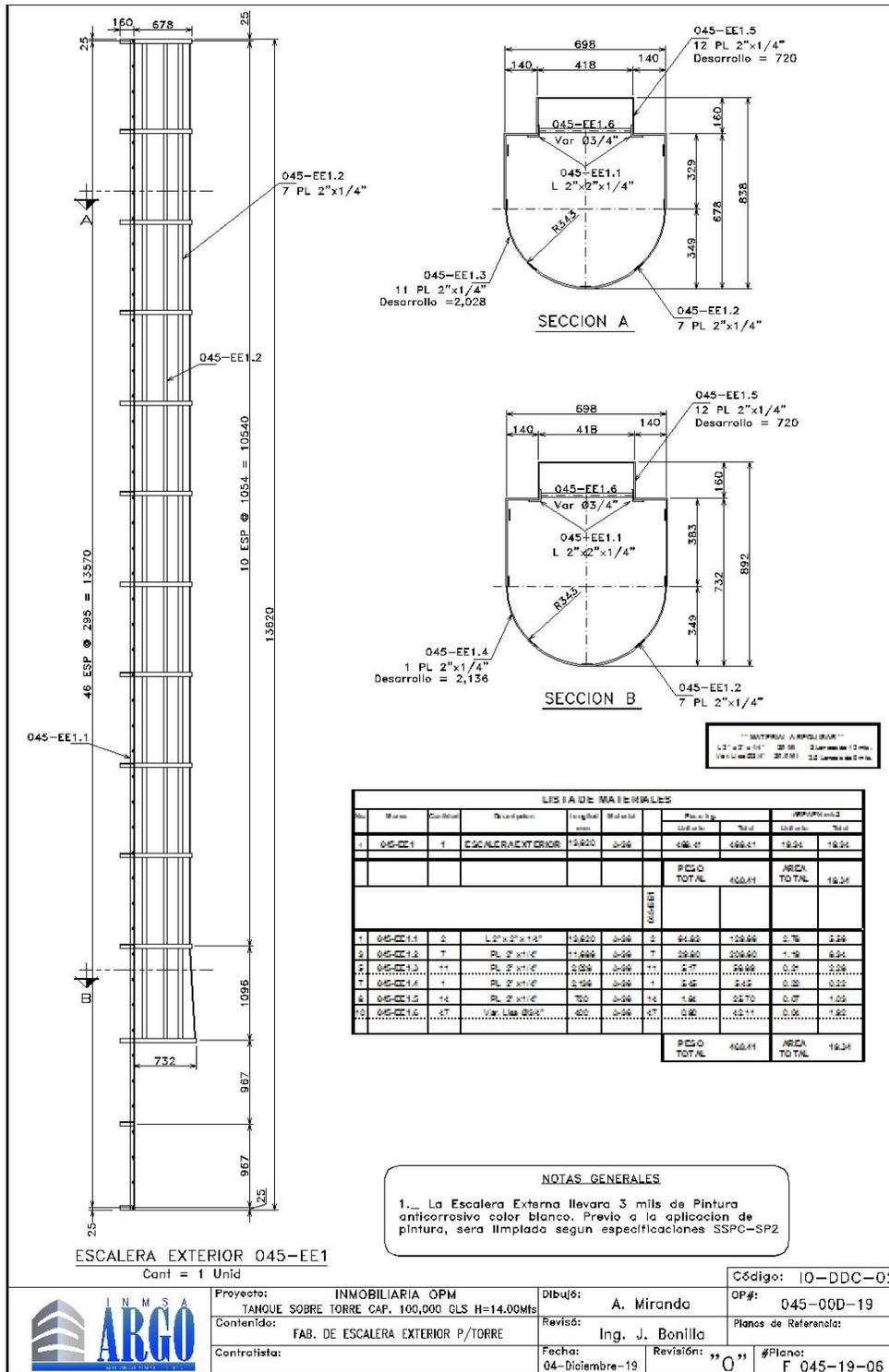


Ilustración 133: plano para la fabricación de escalera exterior para tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

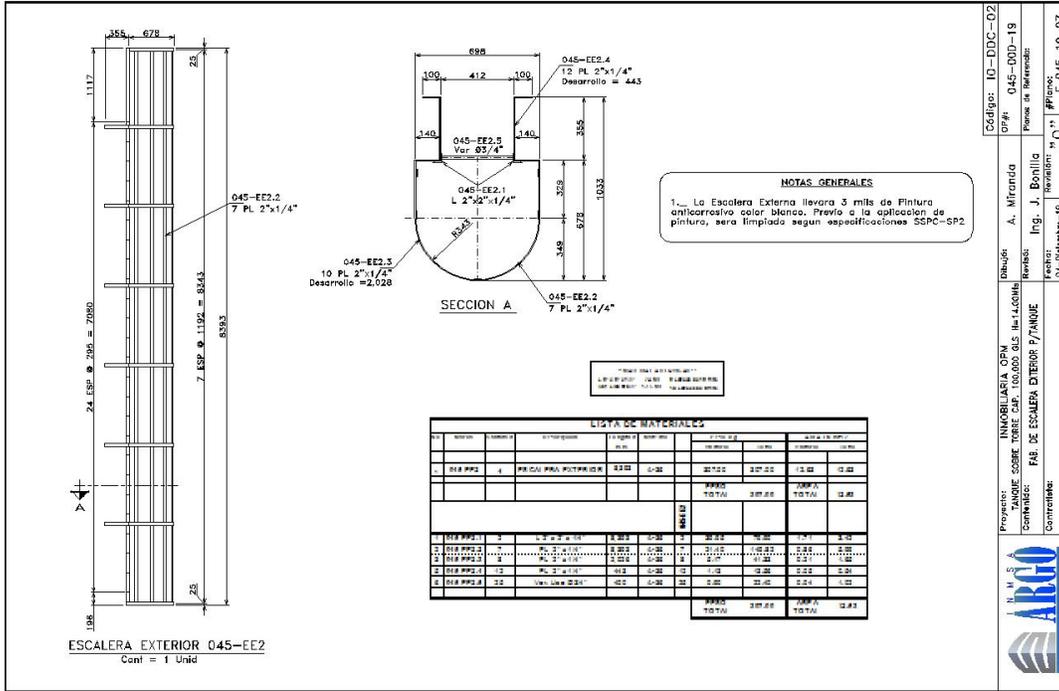


Ilustración 134: plano para la fabricación de escalera exterior para tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

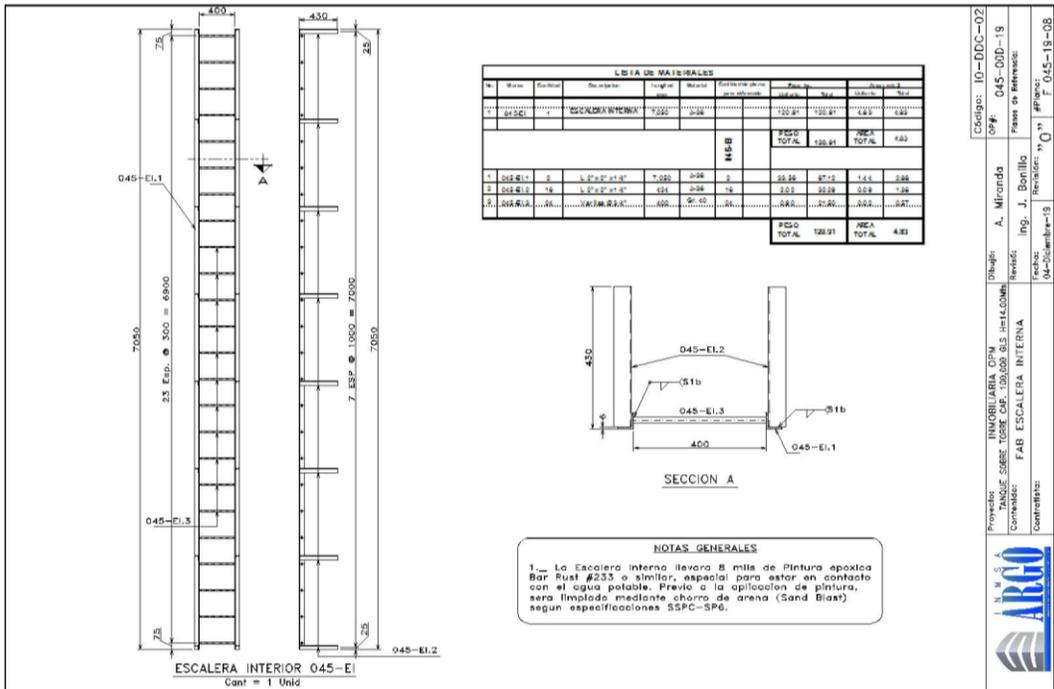


Ilustración 135: Plano para la fabricación de escalera interna en tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

La escalera interna también será fabricada con perfiles L 2"x2"x1/4" unidos por medio de varillas que funcionan como peldaños. La escalera interna, al estar en contacto directo con el agua que será almacenada en el tanque, será limpiada por medio del procedimiento *sand-blast* y luego pintada con pintura anticorrosiva especial para estar en contacto con agua potable. (Ver imagen 135).

Tal y como en todos los proyectos ejecutados a lo largo del periodo de práctica profesional, en este caso también deben ejecutarse planos de taller, también llamados esquemas de fabricación donde se detallan tipos materiales, dimensiones y material a requisar, donde, en las ilustraciones 136 y 137 se observan los esquemas de fabricación de los elementos que conforman las escaleras externas de la torre para el tanque elevado.

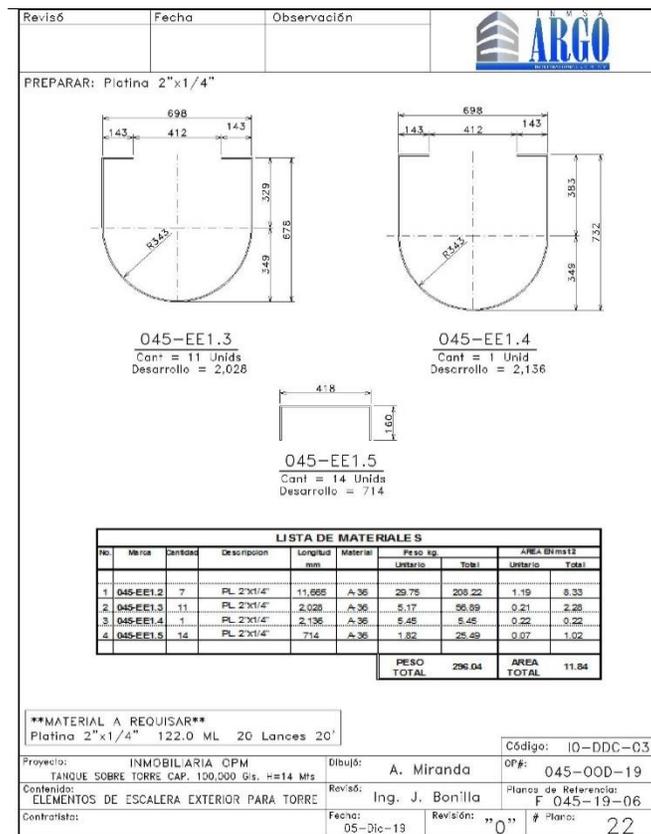


Ilustración 136: Esquemas de fabricación de elementos de escalera externa

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

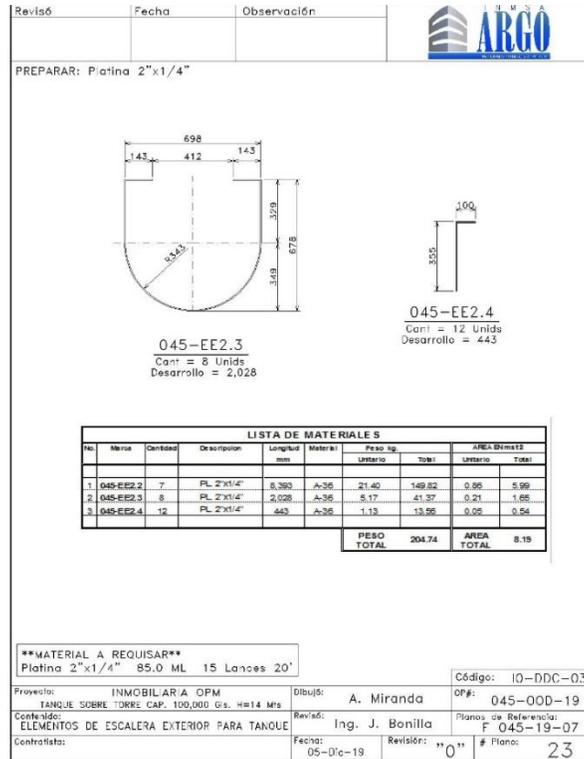


Ilustración 137: Esquemas de fabricación de elementos de escalera externa

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.9.1.2. Ejecución de planos para la fabricación de manhole de techo

El manhole de techo, es un elemento que permite el acceso al interior del tanque facilitando la inspección, mantenimiento y reparación de dicha estructura. El ingreso se encuentra protegido por una tapa de acero. En este caso se encuentra en el techo del tanque, aunque, en otros tipos de tanques, como ser los horizontales, el manhole se ubica en el cuerpo de este.

En la ilustración 138 se observa el plano de fabricación del manhole de techo, donde se especifican sus dimensiones, diámetros y radios, elementos que lo conforman tales como la tapa, el cuerpo, los pernos que unen la tapa con el cuerpo y en medio, un empaque de neopreno (ver ilustración 139) que tiene la función de sellar el manhole, evitando cualquier entrada o salida de sustancias, elementos o suciedad. De igual forma, la tapa necesita dos agarraderas (ver ilustración 140 y 141) para poder abrirla de manera fácil para la persona que, de mantenimiento al tanque, estas son elaboradas de varilla lisa y su desarrollo se realiza bajo la ecuación 1.

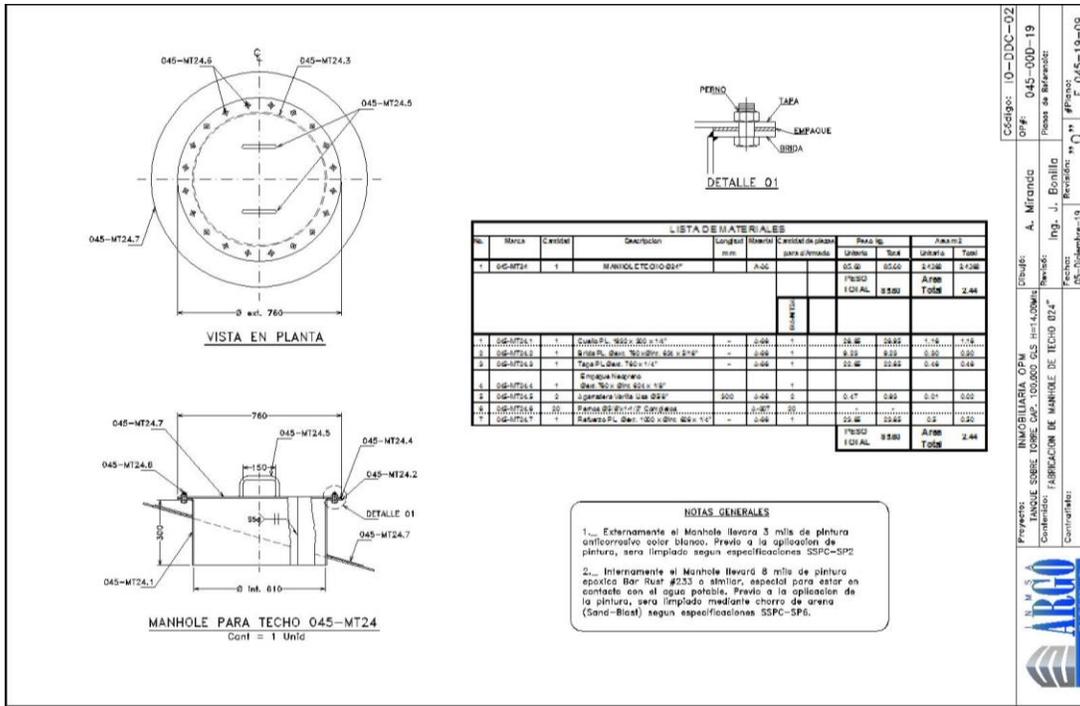


Ilustración 138: Plano de fabricación de manhole de techo

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

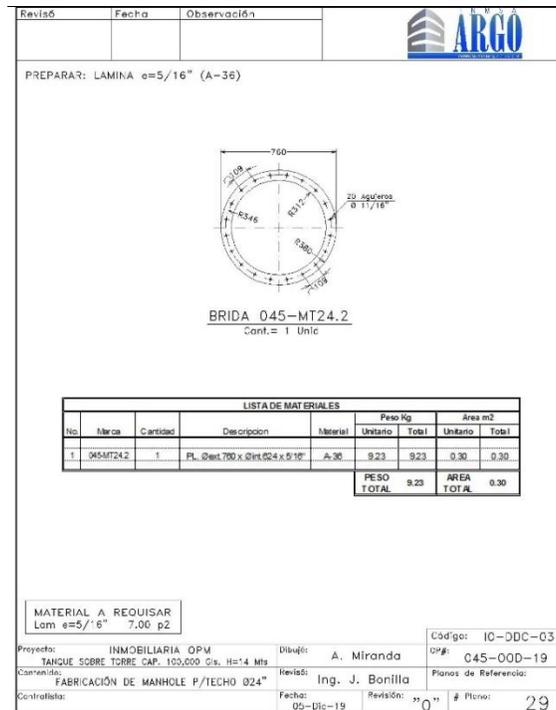


Ilustración 139: Esquemas de fabricación de elementos de manhole de techo

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

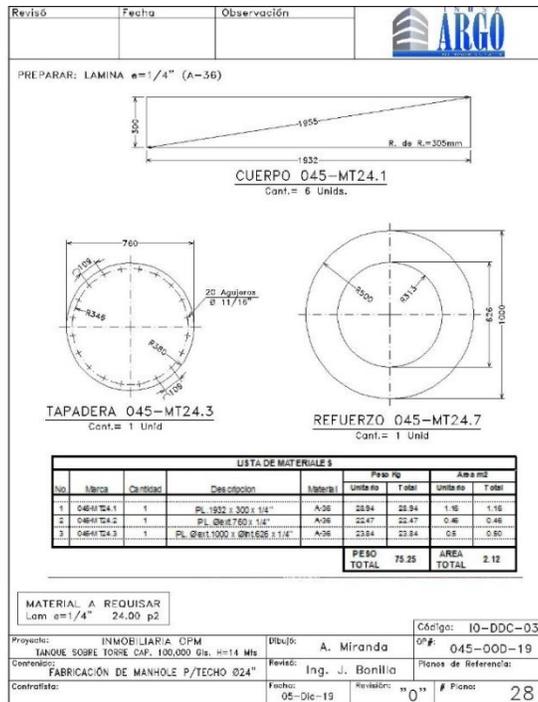


Ilustración 140: Esquemas de fabricación de elementos de manhole de techo

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

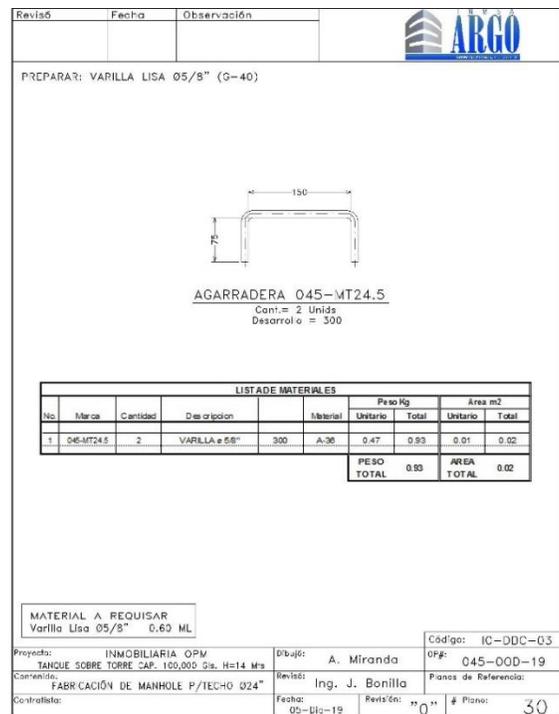


Ilustración 141: Esquema de fabricación de agarraderas para manhole de techo

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.9.1.3. Ejecución de plano de fabricación de accesorios de tanque elevado

Dentro de los accesorios importantes para el funcionamiento del tanque elevado se encuentran las entradas y salidas, donde en este caso, ambos elementos tienen un diámetro de 6" y son necesarios para la conexión de las mangueras para el llenado del tanque y para el drenaje de este.

El respiradero, que también se observa en la ilustración 142, es un elemento que permite la salida de los gases que puedan generarse dentro del tanque debido a la evaporación y calentamiento del agua almacenada.

El rebosadero, por su parte, permite la salida del agua cuando esta alcanza el nivel máximo para el cual ha sido diseñado el tanque.

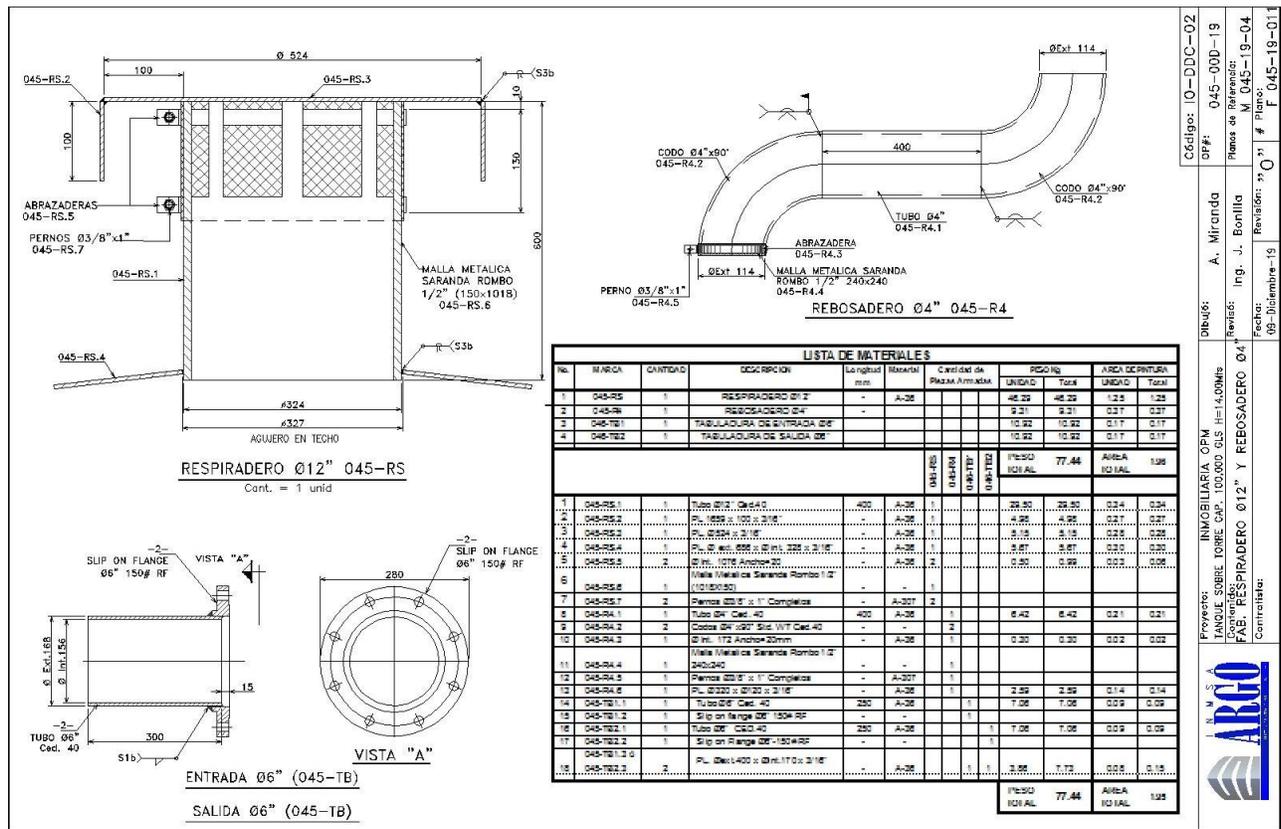


Ilustración 142: Plano de fabricación de accesorio de tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.9.1.4. Ejecución de plano de fabricación de barandal

El barandal se encuentra ubicado en la parte superior del tanque elevado, sobre la cúpula de este, y su posición se debe a que sobre el techo se encuentra el manhole de techo, por lo que periódicamente, una persona de mantenimiento subirá al techo del tanque para ingresar a este por medio del manhole. El barandal funciona como una barrera de seguridad para dicha tarea, protegiendo a la persona y evitando caídas desde el techo del tanque.

Este se confirmaría por tubos de diámetro 5/16" segmentados a lo largo del perímetro, y placas que también instaladas perimetralmente y que funcionan como rodapié. (Ver ilustración 143).

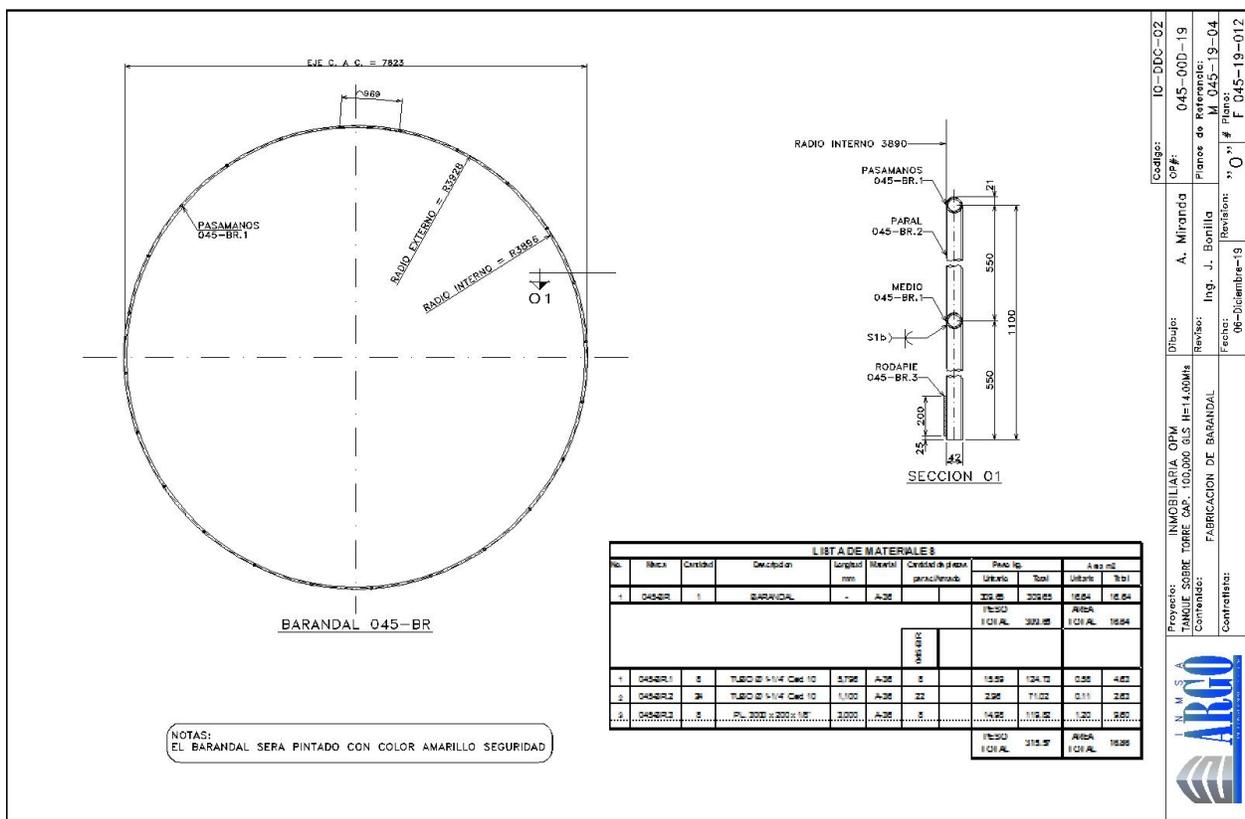


Ilustración 143: Plano de fabricación de barandal para tanque elevado

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.9.1.5. Resúmenes de material a requisar para tanque elevado, Inmobiliaria OPM

Al igual que en los proyectos anteriores, se realizan resúmenes de material necesario para la fabricación y desarrollo de los elementos estructurales que componen el proyecto, detallando la

cantidad de metros lineales, pies cuadrados y pesos de los materiales implementados, para llegar a una cifra final de la cantidades de obra a comprar o requisar. (Ver ilustraciones 144 a 147).

INMSA ARGO Sistema de Gestion		RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR							CODIGO: RS-DDC-02	
									VERSION: 4	
									Página 1 de 1	
PROYECTO : TANQUE SOBRE TORRE CAP. 100.000qls. H=14.0 Mts		FECHA : 15.noviembre.19								
CLIENTE : INMOBILIARIA OPM		REV: " 0 "								
OP N° : 045-00D-19		RESUMEN N°: " 1 "								
DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lám.e=1/8" A-36 2.32 KG	Lám.e=3/16" A-36 3.48 P²	Lám.e=1/4" A-36 4.54 P²	Lam. e=1.12" A-36 10.55 P²	Var. lisa Ø 1" GR. 40 3.97 ML	L 2-1/2"x2-1/2"x3/16" A-36 4.58 ML		
ANCLAJES	-	443.27	3.0			14.0	24.0			
CUERPO	-	7.305.66		1.440.0	480.0			30.0		
ACCESORIOS										
TUERCAS Ø1" A-563 HN	48 Un.									
ARANDELAS Ø1" F-436 HN	48 Un.									
PESO NETO TOTAL		7.748.93								
PESO TOTAL+DESPERDICIO		7.737.74	3.0	1.440.0	480.0	14.0	24.0	30.0		
PESO MATERIAL REUTILIZABLE										
FACTOR DE DESPERDICIO		1.00								
MATERIAL A REQUISAR :										
			P²	3.0	1.440.0	480.0	14.0			
			Lam (6"x20')	12	4			ML	24.0	30.0
							LANCES 20'		4.00	5.00

Ilustración 144: Resumen de materiales para requisar anclajes y cuerpo de tanque

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

INMSA ARGO Sistema de Gestion		RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR					CODIGO: RS-DDC-02	
							VERSION: 4	
							Página 1 de 1	
PROYECTO : TANQUE SOBRE TORRE CAP. 100.000qls. H=14.0 Mts		FECHA : 20.noviembre-19						
CLIENTE : INMOBILIARIA OPM		REV: " 0 "						
OP N° : 045-00D-19		RESUMEN N°: " 2 "						
DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lám.e=3/8" A-36 6.96 KG	Lám.e=1/4" A-36 4.64 P²	W12x65 A-50 96.93 ML			
FABRICACION DE TORRE	-	14,594.92	240.0	1,200.0	90.0			
PESO NETO TOTAL		14,594.92						
PESO TOTAL+DESPERDICIO		15,962.10	240.0	1,200.0	90.0			
PESO MATERIAL REUTILIZABLE		153.12						
FACTOR DE DESPERDICIO		1.08						
MATERIAL A REQUISAR :								
			P²	240.0	1,200.0			
			Lam (6"x20')	2	10	ML	90.0	
						LANCES 20'	7.5	

Ilustración 145: Resumen de materiales para requisar elementos de torre de tanque

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

	RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR	CODIGO: RS-DDC-02
		VERSION: 4
		Página 1 de 1

PROYECTO : **TANQUE SOBRE TORRE CAP.100.000gls. H=14.0 Mts** FECHA : **27-noviembre-19**
 CLIENTE : **INMOBILIARIA OPM** REV: **" 0 "**
 OP N° : **045-00D-19** RESUMEN N°: **" 3 "**

DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lám.e=3/8"	Lám.e=3/16"	Lám.e=5/16"	
		NETO	A-36	A-36	A-36	
		KG	6.96	3.48	5.80	
			P ²	P ²	P ²	
FONDO Y TECHO	-	5,259.85		791.0	722.0	
PLACAS DE REFUERZO	-	175.38	27.0			
PESO NETO TOTAL		5,435.23				
PESO TOTAL+DESPERDICIO		7,128.57	27.0	791.0	722.0	
PESO MATERIAL REUTILIZABLE		854.55		48.96	117.96	
FACTOR DE DESPERDICIO		1.15				
MATERIAL A REQUISAR :			P ²	27.0	840.0	840.0
			Lam (6'x20')	7	7	

Ilustración 146: Resumen de materiales para requisar elementos fondo y techo

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

	RESUMEN DE MATERIALES PARA REQUISAR	CODIGO: RS-DDC-02
		VERSION: 4
		Página 1 de 1

PROYECTO : **TANQUE SOBRE TORRE CAP.100.000gls. H=14.0 Mts** FECHA : **06-diciembre-19**
 CLIENTE : **INMOBILIARIA OPM** REV: **" 0 "**
 OP N° : **045-00D-19** RESUMEN N°: **" 5 "**

DESCRIPCION	CANT.	PESO	Lám.e=1/4"	Lám.e=5/16"	Platina 2"x 1/4"	Var. lisa Ø 5/8"	Var. lisa Ø 3/4"	L 2"x2"x1/4"	
		NETO	A-36	A-36	A-36	GR. 40	GR. 40	A-36	
		KG	4.64	5.80	2.55	1.55	2.24	4.76	
			P ²	P ²	ML	ML	ML	ML	
ESCALERAS	-	896.32			210.00		49.50	72.00	
MANHOLE DE TECHO Ø24"	-	85.60	24.00	7.00		0.60			
PERNOS Ø5/8"x1-1/2" COMPLETOS	20 Un.								
PESO NETO TOTAL		981.92							
PESO TOTAL+DESPERDICIO		1,141.99	24.0	7.0	210.0	0.6	49.5	72.0	
PESO MATERIAL REUTILIZABLE		0.00							
FACTOR DE DESPERDICIO		1.16							
MATERIAL A REQUISAR :			P ²	24.0	7.0				
					ML	210.0	0.6	49.5	72.0
					LANCES 20'	35	-	-	12
					LANCES 30'	-	-	5.5	-
					LANCES 40'	-	-	-	-
REQUISAR, SIG. ACCESORIOS									
DESCRIPCION	CANT.								
Empaque Neopreno Ø760x Ø624x1/8"	1 U nids								
Pernos Ø5/8"x1-1/2" Completos Galvanizados A-325 Gr.2	20 U nids.								

Ilustración 147: Resumen de materiales para requisar para escaleras y manhole

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.9.1.6. Lista de envío de elementos estructurales a campo

De igual forma, se realiza la lista de envío para el tanque elevado detallando elemento compuesto, dimensiones, pesos y áreas, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

		LISTA DE ENVIO				CÓDIGO: RS-DDC-03		VERSIÓN: 3		Página 1 de 1	
PROYECTO: INMOBILIARIA OPM				ESTRUCTURA: TANQUE ELEVADO CAP. 100,000 GLS H=14.00 Mts							
O.P. #: 045-00D-19				REVISIÓN: " 3 "		FECHA:		28-nov-19			
Marca de Pieza	Descripción de la Pieza	Material	Longitud MM.	Cantidad	Peso Unit. Kgs.	Peso Total Kgs.	Area Unitaria M2	Area de Pintura M2	Observ.		
ANCLAJE											
045-PE1	PERNO VARILLA LISA Ø1"	Gr40	782	24	3.10	74.51					
	TUERCAS Ø1" HN	A-563	-	48							
	ARANDELAS Ø1" HN	F-436	-	48							
045-PL1	PL 500 x 500 x 1-1/2"	A-36	-	6	74.84	449.04	0.50	3.00			
045-PA1	PL 500 x 500 x 1/8"	A-36	-	1	6.24	6.24					
CUERPO											
045-CO.1	PL 1820 x 6080 x 3/16"	A-36	-	12	414.35	4,972.19	22.13	265.57			
045-CO.2	PL 1820 x 6080 x 1/4"	A-36	-	4	552.47	2,209.86	22.13	88.52			
TECHO											
045-TO.1.1	GAJOS ARCO= 4678 x 2280 x 3/16"	A-36	-	4	374.45	1,497.79	20.00	80.00			
045-TO.2	PL 1820 x 3607 x 3/16"	A-36	-	2	183.00	365.99	9.77	19.55			
FONDO											
045-FO.1.1	GAJOS ARCO= 6639 x 1653 x 5/16"	A-36	-	3	557.77	1,673.32	17.87	53.62			
045-FO.1.2	GAJOS ARCO= 4425 x 1653 x 5/16"	A-36	-	1	319.37	319.37	10.23	10.23			
045-FO.2.1	GAJOS ARCO= 8777 x 1650 x 5/16"	A-36	-	1	466.22	466.22	14.94	14.94			
045-FO.2.2	GAJOS ARCO= 6582 x 1650 x 5/16"	A-36	-	1	349.66	349.66	11.21	11.21			
045-FO.3	CONO= Ø2026 x 1171 x 5/16"	A-36	-	1	233.10	233.10	7.48	7.48			
ANILLO DE CORONACION											
045-AC1	L 2-1/2"x2-1/2"x3/16"	A-36	5,400	5	24.72	123.61	1.38	6.91			
TORRE											
045-C1	COLUMNA C1	A-50 / A-36	14,150	6	1,576.01	9,456.06	25.11	150.66			
045-C2	1/2 W 12 x 65	A-80	870	6	84.33	505.98	1.21	7.26			
045-C3	1/2 W 12 x 66	A-50	1,000	6	96.93	581.58	1.39	8.34			
045-ARR1	[185 x 70 x 1/4"	A-36	4,100	6	61.41	368.46	2.46	14.76			
045-ARR2	[185 x 70 x 1/4"	A-36	4,400	6	61.43	488.56	2.64	15.84			
045-ARR3	[185 x 70 x 1/4"	A-36	4,700	6	70.40	422.40	2.82	16.92			
045-ARR4	[185 x 70 x 1/4"	A-36	5,000	24	74.89	1,797.36	3.00	72.00			
045-CTR1	[140 x 70 x 1/4"	A-36	5,500	12	70.30	843.60	2.82	33.84			
045-CTR2	[140 x 70 x 1/4"	A-36	5,200	12	66.46	797.52	2.66	31.92			
045-CTR3	[140 x 70 x 1/4"	A-36	4,900	12	62.83	751.56	2.51	30.12			
045-CTR4	[140 x 70 x 1/4"	A-36	4,600	12	58.79	705.48	2.36	28.32			
045-CTR5	[140 x 70 x 1/4"	A-36	4,300	12	54.96	659.52	2.20	26.40			
045-PL2	PL 350 x 350 x 5/16"	A-36	-	24	9.17	220.08	0.25	5.88			
045-PL3	PL 330 x 880 x 3/8"	A-36	-	6	21.09	126.53	0.56	3.38			
045-PL4	PL 330 x 300 x 3/8"	A-36	-	6	7.18	43.10	0.19	1.15			
045-PL5	PL 330 x 40 x 3/8"	A-36	-	6	0.96	5.75	0.03	0.15			
ANILLO DE COMPRESION											
045-ANC	PL 13173 x 300 x 5/8"	A-36	6,559	4	236.62	946.50	3.80	15.20	"REV.3"		
					TOTAL KGS.	31,460.93	AREA TOTAL	1,023.18			

Ilustración 148: Lista de envío de elementos estructurales para tanque

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

6.10. CAPÍTULO IX. SEMANA DEL 11 AL 14 DE DICIEMBRE

6.10.1. CANOPY DE SERVICIO, TEXACO GOYBI

6.10.1.1. Desarrollo y ejecución de planos para canal de agua lluvia

El canal de aguas lluvias es uno de los elementos que componen la cubierta de las edificaciones, este tiene el propósito de recolectar y evacuar las aguas lluvias.

Para iniciar el desarrollo del canal, se toma en consideración en plano de cubierta mostrado en la ilustración 149, donde se observa la longitud y ancho del canal, la ubicación de los bajantes y donde se especifica el grosor de la lámina utilizada para fabricarlo.

Se trazan las líneas guías tomando como puntos de partida los bajantes debido a que serán los puntos más bajos en cada tramo. Luego, se consideran las dimensiones estándar de la lámina, en este caso, lamina espesor 1/16", que tiene dimensiones de 4.33"x10', siendo igual a 3048x1050 milímetros. Este dato es importante pues de esto depende el largo de cada parte del canal.

Al realizar el trazo por tramo, se especifican los tramos internos y externos, donde los canales que al solaparse quedan sobre los otros dos canales de los extremos, serán los canales internos.

Se considera una solapa de 30 milímetros en cada unión de canal.

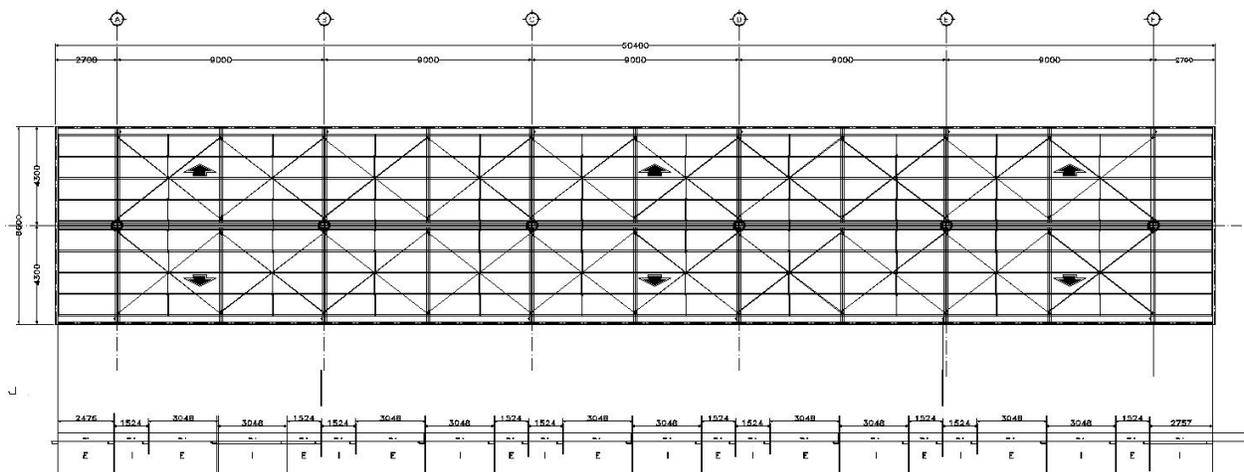


Ilustración 149: Trazo de líneas guías para diseño de canal aguas lluvias

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

En este caso, se encuentran 22 tramos de canal, sin embargo, muchos de estos tienen las mismas dimensiones, por lo que se consideran como un mismo tipo, teniendo entonces 6 canales, y cada uno de ellos tendrá dos perfiles, el perfil inicial y el perfil final, ambos perfiles serán utilizados en el cálculo de desarrollo.

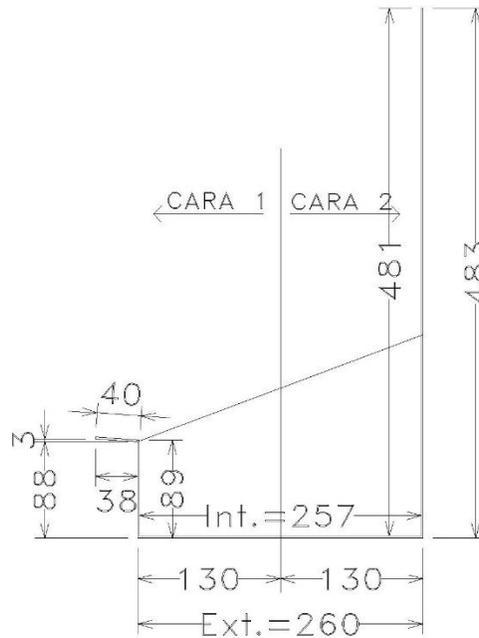


Ilustración 150: Perfil inicial de canal 1

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

Para comenzar el proceso de desarrollo, se toma el perfil que se muestra en las secciones estructurales de las ilustraciones 42-44 y 150, pues este será el perfil con las dimensiones iniciales del canal 1. En base a este, se inicia el cálculo para el desarrollo del canal, utilizando la ecuación 8 mostrada a continuación:

$$a+b+c+d-(2 \cdot \text{\#de golpes} \cdot \text{espesor de lámina}) = \text{longitud de desarrollo}$$

Ecuación 8: Desarrollo para el cálculo de lámina para fabricación de canal

Fuente: (INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

La ecuación es similar a la ecuación 1, pues se utilizan los mismos elementos para su cálculo. En el perfil del canal se identifican 4 lados, por lo cual se tiene un total de 3 golpes, y el espesor de

la lámina, que es 1/16" es igual a 1.5875 milímetros, sustituyendo estos datos en la ecuación 8 de la siguiente forma:

$$40+89+260+483-(2 *3* 1.5875) = 862.475$$

Ecuación 9: Desarrollo de cálculo para perfil inicial de canal 1

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

La cifra encontrada se le resta la suma de los lados, dando un factor y que será restado a todos los lados de la siguiente forma:

$$\text{lado a- } y(\text{golpes por lado}) = x$$

$$40- 9.525 (1) = 30.475$$

$$89- 9.525 (2) = 69.95$$

$$260- 9.525 (2) = 240.95$$

$$483- 9.525 (1) = 473.475$$

$$\text{SUMA TOTAL} = 862.475$$

Ecuación 10: Comprobación de longitud de desarrollo

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

La suma total debe ser igual a la longitud de desarrollo. Todo este procedimiento se repite con cada uno de los extremos de cada canal.

Al encontrar el desarrollo de cada uno de los perfiles, se procede a trazar el desarrollo de la lámina, uniendo los puntos de cada perfil y utilizando las dimensiones encontradas en la ecuación 10. El ejemplo de esto se muestra en la ilustración 151.

Los esquemas de fabricación muestran los perfiles y desarrollo de cada uno de los canales, así como el peso, material y área de cada uno, así como se muestran en las imágenes 151 a 158.

De igual manera se lleva a cabo el plano de fabricación de los canales, donde se encuentran 4 tramos, siendo el tramo 1 compuesto por el canal 1, el tramo 2, compuesto por el canal 2 y 3, el tramo 3 compuesto por el canal 4 y 5, y el tramo 4 compuesto por el canal 6. Esto se debe a que

los canales 2, 3, 4 y 5 son repetidos, por lo que se decide unirlos por medio de soldaduras formando tramos, tal como se observa en la imagen 159.

Finalmente, se realizan los esquemas de corte de lámina, donde se muestra la manera de corte de cada pieza de los canales, especificando dimensiones de la lámina y posición de las piezas en ella, espesor de lámina y la cantidad de láminas a requisar para la fabricación de dichas piezas. (Ver ilustraciones 160 y 161).

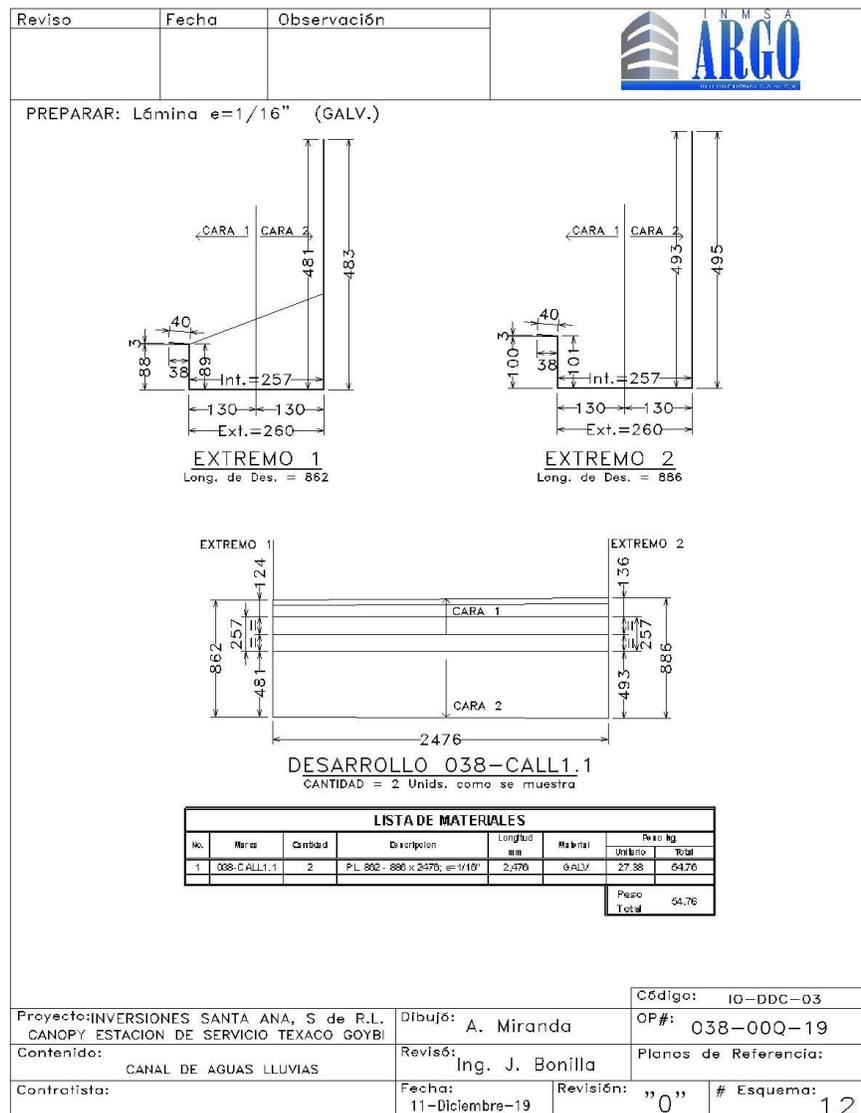


Ilustración 151: Esquema de fabricación de canal 1

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

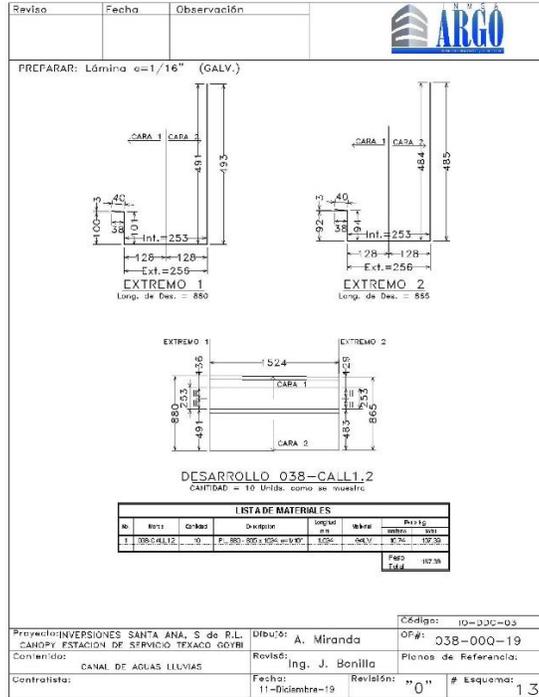


Ilustración 152: Esquema de fabricación de canal 2

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

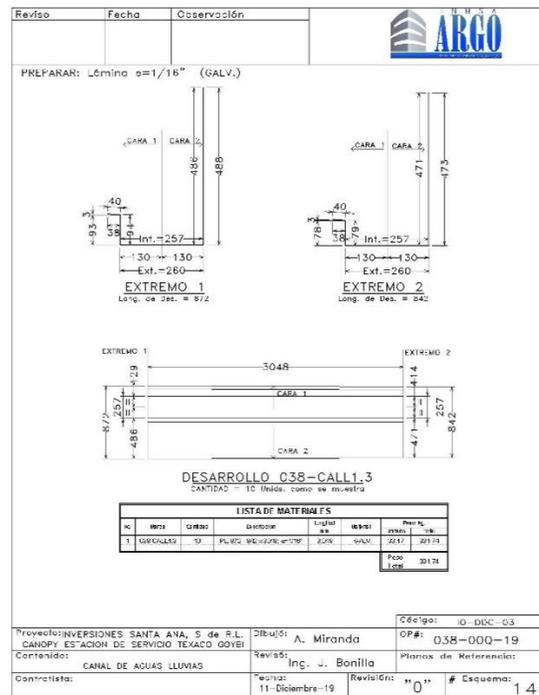


Ilustración 153: Esquema de fabricación de canal 3

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

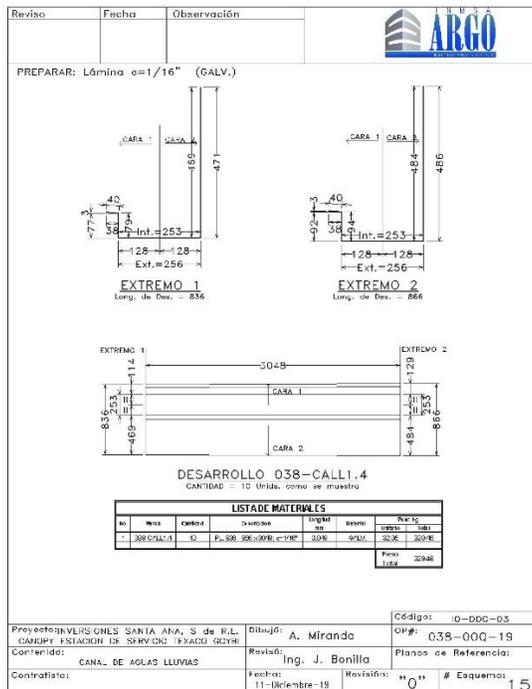


Ilustración 154: Esquema de fabricación de canal 4

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

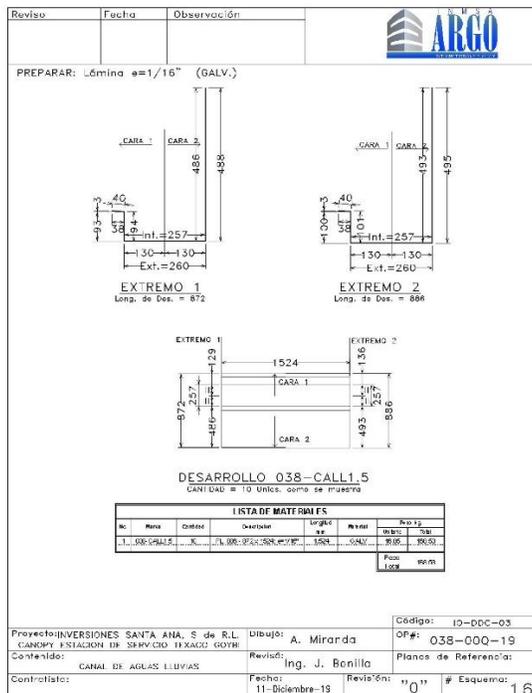


Ilustración 155: Esquema de fabricación de canal 5

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

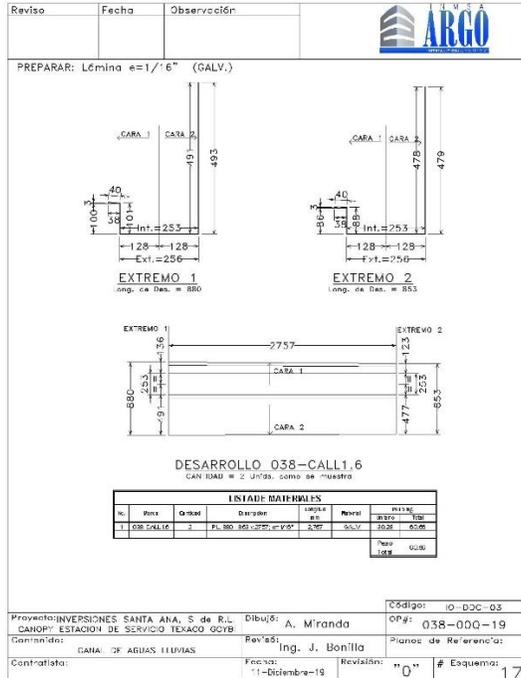


Ilustración 156: Esquema de fabricación de canal 6

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

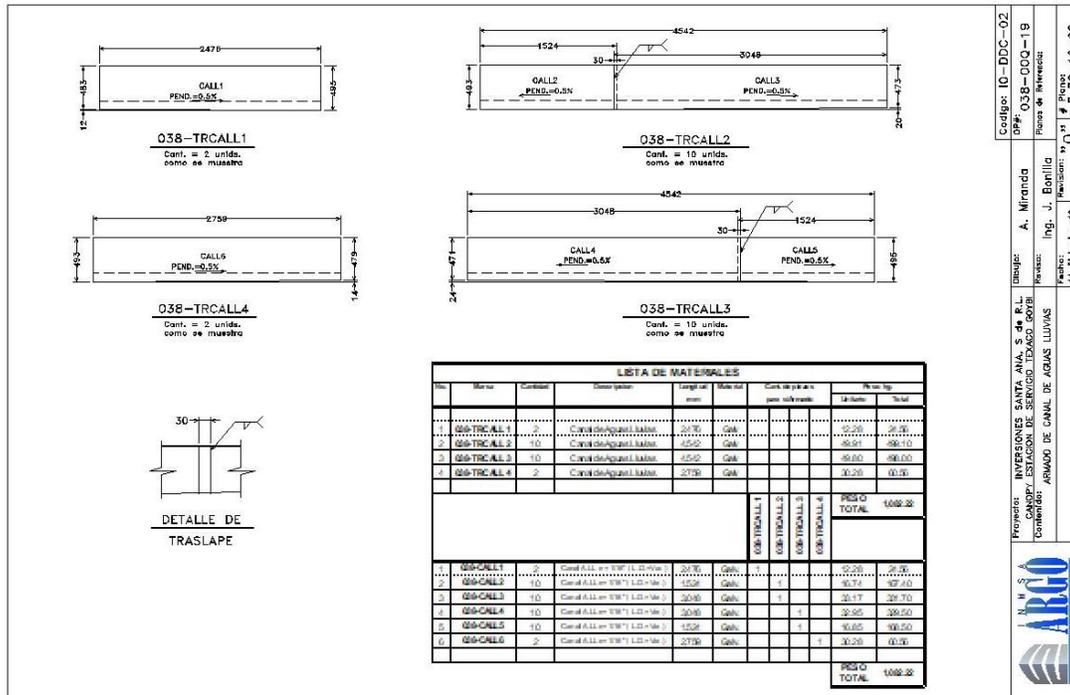


Ilustración 157: Plano de fabricación de armado de canal aguas lluvias

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

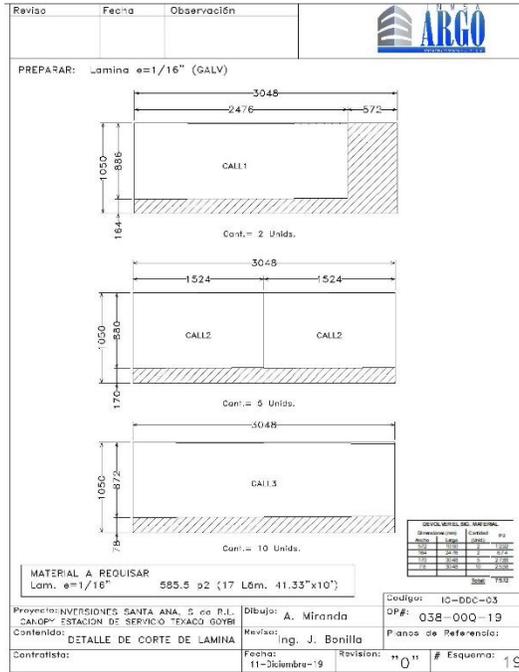


Ilustración 158: Esquema de corte de lámina para canal aguas lluvias

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

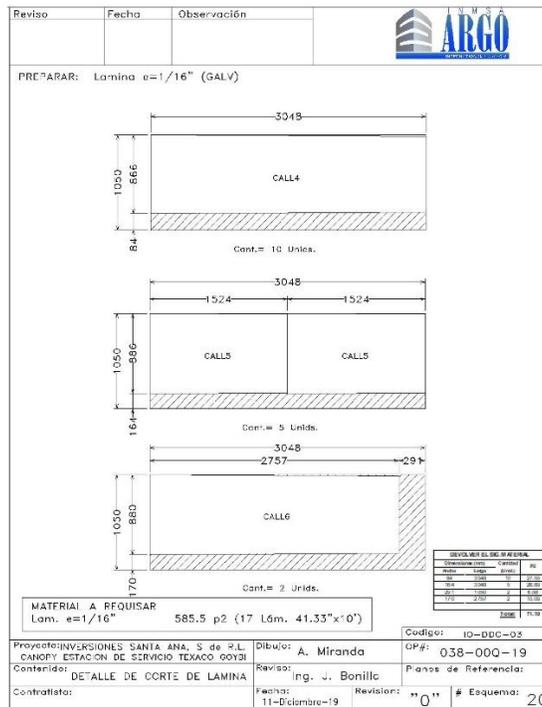


Ilustración 159: Esquema de corte de lámina para canal aguas lluvias

Fuente: (A. Miranda para INMSA ARGO INTERNATIONAL, 2019)

VII. CONCLUSIONES

Las estructuras de acero se han adueñado de gran parte del área de la construcción, implementándose desde los elementos más diminutos en arandelas y tuercas, hasta en elementos de gran peso y dureza como los perfiles W, siendo un material que permite la fabricación de cientos de elementos estructurales para la creación de las más grandiosas estructuras en el mundo.

Es imposible imaginarse un rascacielos y no pensar en perfiles de grandes escalas que favorecen a la resistencia contra las diferentes fuerzas que se ejercen al mismo, y que, a la vez, le permiten mayor ligereza y rapidez de construcción, pero no solo se piensa en estas grandes estructuras. El acero está presente en las cubiertas de la mayoría de las casas actualmente, desde las láminas galvanizadas, los pernos de anclaje, las vigas y viguetas, e incluso en las columnas de ellas, debido a la rigidez que brindan las varillas corrugadas a los muros y elementos constructivos.

Por medio de la práctica profesional, se logró una vinculación entre los conocimientos y habilidades adquiridas en la academia con el desempeño profesional en la empresa INMSA ARGO INTERNATIONAL, donde, por medio de la interacción laboral se permitió un contacto directo con profesionales en el área de la construcción que aportaron ideas y aprendizajes en diferentes aspectos de la industria siderúrgica y comprendiendo entonces, el funcionamiento y desarrollo en los proyectos arquitectónicos y de ingeniería en Honduras, generando un panorama de la realidad de la profesión en la cual se ha sido formado, a la vez, forjando el carácter y pensamiento crítico y analítico, por lo cual, la práctica profesional ha sido indispensable para tener una completa formación académica.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1. RECOMENDACIONES A UNITEC

A la academia de Arquitectura de la prestigiosa Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), se le incentiva a continuar con la aplicación de la metodología evaluativa que hasta el presente se ha implementado, pues la misma refuerza los conocimientos teóricos necesarios para el buen desempeño laboral y comprensión de las actividades realizadas durante la práctica profesional, optimizando el pensamiento crítico y analítico como la toma de decisiones en el desarrollo laboral.

8.2. RECOMIENDACIONES A INMSA ARGO INTERNATIONAL

A la empresa hondureña INMSA ARGO INTERNATIONAL, S.A de C.V, se le recomienda la contratación de profesionales que aporten a la producción eficiencia y eficacia en el departamento de Diseño y Desarrollo, y que a la vez sean aportadores de innovación en el diseño de los diferentes proyectos ejecutados por la empresa, beneficiando entonces la imagen ejecutiva, procesos y economía de esta.

En este aspecto, también se hace importante la constante capacitación del personal permitiendo mejorar los conocimientos, habilidades, conductas y aptitudes de cada uno de los miembros de I.A.I., contando con nuevas herramientas que brinden innovación en las diferentes áreas laborales.

Así mismo, se sugiere la implementación de programas de postproducción tales como Sketchup, Revit, y Lumion, para una adecuada visualización de la composición y el comportamiento de las estructuras diseñadas, mejorando tanto el proceso de producción en planta como el montaje en campo.

Para un mejor control del tiempo de producción en diseño, se aconseja realizar programaciones mensuales de las tareas a ejecutar por orden de producción, distribuyendo las mismas según la capacidad de cada persona del equipo de trabajo, creando también equipos donde el personal se complemente entre sí para lograr un mejor resultado y en menor tiempo.

IX. CONOCIMIENTOS APLICADOS

La formación práctica de un estudiante universitario es de gran relevancia tanto para el desempeño de la profesión como para su desarrollo personal y académico, convirtiéndose las prácticas profesionales en situaciones de aprendizaje y de aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación en la academia.

Durante este periodo, se aplicaron conocimientos de representación de planos arquitectónicos y estructurales adquiridos a lo largo de los cinco años de educación desde las clases de Percepción y Representación, Cad 2D, Sistemas de Construcción y en los nueve talleres de diseño arquitectónico y paisajístico, de igual forma, se hizo uso de habilidades computacionales tanto para el modelado 3D y renderizado de proyectos y estructuras con programas como Sketchup, Revit y Lumion conocidos en las clases de Cad 3D y Maquetaría Virtual, como softwares informáticos como Microsoft Excell, el cual fue aprendido durante las clases de Ofimática I y II, y que fue necesario para la realización de tareas de cálculo matemático de pesos y áreas de las estructuras diseñadas facilitando el trabajar hojas de cálculo como resúmenes de dichos datos y de cantidades de obras.

Así mismo, la asignatura Administración de Obras, fue una base para la ejecución de los mencionados resúmenes de materiales a requisar, donde se calcula la cantidad necesaria de materiales para la fabricación y desarrollo de elementos y estructuras en los diferentes proyectos realizados.

Sin duda alguna, los conocimientos básicos adquiridos a lo largo de los proyectos ejecutados en las clases de diseño arquitectónico han sido fundamentales al momento de entender los proyectos que fueron trabajados en el periodo de práctica profesional, pues gracias a ellos, se tenía la noción del comportamiento formal, funcional y estructural de los distintos tipos de edificaciones, siendo más fácil el desarrollo de propuestas y diseños de los mismos y la comunicación tanto con los profesionales en el área como con los clientes.

X. VALORACIÓN DE LA PRÁCTICA

La práctica profesional resulta ser un periodo donde el estudiante universitario desarrolla sus habilidades en el área laboral, permitiéndole aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida universitaria, y a la vez, aprender más sobre el área donde ha decidido desarrollarse, siendo en este caso, el sector de la construcción, conociendo cómo funcionan las dinámicas laborales y adquiriendo nuevas habilidades y conocimientos y/o reforzando los previamente adquiridos en la academia.

La experiencia profesional descrita a lo largo del presente informe dentro de la empresa INMSA ARGO INTERNACIONAL, ha significado el descubrimiento de una de las tantas áreas dentro de la construcción: las estructuras de acero; que aun que en la academia son conocidas por medio de las diferentes clases de diseño arquitectónico y las asignaturas de estructuras donde se aplican conocimientos matemáticos para el cálculo y pre dimensionamiento de las mismas, ha sido durante este contacto con la realidad que se ha conocido a profundidad la importancia de la industria siderúrgica en Honduras, identificando la variedad de perfiles y elementos que se implementan en las obras civiles y arquitectónicas fabricadas con acero, así como el funcionamiento y aplicación de estos, el cálculo de sus áreas, pesos y material necesario para la fabricación de los elementos que componen las estructuras de las edificaciones, así el comprender el proceso de diseño, desarrollo y fabricación de dichas estructuras, donde se hace importante la correcta representación en planos ejecutivos para el montaje de las mismas, haciendo énfasis en las uniones entre elementos donde son necesarios los detalles constructivos, y la representación en planos y esquemas para la fabricación de cada una de las piezas y elementos, los cuales, deben ser detallados y específicos, convirtiéndose en planos que son indispensables en el correcto desarrollo de las actividades en empresas como I.A.I y que, como Arquitectos o Ingenieros, se deben conocer y lograr un desarrollo de los mismos, viéndose necesario su estudio a lo largo de la vida estudiantil en los diferentes proyectos que se ejecutan tanto en clases de diseño estructural, arquitectónico y de sistemas constructivos.

Definitivamente, la práctica profesional se convirtió en una experiencia única, pues esta, fue encaminada específicamente a estructuras de acero, un tema que no cualquier empresa conoce

tan a profundidad como en I.A.I y el poder tener contacto con profesionales que tienen gran experiencia en el ámbito, generó un intercambio de conocimientos enriquecedor significando un nuevo horizonte en el panorama laboral para el futuro profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- 0 Grados Celsius. (22 de Mayo de 2015). *Soldadura oxiacetilénica*. Obtenido de <https://0grados.com.mx/soldadura-oxiacetilenica/>
- Acero Latinoamericano. (2017). Estadísticas acero 2017. *Acero Latinoamericano*, 60-62.
- Acero Latinoamericano. (2018). Estadísticas acero en latinoamerica. *Acero Latinoamericano*, 52-53.
- Acero Latinomearicano. (2017). Desarrollo de Infraestructura en América Latina. *Acero Latinomearicano*, 30-35.
- Alanza. (2019). *ACREDITACIONES Y CERTIFICACIONES*. Obtenido de ALANZA: <http://alanza.hn/agregados/>
- Banco Central de Honduras. (2009). *Comportamiento del Sector Construcción en Honduras, 2008*.
- Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción. (2019). El sector de la construcción directamente vinculado al desarrollo de la infraestructura. *CHICO*, 6.
- Instituto Técnico de la Estructura de Acero. (1997). Producción de acero. En ITEA, *Construcción de acero, factores económicos y comerciales* (pág. 5). ORDIZIA: ITEA.
- ITEA. (1997). La fabricación hoy. En ITEA, *Construcción en acero* (pág. 25). Ordizea: ITEA.
- Plycem. (2017). Traslapes y pendientes. *Guía de instalación para techos*, 3.
- Statista. (21 de Octubre de 2019). *Volumen de la demanda mundial de acero de 2016 a 2020, por región*. Obtenido de Demanda mundial de acero por región 2016-2020: <https://es.statista.com/estadisticas/598604/demanda-mundial-de-acero-por-region/>
- The Lincoln Electric Company. (2019). *Fundamentos de Soldadura por Arco*. Obtenido de <https://www.lincolnelectric.com/es-mx/support/process-and-theory/Pages/arc-welding-detail.aspx>