



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Informe de actividades en el  
Departamento de Calidad de  
Europan S. A. de C. V.**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Mecatrónico**

**P R E S E N T A**

Pablo Benjamín Ramírez Mejía

**ASESOR DE INFORME**

Ing. Sergio Esteves Rebollo



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres que siempre creyeron en mí y buscaron la manera de apoyarme al máximo dentro de sus posibilidades.

A mi familia por darme la confianza y la motivación necesaria para llegar hasta este punto de mi vida.

A mis amigos que a lo largo de los años nos hemos mantenido unidos y que siempre han sido un apoyo incondicional y fuente de consejos.

A mis profesores de quienes aprendí lo mejor y que hicieron de la ingeniería en mí un gusto y una pasión.

A mi universidad, la grandiosa y reconocida UNAM, a la cual le debo toda mi admiración y respeto porque ha sido siempre una fuente de conocimientos y valores, siendo el más grande orgullo para mí ser egresado de tan honorable institución.

A mi empresa que me abrió las puertas para integrarme a este gran grupo de trabajo, en especial a mi jefe y Director Ejecutivo el Ing. Carlos López Compta por brindarme el respaldo y por las múltiples enseñanzas.

A mi tutor de informe el Ing. Sergio Esteves por guiarme de una manera profesional y cordial en esta última etapa de la carrera.

Y muy en especial al amor de mi vida, Alysson, eres mi inspiración y nuestra hermosa hija Quetzaly es el motor que nos impulsa.

## Contenido

1. Introducción y objetivo .....	4
2. Descripción de la empresa. ....	6
3. Antecedentes .....	9
4. Contexto de la participación profesional.....	10
5. Metodología utilizada .....	15
6. Resultados .....	31
7. Conclusiones .....	33
8. Bibliografía .....	35
9. Anexos .....	36

## **1. Introducción y objetivo**

El objetivo de este informe es reportar las actividades profesionales desempeñadas en el puesto de Asistente de Calidad, del Departamento de Calidad, en la empresa European S.A de C.V. en el periodo comprendido del 25 de agosto de 2015 al 19 de septiembre de 2016, así como demostrar la aplicación, en el campo laboral, los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecatrónica, para con esto obtener el grado de Ingeniero Mecatrónico.

Durante este periodo de tiempo las principales funciones realizadas fueron las siguientes:

### **1.1 Control y análisis estadístico del desempeño de personal de servicio técnico.**

En cada servicio de instalación o mantenimiento brindado por la empresa se solicita al cliente llenar una encuesta de calidad acerca del servicio recibido. Dichas encuestas se recibieron en el Departamento de Calidad para estudiar los incidentes del servicio otorgado y presentar mejoras; se da un tratamiento estadístico para determinar el desempeño de cada elemento de servicio técnico y realizar una clasificación del personal con base en aptitudes y habilidades.

### **1.2 Elaboración de Guías de Operación de los equipos para panificación.**

Se elaboraron guías de operación, es decir, manual de instrucciones sobre el manejo de equipo. Es necesario entregar al cliente un manual práctico y simple sobre las instrucciones precisas para manipular el producto obtenido de la empresa. A continuación se presenta una lista de algunos de los equipos comercializados y de los que se elaboraron guías de operación:

- Amasadoras
- Abatidores de temperatura
- Batidoras
- Boleadoras
- Cámaras de fermentación
- Cámaras de reposo
- Cortadoras
- Divisoras
- Formadoras
- Galleteras
- Hornos
- Laminadoras
- Refrigeradores
- Dosificadores de agua
- Líneas automatizadas

La elaboración de manuales, guías de operación y protocolos de mantenimiento es responsabilidad del departamento de calidad.

### **1.3 Elaboración de protocolos para servicios de mantenimiento en equipos comercializados en Centroamérica.**

European cuenta con sucursal en Guatemala -European Guatemala S.A.- esta filial cuenta con su respectivo personal técnico el cual recibe constantemente capacitación técnica en la matriz European México, estos cursos son impartidos por el Director de Calidad.

Para dichos cursos de capacitación se elaboró un manual de protocolos donde se indica el procedimiento detallado paso a paso para realizar servicios de mantenimiento más comunes en los equipos marca European más vendidos en la zona, los cuales son:

1. Amasadora SM-50T
2. Laminadora LAM-511
3. Refrigerador de agua RAE-60
4. Dosificador de agua DAE
5. Cortadora de tantos CR3
6. Horno Rotativo ECOROTOR.

En este informe se explican los alcances y la metodología empleada en la elaboración de estos protocolos de mantenimiento.

#### **1.4 Análisis de calidad de agua empleada en locales de instalación de equipos.**

Previo a la instalación de equipos que requieran suministro de agua, tales como hornos o cámaras de fermentación, se realiza un análisis básico de calidad del líquido, para determinar sus niveles de TDS (Total de Sólidos Disueltos, por sus siglas en inglés) y de dureza (sales de magnesio y calcio), para determinar el tipo de protección (filtro) requerido.

En este informe se explican los alcances y la metodología empleada en los análisis de calidad de agua, el departamento de calidad es responsable de indicar el tipo de protección (filtros) que deben emplearse en cada local de instalación de equipos.

#### **1.5 Líder en proyecto *Guías de Instalación 2016*.**

En enero de 2016 se me asigna cargo de líder de dicho proyecto *Guías de Instalación 2016* el objetivo fue la elaboración de guías de instalación para cada equipo European, explicando detalladamente cada aspecto de la instalación, son guías cortas y prácticas para indicarle al cliente los elementos requerimientos que debe cumplir previo a recibir el equipo para panificación adquirido, se componen de 6 puntos básicos, los cuales son:

1. Superficie a utilizar (dimensiones y características del local de instalación).
2. Acometida eléctrica (potencia, centros de carga, protecciones, tipos de conductores).
3. Acometida de gas (gas natural o gas LP, presión de trabajo, elementos de la instalación)
4. Drenaje de los equipos (ubicación, tipo y medidas de tubería, materiales).
5. Acometida de agua (presión de trabajo, elementos de la instalación).
6. Plano de vistas principales, donde se indica las dimensiones y la ubicación de las acometidas, eléctrica, agua y de gas, para la correcta instalación.

## 2. Descripción de la empresa.



### **Breve historia de la empresa.**

La empresa nace en el año 1992 en la Ciudad de México teniendo como dirección: Lago Wenner N° 25 colonia Pensil, Delegación Miguel Hidalgo, Distrito Federal.

Teniendo un crecimiento de ventas y de instalaciones en el año 1997, más tarde en el año 2000 la empresa incorpora equipos más avanzados para satisfacer las necesidades de los clientes dentro de la industria alimenticia. Gracias al éxito obtenido con los equipos, en el año 2006 la empresa se consolida como líder en su ramo en México. Continuando en el año 2010 con su crecimiento se da la internacionalización, ahora estando presentes en Centroamérica, El Caribe y Brasil, siendo en estos países una empresa vanguardista.

European cuenta con una subsidiaria (European servicios y mantenimientos S.A. de C.V.) que se dedica a prestar los servicios de montaje y mantenimiento de los equipos siendo también líder en esta actividad ya que se cuenta con un grupo de 45 técnicos capacitados y comprometidos a servir a los clientes oportunamente y con una calidad reconocida. La empresa cuenta también con un equipo de logística capacitado para realizar operaciones de importación y exportación, desde y a cualquier parte del mundo.

### **European en la actualidad**

European cuenta con más de 25 años de experiencia en el mercado de la panadería industrial, y es reconocida por sus clientes como una empresa seria, orientada a la excelencia en el servicio y sigue su camino de consolidación, expansión y mejora continua. Posee un personal de 95 colaboradores, instalaciones filiales y distribuidores autorizados en México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Nicaragua y Brasil.

European posee experiencias en más de 5,000 hornos y 20,000 equipos diversos instalados en México, Centroamérica y Brasil, cuenta con filiales comerciales certificadas para la atención al cliente.

### **Visión**

Ser reconocido por los participantes en el mercado, como un referente de calidad, innovación y excelencia operativa, en el sector de equipos de panadería en América Latina.

### **Misión**

Asesorar a nuestros clientes para que tengan las soluciones de equipos adecuadas a sus procesos de panificación, siempre acompañado del mejor servicio de posventa. La empresa se enfoca continuamente en contribuir para que el cliente tenga los mejores resultados en su operación, en cuanto a calidad del pan, rentabilidad, y eficiencia operativa.

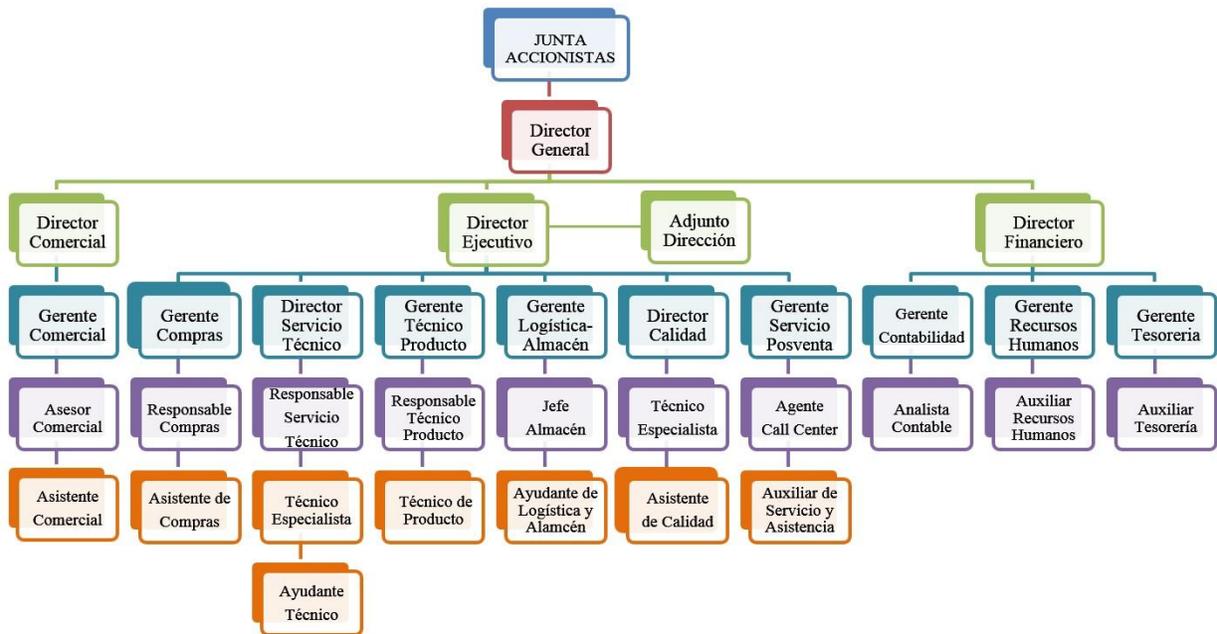
## Organigrama institucional.

La empresa se compone de una junta de inversionistas en primera instancia, seguido del Director General quién es el líder de las tres altas direcciones de la empresa:

- Dirección comercial
- Dirección ejecutiva
- Dirección financiera

De estas tres altas direcciones se dividen todas las demás áreas de la empresa, cada departamento cuenta con un Gerente a cargo y el personal que lo integra,

La imagen 1 muestra la estructura en European actualizado al año 2017.



*Imagen 1. Organigrama empresarial 2018.*

### **Descripción del puesto de trabajo: Asistente de calidad.**

El puesto de Asistente de Calidad consiste en brindar apoyo en todas las actividades que competen al Departamento de Calidad, por esta razón se describen las actividades y funciones del departamento.

#### **Funciones del Departamento de Calidad.**

El Departamento de Calidad está integrado por el Director de Calidad, Técnicos Especialistas y Asistente de Calidad, nuestra función es mirar por el cumplimiento de la calidad de los procesos que se llevan en la empresa, tales como:

1. Calidad de Servicio Técnico. El departamento cuida de mantener un nivel de calidad, propio de la empresa, en cada servicio al cliente, tanto en instalaciones de equipos recién adquiridos como en las visitas posteriores para servicios de mantenimiento.
2. Servicio de Posventa: Verificar que el servicio al cliente posterior a la venta sea adecuado, en el aspecto de dar respuesta en tiempo y forma a las solicitudes de servicios y refacciones demandados por el cliente.
3. Calidad en nuevos equipos adquiridos: Verificar que los equipos nuevos adquiridos, para su posterior comercialización, cumplan los estándares de calidad establecidos, y satisfaga las demandas del mercado.
4. Calidad y cumplimiento de los requisitos de instalación tales como, superficie de colocación del equipo, acometida eléctrica, acometida de gas, acometida de agua, chimeneas.
5. Capacitación a personal técnico nacional y extranjero: Constantemente se brinda adiestramiento a nuestro personal para mantener un estándar de calidad en los servicios otorgados al cliente, se cuenta con una programación y calendarización de cursos de acuerdo a las necesidades que el Departamento de Calidad observa de cada uno de los demás departamentos de la empresa.
6. En el Departamento de Calidad se realiza la elaboración, verificación y validación de manuales de instrucciones, guías rápidas de uso de equipos, fichas técnicas y guías de instalación de equipos, con el fin de entregar, instalar y manipular de forma correcta los equipos.

### 3 Antecedentes

European comercializa más de 150 equipos distintos para panificación cubriendo todos los procesos de elaboración de pan. Por mencionar algunos de dichos procesos en los cuales la empresa ofrece soluciones con maquinaria son:

- Horneado
- Congelación
- Reposo
- Fermentación controlada
- Amasado
- Batido
- Laminado
- Formado
- Boleado
- Refrigeración

Debido a los procesos involucrados en el mercado de la panificación, se requiere de un amplio abanico de equipos para la ejecución y automatización. Por esta razón la empresa requiere de personal apto y con conocimientos sólidos en las áreas de ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica-electrónica, ingeniería industrial, técnicos especialistas en instalaciones eléctricas e hidráulicas.

Cabe mencionar que la gran mayoría de equipos comercializados por European poseen control electrónico con mandos y display digitales. Los equipos trabajan bajo una lógica de programación y cuentan con sensores diversos que envían señales analógicas y digitales a los microprocesadores que activan o desconectan los actuadores de cada máquina para una función específica; por ejemplo, en una cámara de fermentación un sensor de humedad activa o interrumpe los ventiladores y el flujo de agua hacia el interior de la cámara.

En la mayoría de los equipos existen etapas de control, censado, procesamiento de señales y etapa de potencia. Estos aspectos requieren de personal apto para intervenir en estos equipos, con conocimientos en electrónica.

Para la instalación de los equipos se requiere de acometidas eléctricas diversas, existen equipos que trabajan a tensiones distintas 127 [V] y 220 [V], monofásicos, bifásicos o trifásicos, según corresponda. Se requiere conocer las condiciones del lugar de instalación, el tipo de servicio de energía eléctrica contratado y la potencia adquirida para el funcionamiento de todos los equipos, se hace un estudio de las protecciones eléctricas necesarias y los conductores adecuados en cada tipo de instalación. Estos aspectos requieren de personal con conocimientos en instalaciones eléctricas.

También es necesario trabajar con consumos energéticos, en el caso de hornos, dependiendo del tipo y capacidad de cada equipo, del tipo de gas empleado (gas natural, gas LP) y del factor de utilización, se determina los consumos energéticos y la eficiencia en cada caso. De esta manera es que personal con conocimientos en el ámbito de la termodinámica y transferencia de calor es requerido en la empresa.

#### 4 Contexto de la participación profesional.

En este capítulo se describe las funciones desempeñadas en el departamento de calidad, indicando el contexto de la ingeniería aplicada así como los alcances de cada tarea y proyecto realizado.

##### 4.1 Contexto y alcances en la elaboración de protocolos para servicios de mantenimiento en equipos comercializados en Centroamérica

Europán cuenta con sucursal en Guatemala -Europán Guatemala S.A.- así que constantemente se capacita a personal técnico de Centroamérica en el área de mantenimientos preventivos y correctivos en equipos.

Para dichos cursos de capacitación se elaboró un manual de protocolos donde se indicó el procedimiento detallado paso a paso para realizar servicios de mantenimiento más frecuentes en los equipos de panadería.

Para esta actividad se trabajó en conjunto con personal del Departamento Técnico quienes apoyaron en el desmontaje en los equipos para poder señalar los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos que se deben intervenir en los mantenimientos preventivos y correctivos. Los equipos más comercializados en Centroamérica y de los cuales se elaboró su respectivo manual son:

7. Amasadora SM-50T
8. Laminadora LAM-511
9. Refrigerador de agua RAE-60
10. Dosificador de agua DAE
11. Cortadora de tantos CR3
12. Horno Rotativo ECOROTOR.



Imagen 2.

Portada de documento de protocolos en servicios de mantenimientos preventivos y correctivos, presentado en curso de capacitación para personal de Europán Guatemala en junio de 2016.

Como ejemplo de una falla recurrente en una Laminadora 510 se mencionó los microswitch de límite, si llegan a fallar se ve afectado el sentido de giro de motor y puede provocar que la banda se desplace hacia un solo sentido.



Imagen 3.

Se muestra arriba, la posición de los microswitches (marco verde), que en este caso es un MK F11F45, encargados de la activación de sentido de recorrido de banda izquierdo y derecho.

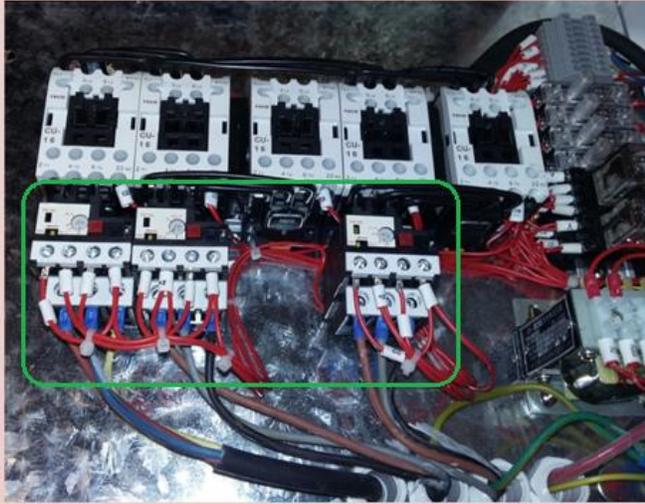
Para cada protocolo de mantenimiento se intervino en los equipos para poder documentar los pasos a realizar en los mantenimientos.

Otra falla recurrente, en este caso en la Amasadora SM-50 es el bloqueo por sobrecarga. Esto sucede cuando se coloca una cantidad mayor de masa a mezclar, superando los límites de capacidad, la Amasadora activa la protección térmica y tiene que ser reestablecido el relevador térmico para su funcionamiento.

## Amasadora SM-50

Falla: La Amasadora no se pone en marcha.



Posible Causas	Solución
<p>Sobrecarga ha sido activado.</p> 	<p>Restablecer los relevadores térmicos.</p> 

*Imagen 4. Se muestra el panel de control que indica falla de sobrecarga y los relevadores térmicos RHN 22-30A que se deben reestablecer.*

Así, de esta manera, se elaboró el protocolo de las averías más comunes y sus soluciones técnicas, con el apoyo del director de calidad y del director de servicio técnico, se realizó el despiece de cada equipo para elaborar el manual de protocolos completo para todos los equipos involucrados.

En todos los casos se describió los detalles técnicos de los componentes eléctricos o mecánicos a utilizar, se indicó para cada situación los recambios específicos que se deben emplear en cada intervención de mantenimiento, ya que en el almacén de refacciones se cuenta con más de 3,000 elementos distintos y el técnico a cargo debe tener claro marca y modelo del elemento a emplear según sea el equipo de panificación en cuestión, por ejemplo, los contactores o relevadores térmicos los hay para rangos de voltaje y amperaje distintos.

#### **4.2 Contexto y alcances de análisis de calidad de agua empleada en locales de instalación de equipos**

Un problema muy recurrente en años anteriores en la empresa fue el problema de daños en los equipos a causa de la corrosión, en la mayoría de las ocasiones debido una mala calidad de agua empleada en el suministro a los equipos para su funcionamiento.

Equipos como los hornos requieren de un suministro de agua para la generación de vapor, hay ciertos tipos de pan que requieren una cantidad de vapor durante la cocción. También algunos modelos de hornos requieren uso de agua para cumplir con la función de lavado automático.

Otro equipo que utiliza el suministro de agua son las cámaras de fermentación, requieren un suministro constante de agua para generar vapor dentro de la cámara y cumplir con las condiciones de humedad y temperatura adecuadas para el proceso de fermentación.

De esta manera el suministro de agua es vital en los equipos de panadería y el contacto directo de algunos componentes puede provocar fallas como calcificación en ductos y corrosión.

Para evitar en mayor medida estos problemas, antes de cada instalación de un equipo European, se realiza análisis básico de calidad de la misma para determinar sus niveles de TDS y de dureza, para determinar el tipo de protección (filtro) requerido.



*Imagen 5.*

*Ejemplo de un generador de vapor de una cámara de fermentación, dañado por corrosión a causa de un suministro de agua con altos niveles de dureza.*

### 4.3 Contexto y alcances de las Guías de Instalación 2016

Las guías de instalación elaboradas tienen por objetivo cubrir todos los requerimientos que el cliente debe cumplir previo a la instalación del equipo adquirido, con ello se pretende disminuir los errores y fallas en las instalación lo que retrasa la puesta en marcha del equipo.

En años anteriores la empresa reportó una cantidad considerable de incidencias reportadas por los técnicos instaladores a causa de fallas o faltantes en el local de instalación, errores en la superficie a utilizar, en las medidas y espacio del local y de los accesos, y más grave aún, fallas en el suministro eléctrico y de gas.



#### GUÍA MECÁNICA Y DE INSTALACIÓN

### **HORNO STATIC MONOBLOC 12 A GAS**



*Imagen 6.*

*Portada de las guías de instalación elaboradas para equipos European,  
En este caso para el horno de radiación Static 12.*

En el capítulo 5 *Metodología utilizada*, se describe a detalle los procedimientos, cálculos y métodos utilizados para cada una de las tareas mencionadas.

## 5. Metodología utilizada

En este capítulo se describen los procedimientos, metodologías e instrumentación empleada en la participación profesional realizada en la empresa. Se habla de las tareas más sobresalientes desempeñadas en el departamento de calidad.

### 5.1 Metodología empleada para análisis de calidad de agua

Una de las funciones que desempeñé en el departamento de calidad de European, fue el realizar los análisis de calidad de agua para las instalaciones de equipos nuevos, en todo el país.

Previo a la instalación se recolecta una muestra de agua en el local de instalación para su posterior análisis en el departamento de calidad y así determinar sus valores de dureza en ppm (partes por millón) y de TDS, registrando su valor también en ppm.

En la imagen 5 se muestra un ejemplo real de prueba de agua realizada sobre muestra del local de instalación de un cliente de European.

Resultado	Parámetros
TDS: 152 ppm	TDS < 300 ppm
Dureza: 125 ppm	Dureza < 250 ppm



**Conclusión:**  
Dado los niveles obtenidos de Dureza y TDS se requiere de un sistema **de filtro 4CB5S**.

*Imagen 7. Muestra los resultados de TDS con el analizador TDS-3.*

Los parámetros que podemos medir en una muestra de agua son TDS, dureza, PH y alcalinidad, todos estos parámetros se relacionan entre sí, para los informes de calidad de agua nos concentramos solo en la dureza y TDS ya que son los más representativos.

Para elegir el tipo de filtro correspondiente se determina primero el nivel de TDS, el cual debe ser menor a 300 [mg/L] o [ppm], ya que sí es mayor se debe aplicar método de ósmosis inversa.

Posteriormente se mide el nivel de dureza del agua en ppm, es decir, la concentración de compuestos minerales, en particular, sales de magnesio y calcio. Si la dureza es menor a 250 [ppm] el sistema de filtros que se utiliza es 4CB5, si la dureza es mayor a 250 [ppm] pero menor a 300 [ppm] el sistema de filtros que se utiliza es ESO6.



**Sistema de filtros ESO6**

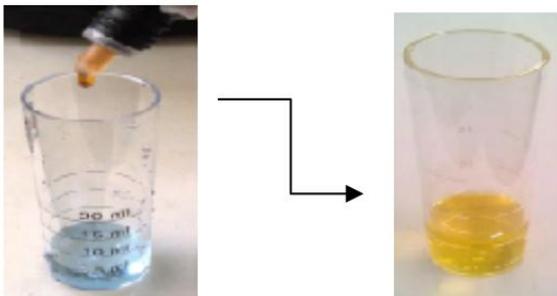
Especificaciones de operación:  
 Presión: 10-125 [psi]  
 Entrada: 1/2 [in]  
 Salida: 3/8 [in]  
 Flujo: 22 [L/min]  
 Dureza entre 250 y 300 [ppm]



**Sistema de filtros 4CB5**

Especificaciones de operación:  
 Presión: 10-125 [psi]  
 Entrada 1/2 [in]  
 Salida 3/8 [in]  
 Flujo: 22 [L/min]  
 Dureza menor a 250 [ppm]

La dureza se mide colocando gota por gota a una muestra de 5 [mL] y contar la cantidad necesaria para convertir la muestra en tono ámbar. Después con una tabla de valores (proporcionada por el fabricante) se determina el nivel de dureza.



*Imagen 8. Muestra de agua al reaccionar y tornarse en color ámbar al agregar gotas del reactivo para determinar dureza.*

A continuación se muestra la tabla de valores en función del número de gotas empleadas de reactivo:

gotas	ppm	gotas	ppm	gotas	ppm
5	89.0	11	195.8	17	302.6
6	106.8	12	213.6	18	320.4
7	124.6	13	231.4	19	338.2
8	142.4	14	249.2	20	356.0
9	160.2	15	267.0	21	373.8
10	178.0	16	284.8	22	391.6

En resumen:

TDS	Dureza	Sistema de Filtros
<300 ppm	<250 ppm	4CB5
<300 ppm	>250 y <300 ppm	ESO6

## 5.2 Metodología empleada para elaboración de guías de instalación 2016

Estas guías de instalación constan de 7 puntos básicos, los cuales se describen a continuación, haciendo mención del caso específico de hornos, sin embargo, también se realizaron las guías de instalación de toda la gama de equipos que comercializa la empresa.

A continuación se presenta la metodología utilizada en la elaboración de las Guías de Instalación, para el caso específico de uno de los hornos más vendidos en la empresa: El horno de fluido térmico Static.

### Breve reseña de Horno Static:

El horno Static es un horno de diseño patentado, es un horno diferente que combina las ventajas de la cocción por radiación de los hornos de pisos y de los giratorios con la ventaja de los rotativos, al cocer sobre carro. La cocción con carros facilita enormemente el trabajo del panadero y permite una gran versatilidad de producción. El Static es un horno todo terreno que permite la cocción de panes grandes y pequeños, panes de molde, bollería, repostería, etc.

Sistema de calentamiento. El fluido térmico es calentado en el interior del generador de calor y circula por el interior de los radiadores de cada piso a través de un circuito que lo retorna hacia el generador de calor. Gracias a un eficiente sistema patentado de circulación, se garantiza una regularidad absoluta de cocción. Su gran capacidad calorífica consigue que la temperatura en el horno se mantenga siempre estable y no varíe durante la operación de apertura de la puerta e introducción del producto a cocer al horno.



*Imagen 9. Horno Static 12 Monoblock*

En cada apartado realicé los dibujos, planos y modelos en 3D pertinentes para ilustrar los requisitos de instalación. Estos modelos se desarrollaron en software CAD, específicamente Autodesk AutoCAD 2016.

Para realizar el modelo tridimensional completo del Horno Static 12, se recolectaron datos sobre un horno montado en bodega, el cual estuvo instalado un par de semanas para demostraciones con clientes (en el Anexo 2 se muestra el bosquejo realizado), se tomaron las medidas necesarias utilizando instrumentos de medición tales como calibrador vernier (pie de rey) y flexómetro, se elaboró un registro fotográfico de cada sección del horno para luego reconstruir en AutoCAD, cabe mencionar que se trató de un modelo representativo que cumple con los requerimientos necesarios para las guías de instalación.

Estos modelos tridimensionales de los hornos, y todo el resto de los equipos de la empresa, son muy importantes ya que con ellos se realizan las guías de instalación para ejemplificar más acertadamente la ubicación del equipo y de los servicios prediales necesarios, tales como acometida eléctrica, gas y agua así como para el drenaje necesario. También son utilizados para elaborar el prototipo de una instalación de equipos diversos en una nueva tienda, panadería o bodega de un cliente.

Algunos otros modelos de equipos European que realicé en AutoCAD son:



Horno Pluma Eléctrico

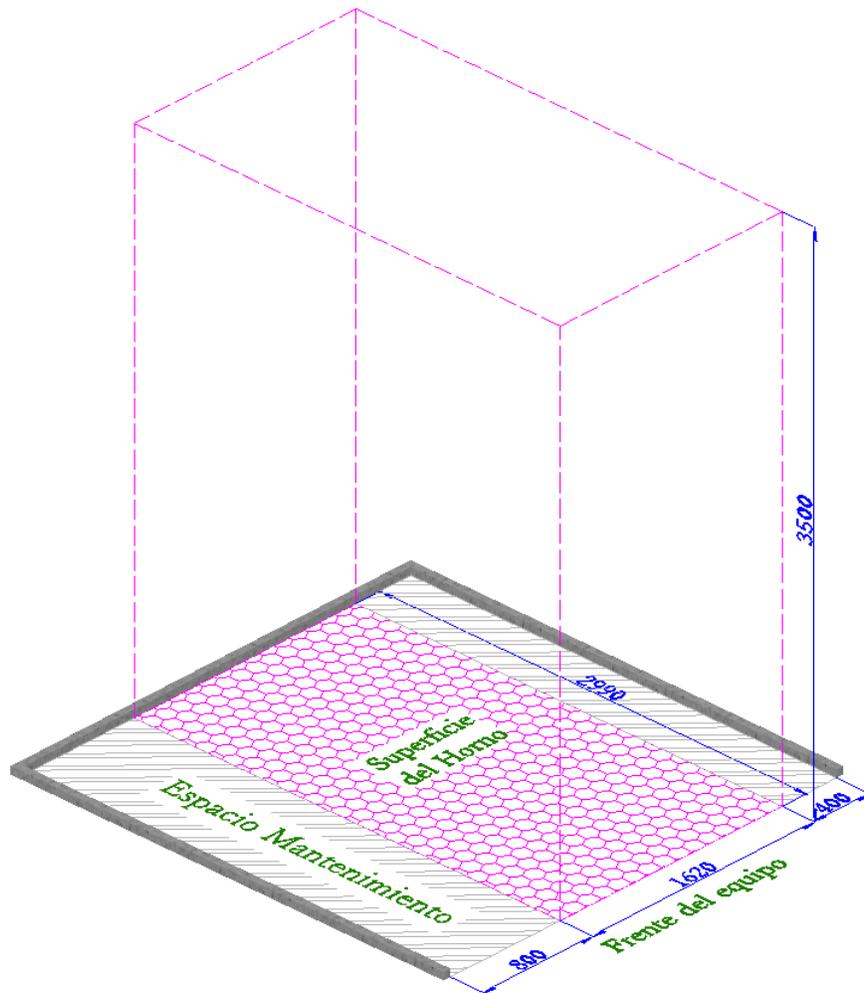


Cámara de Fermentación ISOPAN 15

### 5.2.1 Superficie.

Para que un cliente pueda instalar correctamente un horno se debe asegurar una superficie plana y nivelada, con las dimensiones mínimas de acuerdo al tipo de horno, de no tener la superficie correcta el horno puede presentar fallas tales como una incorrecta apertura de puerta, falla en bisagras y a largo plazo descuadrar la estructura.

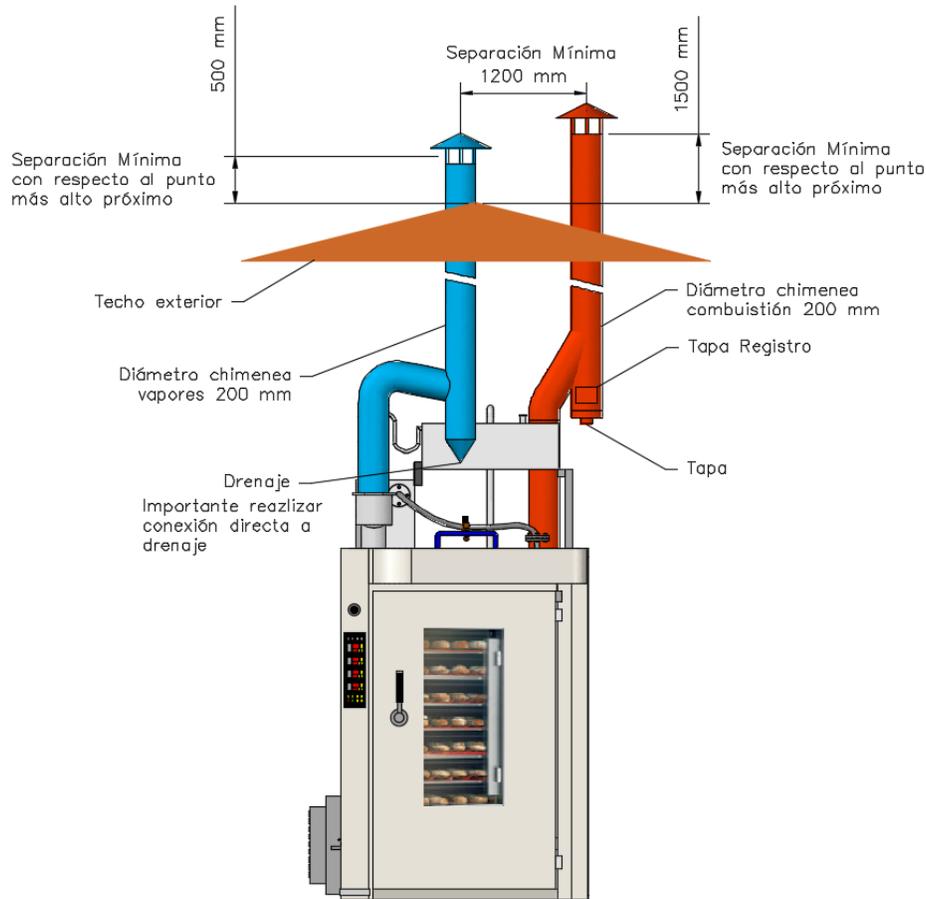
Estas dimensiones incluyen los espacios necesarios que deben considerarse para los servicios de mantenimiento, dependiendo de la ubicación en que se encuentra el acceso al cuadro eléctrico del horno y el bloque de resistencias o quemador según sea el tipo de horno.



*Imagen 10. Dibujo de la superficie de instalación para un Horno Static 12. Se indica los espacios libres mínimos para mantenimiento. En rosa el espacio necesario para la colocación del equipo. En gris los espacios libres para mantenimiento y limpieza, a los costados del Horno. También se indica la altura mínima del local para la correcta instalación del horno y para los servicios de mantenimiento, ya que en la parte superior se encuentra el sistema de giro de carro y extractor de vapores. Todas las cotas están indicadas en milímetros (mm).*

### 5.2.2 Colocación de chimeneas.

En cada guía de instalación se mencionó la manera correcta de colocar las chimeneas de combustión y de vapores para cada horno, indicando aspectos importantes como la separación mínima entre ellas, los diámetros y las alturas mínimas. En el caso del Horno Static, por diseño, se deben colocar dos chimeneas independientes, una para gases de combustión y otra para gases de horneado. La labor de instalación de chimeneas siempre es a cargo del cliente, European solo hace las indicaciones y observaciones necesarias para la instalación de las mismas.



*Imagen 11. Esquema de instalación de chimeneas de gases de combustión y vapores.*

Por recomendación del fabricante las chimeneas deben cumplir los aspectos siguientes:

- Debe poder soportar temperaturas de humos de salida cuando el equipo se encuentre funcionando a potencia máxima, alrededor de 280 [°C] dependiendo el modelo de horno.
- Deberá soportar las presiones de los gases producto de la combustión.
- Las paredes exteriores deberán ser regidas por normativa vigente (materiales y espesor).
- Distancia mínima a sustancias combustibles.
- La tubería de descarga de los humos debe garantizar en la cámara de combustión una depresión de 0.3 [mbar] (con el quemador encendido).

### 5.2.3 Acometida de gas.

En el apartado de acometida de gas se indicaron todos los componentes que debe constar la instalación, los componentes mínimos necesario son:

1. Regulador de alta presión.
2. Válvula de paso principal.
3. Tubería de cobre  $\text{Ø } \frac{3}{4}$  [in].
4. Válvula de paso  $\text{Ø } \frac{3}{4}$  [in].
5. Regulador de baja presión con entrada y salida  $\text{Ø } \frac{3}{4}$  [in], rango de resorte 12.5-20 [inWC].
6. Manómetro de 0-20 [oz/in<sup>2</sup>]
7. Terminal con cuerda interior  $\text{Ø } \frac{3}{4}$  [in] NPT.

Asímismo se hizo mención de las presión de gas necesarias para el correcto funcionamiento de los hornos, en este caso, para un Horno Static 12:

- Gas Natural: 5 - 8 [oz/in<sup>2</sup>] o 21 – 34 [mbar]
- Gas LP: 8 - 12 [oz/in<sup>2</sup>] o 34 – 52 [mbar]

[oz/in<sup>2</sup>] Factores de conversión:  
4.31 [mbar]  
0.43 [kPa]

Toda la instalación predial corre por parte del cliente y debe ser sujeta a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDEG-2004, Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y

construcción.

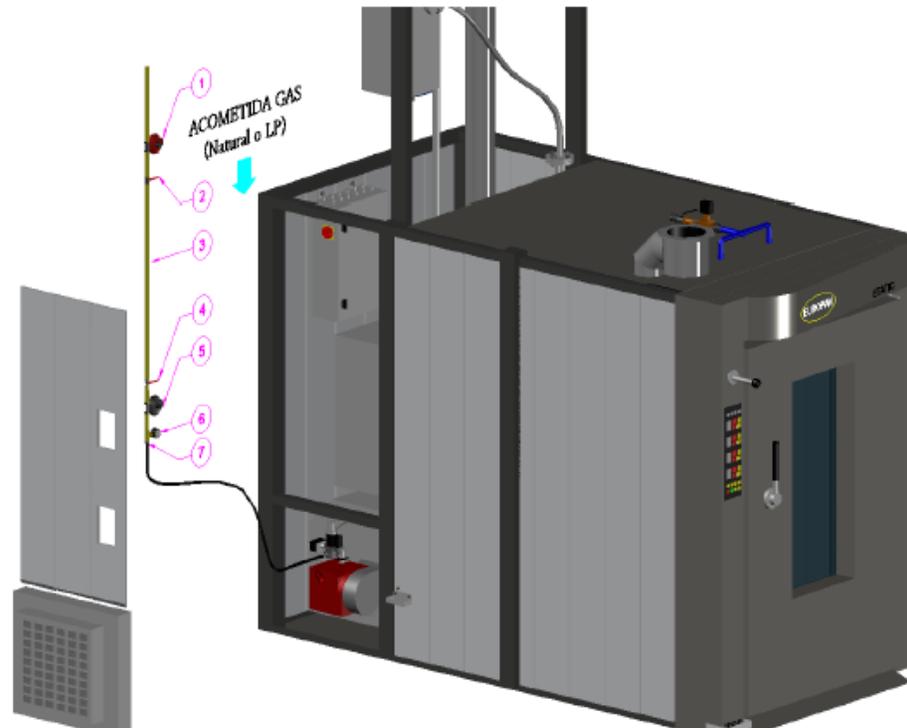


Imagen 12. Fragmento de la guía de instalación para Horno Static 12.  
Representación en Autocad 3D de la acometida de gas.

### 5.2.4 Suministro eléctrico.

En el apartado de suministro eléctrico se hizo hincapié en tres aspectos fundamentales para la correcta instalación:

#### 1. Centro de carga.

Para determinar el centro de carga y su respectivo interruptor termomagnético se realizó el cálculo de la intensidad de corriente eléctrica, en Ampere [A] que circula en el equipo a plena a carga.

Para instalaciones eléctricas trifásicas y con la intervención de motores eléctricos de corriente alterna, la potencia eléctrica viene determinada por:

$$P = \sqrt{3} V_L I \cos \varphi \eta \text{ [W]} \text{-----} 1$$

donde:

$P$ :	Potencia Activa	[W]
$V_L$ :	Voltaje de línea	[V]
$I$ :	Intensidad de corriente eléctrica	[A]
$\cos(\varphi)$ :	Factor de potencia	
$\eta$ :	Eficiencia del motor eléctrico	

De la ecuación 1 despejamos la Intensidad de corriente eléctrica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V_L \cos \varphi \eta} \text{ [A]} \text{-----} 2$$

A manera de ejemplo tomaremos los datos de este caso en específico de un *Horno Static 12*:

$P = 3.5 \text{ [kW]}$	Potencia eléctrica instalada del horno.
$V_L = 220 \text{ [V]}$	Voltaje de línea en instalación trifásica.
$\cos \varphi = 0.90$	Factor de potencia mínimo por normativa.
$\eta = 0.8$	Eficiencia del motor

A continuación la placa de datos del motor eléctrico marca Zepol, que es el principal elemento de consumo eléctrico para este horno y del cual se obtuvieron los datos para la memoria de cálculo.



Imagen 13. Placa de datos de motor eléctrico ZEPOL, podemos apreciar un factor de potencia de 0.8 y una potencia de 4 HP (3 kW).



Imagen 14. Conjunto Motor-Cuerpo Bomba modelo ALLWAILER

Este motor es el componente principal de la bomba de aceite térmico ya que se trata de un horno de radiación. El calor dentro de la cámara de cocción se transmite gracias al recorrido del aceite térmico que se encuentra a alta temperatura y presión y recorre los conductos de los radiadores de la cámara.

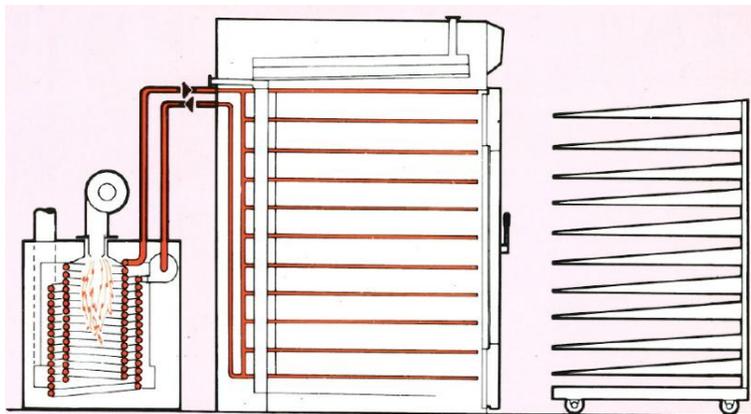


Imagen 15. Esquema de la circulación del aceite térmico a través de los conductos internos de los radiadores dentro de la cámara de cocción.

Este fluido es impulsado por el conjunto Motor-Bomba de aceite, siendo así el principal elemento del Horno y el de mayor demanda de consumo eléctrico.

Sustituyendo estos valores en la ecuación 2, obtenemos:

$$I = \frac{3500 [W]}{\sqrt{3}(220 v)(0.9)(0.8)} = 12.76 [A]$$

Por lo tanto el centro de carga y los respectivos interruptores termomagnéticos deben poder soportar una intensidad de corriente eléctrica como mínimo de 12.76 [A].

Al no haber un centro de carga del amperaje específico y por razones de factor de seguridad tomando un factor de 1.5<sup>1</sup> para amortizar los efectos del par de arranque del motor eléctrico:

$$I = 12.76 * 1.5 [A]$$

$$I = 19.14 [A]$$

De esta manera el centro de carga y sus respectivos interruptores termomagnéticos recomendados es 3 x 20, es decir, tres polos de 20 [A] cada uno.

## 2. Calibre de conductores

Para determinar el tipo de conductor para la acometida eléctrica se debe elegir un calibre AWG que satisfaga las demandas de corriente eléctrica del equipo, en este caso el amperaje mínimo que debe poder conducir es de 19.14 [A].

De la tabla 1. *Capacidad de conducción de corriente eléctrica [A] permisible de conductores aislados* (ver anexo 1), observamos que el calibre correcto es 10 AWG (5.26 [mm<sup>2</sup>] de sección transversal) ya que este soporta hasta 40 [A]<sup>2</sup> eligiendo conductores de tipo THHW, Thermoplastic High Heat Moisture (Water), se trata de cable usado en construcción con aislamiento termoplástico de PVC.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor					
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	60 [°C]	75 [°C]	90 [°C]	60 [°C]	75 [°C]	90 [°C]
		TIPOS TW*, CCE, TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2
		Cobre			Aluminio		
1.31	16	---	---	18	---	---	---
2.08	14	20	20	25	---	---	---
3.31	12	25	25	30	---	---	---
<b>5.26</b>	<b>10</b>	30	35	<b>40</b>	---	---	---
8.37	8	40	50	55	---	---	---
Factores de corrección							
Temperatura ambiente en [°C]	Para temperaturas ambientes distintas de 30 [°C], multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25		1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26-30		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31-35		0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36-40		0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91
<b>41-45</b>		0.71	0.82	<b>0.87</b>	0.71	0.82	0.87

Sin embargo, se debe tener en cuenta el factor de corrección por temperatura ya que las variables conductividad eléctrica y temperatura guardan una relación inversamente proporcional, es decir, a mayor temperatura menor conductividad eléctrica, este factor es muy importante en este tipo de instalaciones debido a que los hornos se encuentran en panaderías y centros de producción con una temperatura ambiente elevada. En el caso extremo se puede llegar a una temperatura ambiente de 41 a 42 °C.

Para una temperatura de 42 °C se debe considerar un factor de corrección = 0.87 para el tipo de conductor elegido, tabla 1. *Capacidad de conducción de corriente eléctrica [A] permisible de conductores aislados* (ver anexo 1). Al final la temperatura máxima que puede soportar los conductores es:

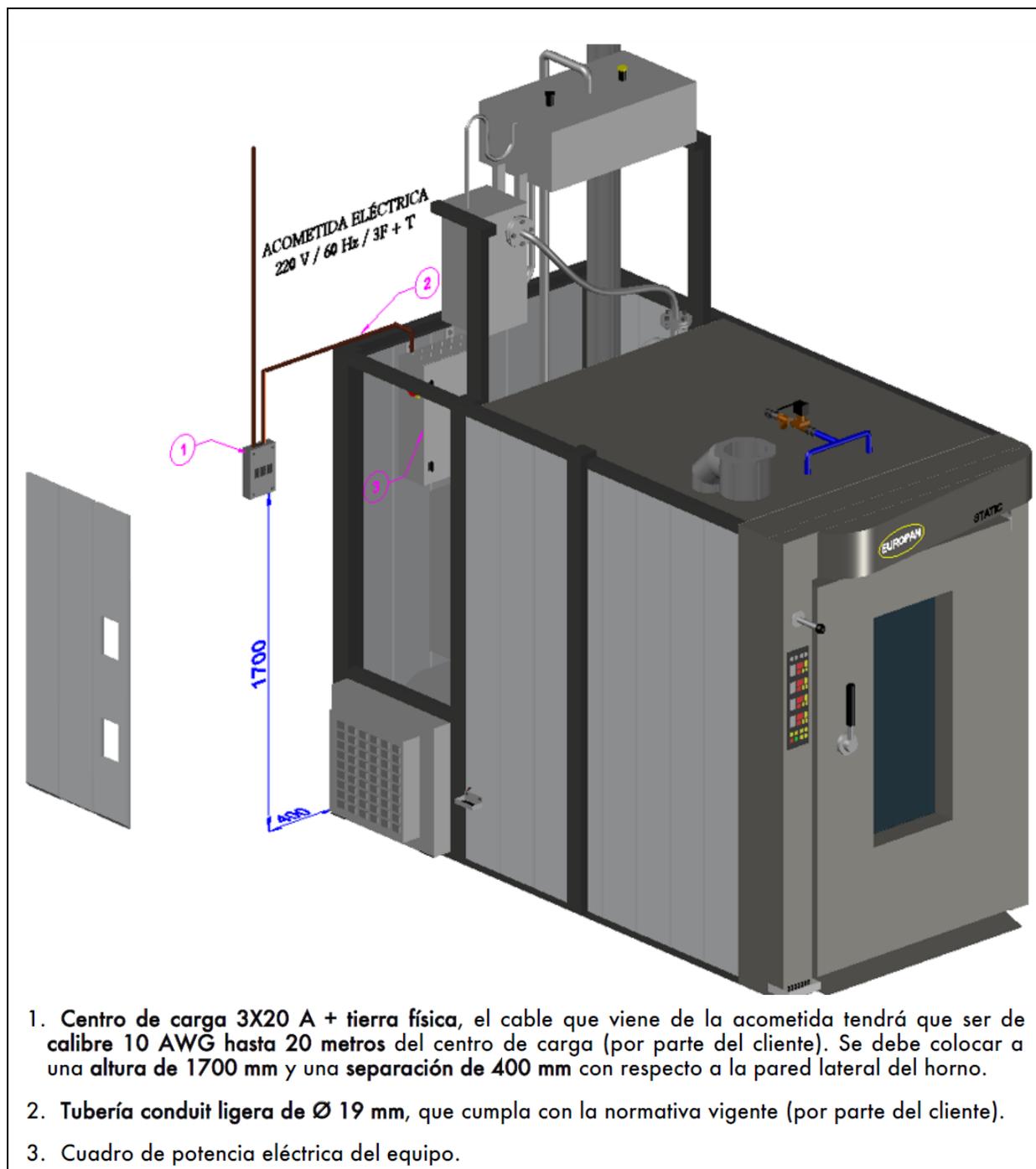
$$I = 40 \times 0.87 [A]$$

$$I = 34.8 [A]$$

Así se cumple la norma de seguridad que indica que el interruptor termomagnético de la instalación, en este caso de 3 x 30 [A], es menor que la intensidad de corriente eléctrica que fluye por los conductores para que ante un incremento abrupto de la corriente eléctrica el primer elemento en ceder sean las protecciones termomagnéticas.

En la página siguiente se muestra el esquema en 3D donde se indicó todos los elementos para la acometida eléctrica en el local de instalación.

1. RECOMENDACIÓN DEL FABRICANTE
2. MANUAL TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN. CONDUMEX. 2009.



*Imagen 16. Fragmento de la guía de instalación para Horno Static 12.  
Representación en Autocad 3D de la acometida eléctrica.*

### 5.2.5 Acometida de agua.

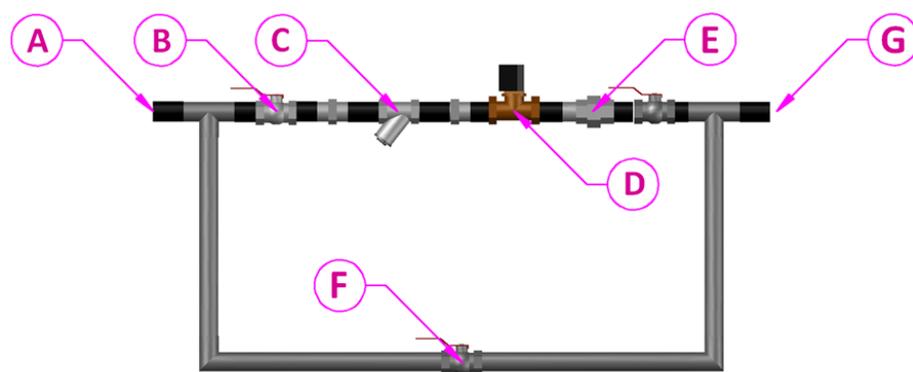
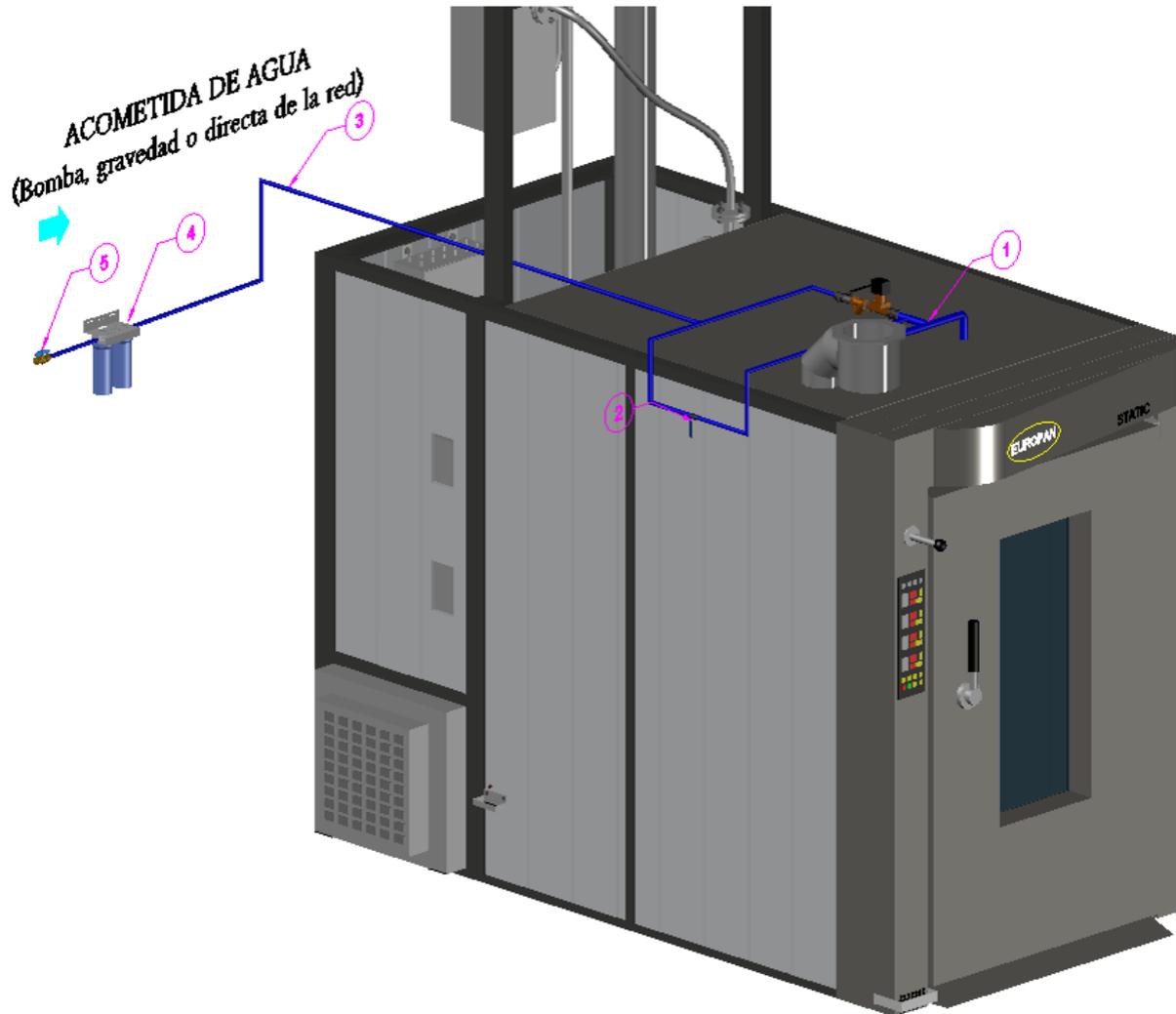
En el paratado de acometida de agua, se indicaron todos los componentes que debe constar la instalación, los componenetes mínimos necesario son:

1. Entrada de agua  $\varnothing \frac{3}{4}$  in NPT (National Pipe Thread). La norma NPT define el tipo de roscado y estanqueidad.
  2. Conexión bypass con llave de paso (recomendación en caso de obstrucción de filtro por impurezas del agua)
  3. Red hidráulica de  $\varnothing \frac{1}{2}$ " , conforme a la normativa vigente
  4. Sistema de filtros de agua. En el punto 5.5 se explica la metodología que se utilizó para realizar el análisis de calidad de agua y así determinar el tipo de filtro a utilizar.
  5. Válvula de paso de  $\varnothing \frac{1}{2}$ " (por parte del cliente).
- Presiones de flujo de agua necesarias:
    - Mínima de 1.0 [kg/cm<sup>2</sup>]
    - Máxima de 2.0 [kg/cm<sup>2</sup>]

En el caso de que el local no contara con la presión de flujo de agua necesaria deberá recurrir a una bomba para incrementar la presión, en el caso de estar por debajo de 1.0 [kg/cm<sup>2</sup>] o de un reductor de presión, en el caso de estar por arriba de 2.0 [kg/cm<sup>2</sup>].

Toda la instalación predial corre por parte del cliente y debe ser sujeta a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995, "Sector agua. Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y métodos de prueba".

En la página siguiente se muestra el esquema en 3D donde se indicó todos los elementos para la acometida agua en el local de instalación.



- A) Entrada de la red
- B) Llave de globo
- C) Filtro
- D) Válvula solenoide
- E) Turca unión
- F) Llave de bypass
- G) Salida al equipo

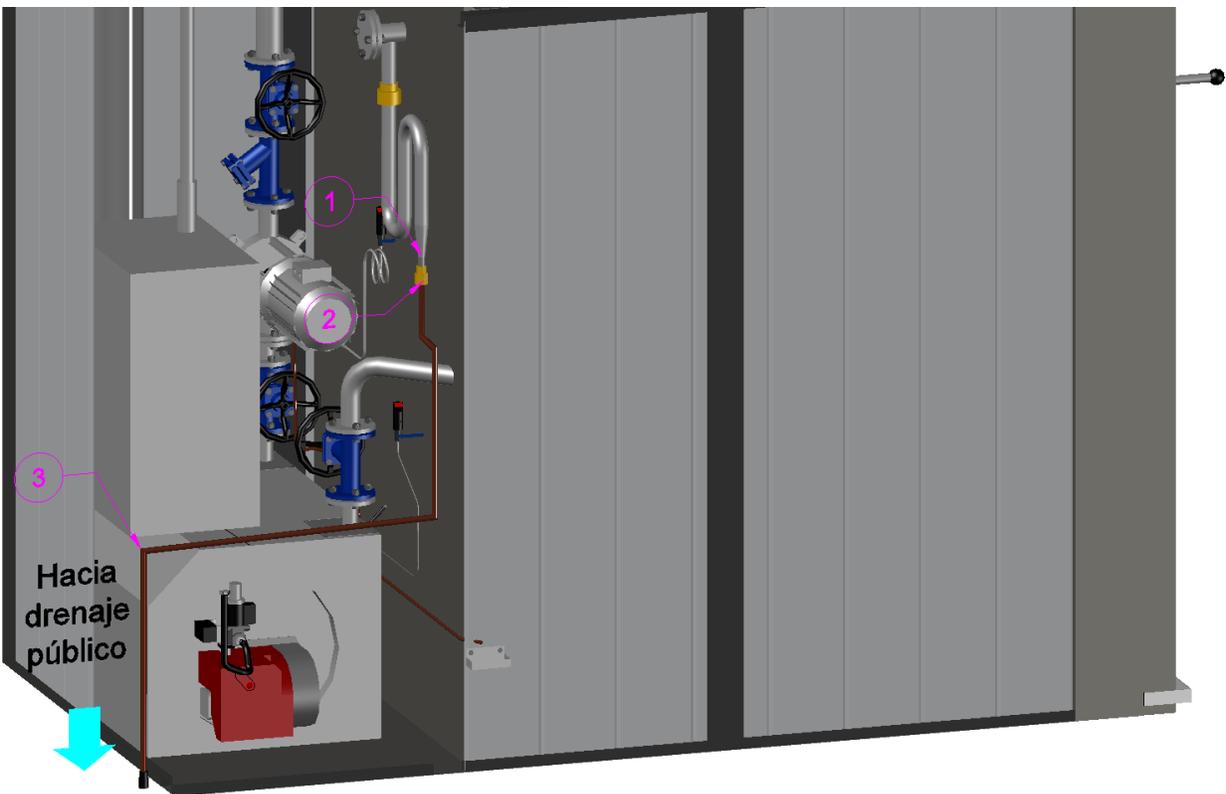
*Imagen 17. Fragmento de la guía de instalación para Horno Static 12.  
Representación en Autocad 3D de la acometida agua, con detalle de bypass.*

### 5.2.6 Drenaje.

En el paratado de drenaje se indicaron todos los componentes que debe constar la instalación para drenar los fluidos del horno, como por ejemplo los condensados del vapor de agua. Los componentes mínimos necesario son:

1. Salida de drenaje  $\text{Ø } \frac{1}{2}$  [in].
2. Tuerca unión cobre-cobre. Se recomendó este tipo de tuerca para facilitar los servicios de mantenimiento posteriores y poder retirar la instalación sin mayor problema.
3. Red hidráulica de cobre para drenaje,  $\text{Ø } 1$  [in]

A continuación se muestra el esquema en 3D donde se indicaron todos los elementos para la instalación del drenaje del horno.

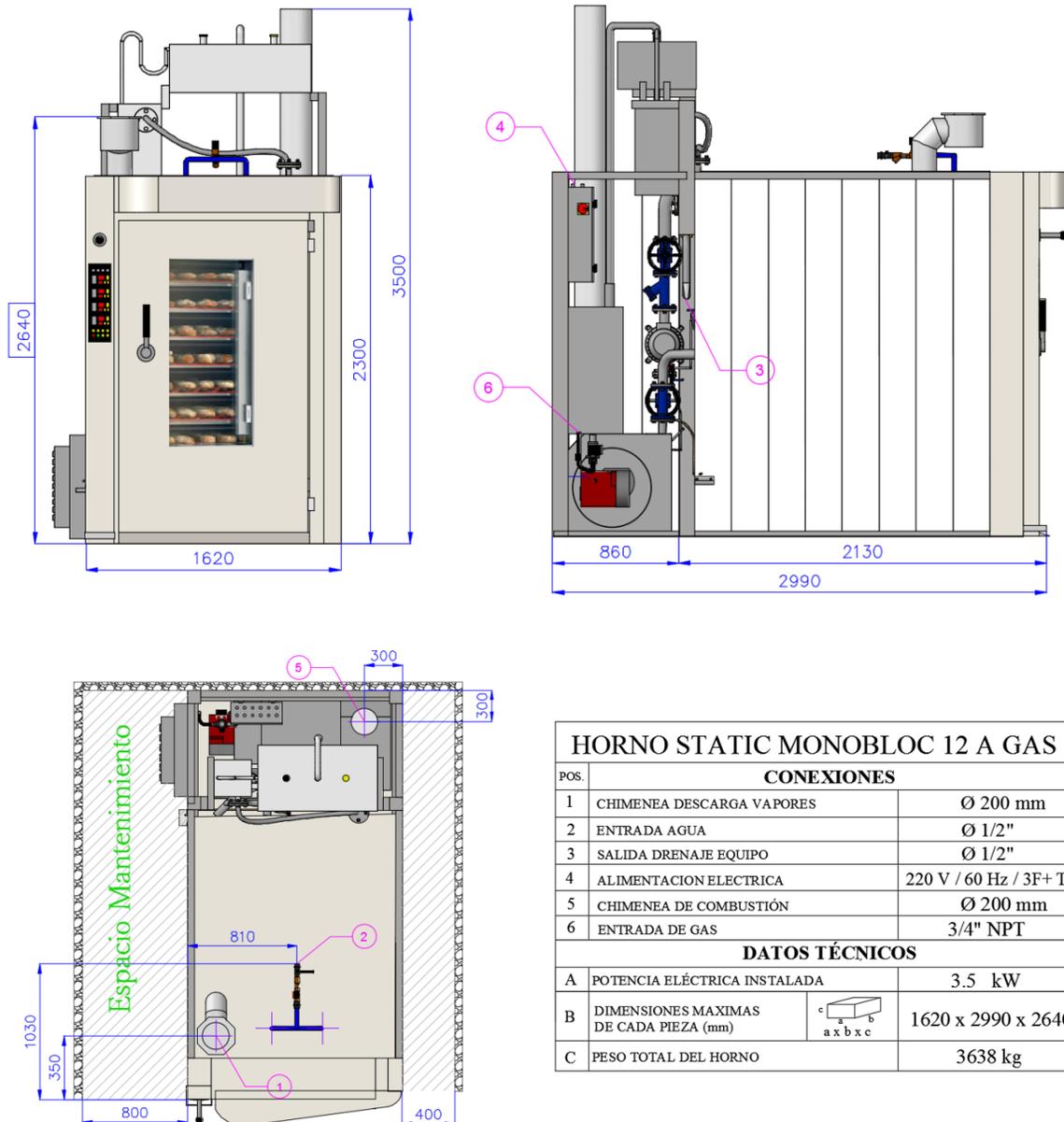


*Imagen 18. Fragmento de la guía de instalación para Horno Static 12.  
Representación en Autocad 3D de la instalación de drenaje del Horno Static 12.*

### 5.2.7 Plano de vistas.

Este es el último punto de las guías de instalación, en el cual se presentó el plano de vistas, alzado (frente), planta (superior) y perfil (lateral). En cada una de las vistas se indican las acometidas de agua, eléctrica y de gas, todo acotado en milímetros.

A continuación se muestra el plano de vistas y la tabla de datos técnicos para el Horno Static 12 que se presentó en la guía de instalación para clientes.



HORNO STATIC MONOBLOC 12 A GAS		
POS.	CONEXIONES	
1	CHIMENEA DESCARGA VAPORES	Ø 200 mm
2	ENTRADA AGUA	Ø 1/2"
3	SALIDA DRENAJE EQUIPO	Ø 1/2"
4	ALIMENTACION ELECTRICA	220 V / 60 Hz / 3F+ T
5	CHIMENEA DE COMBUSTIÓN	Ø 200 mm
6	ENTRADA DE GAS	3/4" NPT
DATOS TÉCNICOS		
A	POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA	3.5 kW
B	DIMENSIONES MAXIMAS DE CADA PIEZA (mm)	 1620 x 2990 x 2640
C	PESO TOTAL DEL HORNO	3638 kg

*Imagen 19. Fragmento de la guía de instalación para Horno Static 12. Representación en Autocad 2D del plano de vistas.*

## 6. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al término de las funciones descritas en los capítulos 4 y 5, se mencionan los logros obtenidos con base en los objetivos planteados en cada situación.

Con la elaboración de las guías de instalación se logró una tendencia negativa a lo largo del año 2016 en las incidencias de reportes por malas condiciones de instalación, en el caso específico de instalación eléctrica, acometida de gas, superficie del local para el equipo a instalar y acometida de agua. Ya que en el proceso de venta, por política de la empresa, se entrega la guía de instalación al cliente para que realice los trabajos pertinentes prediales y una vez cumplidos todos los requerimientos, el jefe de instalaciones de la empresa lo valida y se procede con la entrega, instalación y puesta en marcha del equipo.

Este es un tema muy relevante en la empresa ya que si las condiciones del local no son las necesarias, de acuerdo al equipo en cuestión, entonces no se procede a colocar el equipo y a la puesta en marcha, lo que retrasa todo el proceso de venta. Aquí radica mi mayor aporte a la empresa, con la elaboración de las guías de instalación correctas, el cliente sabe las condiciones necesarias para la instalación de su equipo adquirido.

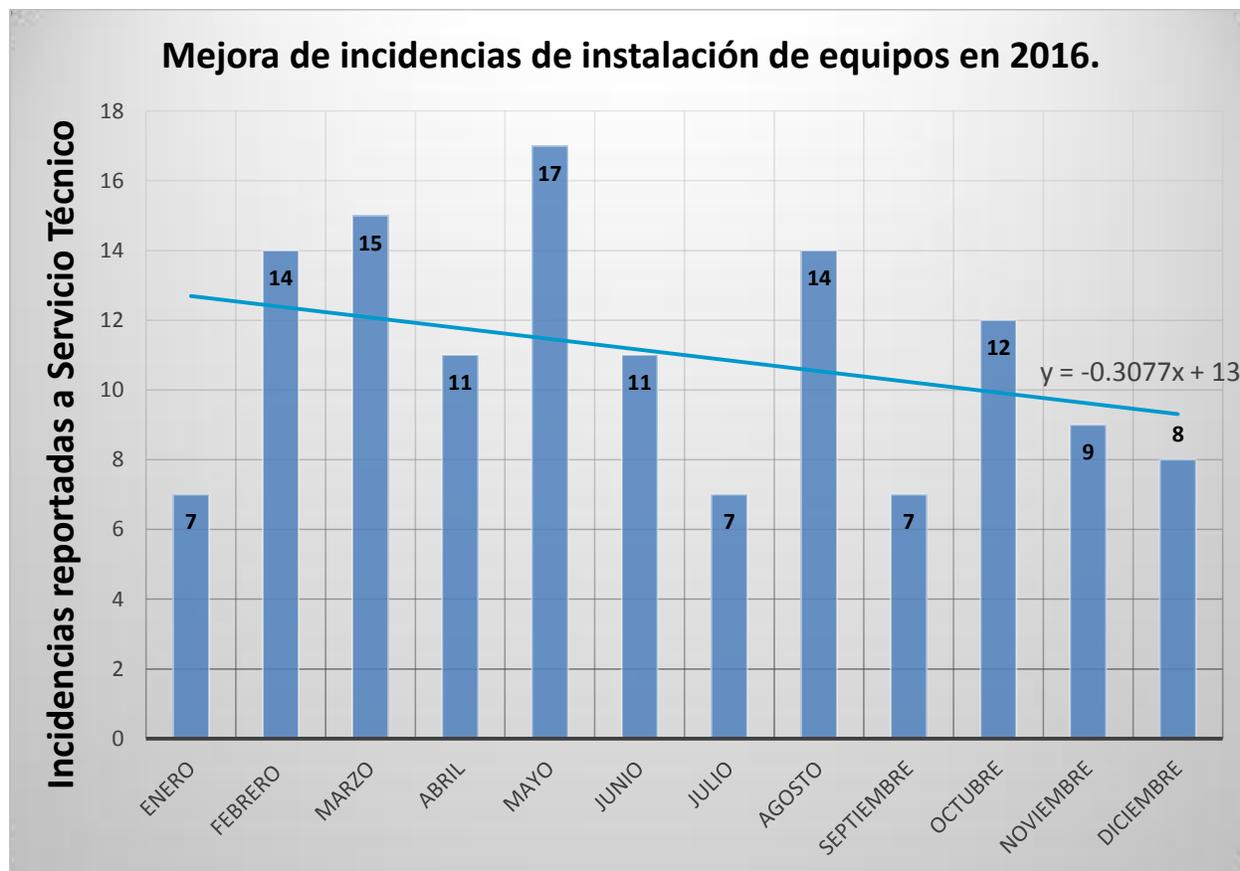
A continuación se muestran los datos recolectados, con apoyo del área de instalaciones, de todo el 2016, la tabla muestra el total de solicitudes recibidas por concepto de instalación, puesta en marcha y capacitación:

<b>PETICIONES REALIZADAS</b>	<b>Instalación</b>	<b>Puesta en marcha</b>	<b>Capacitación</b>	<b>Instalación-Puesta marcha</b>	<b>Preinstalación</b>	<b>Total mensual</b>
ENERO	4	5	0	6	4	19
FEBRERO	4	12	2	21	7	46
MARZO	20	8	2	33	3	66
ABRIL	10	15	0	19	2	46
MAYO	9	9	2	22	7	49
JUNIO	18	22	1	26	3	70
JULIO	20	21	0	12	4	57
AGOSTO	16	20	3	22	5	66
SEPTIEMBRE	18	19	0	26	6	69
OCTUBRE	32	28	1	21	4	86
NOVIEMBRE	23	18	1	31	3	76
DICIEMBRE	22	35	5	18	6	86
<b>TOTALES</b>	<b>196</b>	<b>212</b>	<b>17</b>	<b>257</b>	<b>54</b>	<b>736</b>

Se puede observar un total de 736 intervenciones por parte del departamento técnico en temas de instalación de equipos nuevos.

De las todas las intervenciones realizadas, se reportaron incidencias que retrasaron la instalación y puesta en marcha de los equipos, hubo casos en los que el cliente no contaba con los servicios adecuados, tales como: acometida de gas, acometida eléctrica, superficie, chimeneas, etc. Lo que se convirtió en una incidencia por mal asesoramiento para realizar dicha instalación, guía deficiente o ausencia de la misma.

A continuación se muestra la gráfica de incidencias reportadas, en las cuales existió deficiencia para la instalación, de las 736 intervención del 2016 de la tabla anterior:



\* Datos obtenidos del departamento de Servicio Técnico de la empresa, en 2016.

Resultó notable la mejora en el área de instalaciones ya que se presentaron menos incidencias por malas condiciones, cerramos el año con una clara tendencia a la baja lo que representó menos visitas por partes de los técnicos lo que implica un ahorro, al necesitar menos horas-hombre para culminar cada instalación.

En el último mes del año solo se reportaron 8 incidencias de las 86 intervenciones realizadas, lo que significa solo el 9.3%, en el año anterior (2015), se reportaron 19 incidencias de 92 intervenciones realizadas, lo que representa un 21%, con esto demuestra los resultados positivos del proyecto Guías de Instalación 2016.

## 7. Conclusiones

En el periodo de tiempo que laboré en el Departamento de Calidad, en Europan, desempeñé tres grandes funciones, elaboración de protocolos de mantenimiento, análisis de calidad de agua y elaboración de guías de instalación, entre otras funciones de menor envergadura, a continuación se muestran las conclusiones de cada función:

- **Elaboración de protocolos para servicios de mantenimiento en equipos comercializados en Centroamérica**

Se cumplieron los objetivos planteados por el director de calidad, se elaboró todos los protocolos de los equipos solicitados para impartir los cursos al personal de departamento técnico, tanto de Europan México, como de Europan Guatemala.

En el departamento de calidad se cuenta con la documentación necesaria para entregar a cada técnico que reciba dichas capacitaciones periódicas. Además logré obtener el conocimiento necesario en temas técnicos de los equipos de mayor venta, para poder transmitir a otros empleados de la empresa.

- **Análisis de calidad de agua empleada en locales de instalación de equipos**

Se cumplieron los objetivos planteados en tema de calidad de agua en locales de instalación, se implementó en la empresa un protocolo en coordinación con el departamento comercial, el cual consiste en entregar siempre una muestra de agua del local de instalación en cualquier región del país, posteriormente el departamento de calidad emite la evaluación y la recomendación correspondiente en el uso de filtros de agua.

Con este protocolo implementado se redujo la cantidad de equipos dañados por corrosión, se alarga el tiempo de vida de los componentes de los equipos y el cliente obtiene mayor satisfacción con su equipo adquirido.

- **Elaboración de las guías de instalación**

Aquí fue donde realice mi mayor aportación a la empresa, se elaboraron un total 44 guías de instalación cubriendo la totalidad del proyecto para el año 2016, cabe mencionar que el nuevo personal del departamento de calidad continua elaborando el resto de guías faltantes, ya que cada año surgen nuevos equipos a la venta.

Los resultados de este proyecto son notorios en el tema económico, ya que el evitar fallas en la instalación y dobles o triples visitas de personal técnico, significa ahorro para la empresa, en ello radica la importancia de asegurar una correcta preinstalación, esto se logra si el cliente cubre a cabalidad la guía de instalación otorgada cuando se concreta una venta, el jefe de instalaciones es el responsable de vigilar el cumplimiento de la misma.

En mi estancia en el Departamento de Calidad visualicé la importancia de poseer conocimientos sólidos en diversas áreas, dado el giro de la empresa, las más importantes de ellas son: electrónica y electricidad, termodinámica, elementos de máquinas y dibujo asistido por computadora. Tengo la dicha de haber sido capaz de solventar las tareas que me fueron asignadas, dado que la preparación que obtuve a lo largo de toda la licenciatura fue completa y de calidad.

Agradezco a mi honorable Universidad Nacional Autónoma de México porque todo lo que hoy día soy, como profesional de la ingeniería, se lo debo a los años de estudio en esta hermosa institución que, desde el bachillerato hasta esta etapa final de titulación, ha sido y será mi alma mater.

En European fui el primer Ingeniero de la UNAM en ingresar a la empresa, hasta ese momento solo existían en plantilla ingenieros del IPN, de instituciones privadas de México, y de Universidades del extranjero, sin embargo el buen trabajo, de calidad y dedicación me impulsaron a tener el desarrollo profesional que pretendo, asimismo he abierto camino para que otros colegas de facultad hayan ingresado a la empresa.

Actualmente sigo laborando en European pero en un puesto distinto, de mayor relevancia dentro de la empresa, ahora soy Responsable del departamento de compras, en el cual el trabajo intrínseco demanda conceptos y habilidades de otros campos de la ingeniería, por ello la actualización y estudio deben persistir para cumplir a cabalidad con los nuevos retos que afrontaré.

El salir de la universidad y enfrentarse al campo laboral es un proceso muy importante y crucial, aprendí mucho en estos dos años en la empresa, adquirí y reforcé habilidades como trabajo en equipo, liderazgo y toma de decisiones. El objetivo ahora es seguir desarrollándome como ingeniero, seguir adquiriendo experiencia, prepararme y estudiar cada día para dejar en el alto el nombre de la Universidad, mi amada UNAM.

## 8. Bibliografía

1. Becerril, L., (2002), *Instalaciones eléctricas prácticas*, D. F., México.
2. Molina, J., (2012), *Motores y máquinas eléctricas*, Marcombo, Barcelona, España, S.A. MARCOMBO
3. Servicios Condumex, S.A. de C.V., (2009), *Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión*, D.F., México.
4. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, *Instalaciones eléctricas (utilización)*.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, *Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción*.
6. Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995, *Sector agua. Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y métodos de prueba*.

## 9. Anexos

### Anexo 1.

Tabla de Capacidad de conducción de corriente eléctrica [A] permisible de conductores aislados para 0 a 2,000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor					
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	60 [°C]	75 [°C]	90 [°C]	60 [°C]	75 [°C]	90 [°C]
		TIPOS TW*, CCE, TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHWLS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2, FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW-2, DRS
		Cobre			Aluminio		
0.824	18	---	---	14	---	---	---
1.31	16	---	---	18	---	---	---
2.08	14	20	20	25	---	---	---
3.31	12	25	25	30	---	---	---
5.26	10	30	35	40	---	---	---
8.37	8	40	50	55	---	---	---
13.3	6	55	65	75	40	50	60
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	110	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	150	85	100	115
53.5	1/0	125	150	170	100	120	135
67.4	2/0	145	175	195	115	135	150
85.0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
<b>Factores de corrección</b>							
Temperatura ambiente en [°C]	Para temperaturas ambientes distintas de 30 [°C], multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25		1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26-30		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31-35		0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36-40		0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91
41-45		0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87
46-50		0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82
51-55		0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76
56-60		---	0.58	0.71	---	0.58	0.71
61-70		---	0.33	0.58	---	0.33	0.58
71-80		---	---	0.41	---	---	0.41

