



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL  
“Proceso de Automatización Logística “

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Sánchez Peregrina Gerardo

No. CUENTA: 09237356-9

INGENIERÍA MECÁNICA

ASESOR: Dr. Adrián Espinosa Bautista

AÑO:2013

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA COMPAÑÍA</b>	<b>5</b>
1.1 GIRO EMPRESARIAL	5
1.2 MISIÓN	5
1.3 MARCO HISTÓRICO	5
1.4 ORGANIGRAMA	6
<b>CAPÍTULO 2: ACTIVIDAD PROFESIONAL Y DESCRIPCIÓN DEL CARGO</b>	<b>7</b>
2.1 PERFIL	7
2.3 COMPETENCIAS	7
2.4 OBJETIVOS Y RESPONSABILIDADES	8
<b>CAPÍTULO 3: AUTOMATIZACIÓN DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>9</b>
3.1 DEFINICIÓN DE CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	9
3.2 PROBLEMÁTICAS TÍPICAS	9
3.3 BENEFICIOS DE LA AUTOMATIZACIÓN	10
3.4 TECNOLOGÍAS DE AUTOMATIZACIÓN	11
3.4.1 AS RS: ( AUTOMATIC STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM )	11
3.4.2 AGVS: ( AUTOMATIC GUIDED VEHICLE SYSTEM )	12
3.4.3 PTL: ( PICK TO LIGHT )	12
3.4.4 PTV: ( PICK TO VOICE )	13
3.4.5 A FRAME:	13
3.4.6 CARRUSELES HORIZONTALES Y VERTICALES	14
3.4.7 SISTEMAS DE TRANSPORTADORES	15
3.4.8 SOLUCIONES DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA (SORTERS)	15
<b>CAPÍTULO 4: PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN PARA SURTIDO DE PEDIDOS</b>	<b>17</b>
4.1 OBJETIVO DEL PROYECTO	17
4.2 ACTIVIDADES	17
4.3 ANÁLISIS DE OPERACIÓN INICIAL	18
4.3.1 ÁREA INICIAL	18
4.3.2 OPERACIÓN INICIAL	18
4.3.2.1 Surtido de órdenes:	19
4.3.2.2 Consolidado de pedidos:	19
4.3.2.3 Embarques y rutas	19
4.3.3 PARÁMETROS DEL SISTEMA INICIAL	20
4.3.3.1 Parámetros del producto	20
4.3.3.2 Parámetros de la operación inicial	21



<b>4.4 DISEÑO CONCEPTUAL DE LA SOLUCIÓN</b>	<b>22</b>
4.4.1 <i>ÁREA DE SURTIDO DE PIEZAS</i>	23
4.4.2 <i>ÁREA DE TRANSPORTE Y ENTREGA A MEZANINE</i>	24
4.4.3 <i>ÁREA DE CLASIFICADO</i>	25
4.4.3.1 <i>Equipo justificador.</i>	26
4.4.3.2 <i>Equipo indexador</i>	26
4.4.3.3 <i>Equipo de Inducción</i>	26
4.4.3.4 <i>Equipo clasificador</i>	27
4.4.3.5 <i>Salida de no leídas y línea llena:</i>	27
4.4.4 <i>ÁREA DE REVISIÓN Y EMBARQUE</i>	27
4.4.5 <i>ARQUITECTURA DEL SISTEMA</i>	28
4.4.6 <i>PARÁMETROS DEL SISTEMA PROPUESTO</i>	29
4.4.6.1 <i>Parámetros del producto a manejar</i>	29
4.4.6.2 <i>Parámetros de la operación propuesta</i>	29
4.4.6.3 <i>Evaluación de la solución</i>	30
<b>4.5 INGENIERÍA DE DETALLE, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>31</b>
4.5.1 <i>INGENIERÍA DE DETALLE MECÁNICA</i>	31
4.5.2 <i>INGENIERÍA DE DETALLE ELÉCTRICA, CONTROL Y SISTEMAS.</i>	32
4.5.3 <i>INSTALACIÓN, PRUEBAS, AJUSTES Y PUESTA EN MARCHA.</i>	32
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>37</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>38</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>39</b>

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las empresas, la cadena de suministro se ha vuelto un factor preponderante a optimizar para que las organizaciones sean más competitivas en un mercado global, cada vez más agresivo e incierto como el actual, dentro de esta cadena, los centros de distribución se convierten en un nodo preponderante para la misma; derivado de lo anterior, las instituciones ven en la automatización de procesos la herramienta para cumplir con las exigencias del mercado, al optimizar costos operativos, así como, reducir los errores humanos, tener control y visibilidad de la operación, mejorar la calidad del surtido de pedidos, entre muchos otros beneficios.

Derivado de mi experiencia profesional, el presente reporte busca dar un panorama general de cómo realizar un proyecto de esta índole, abarcando, el análisis de la operación actual, las consideraciones a tener en el estudio de la información, valorar las perspectivas de crecimiento de las empresas, entre muchas otras.

Así también, es de suma importancia para la ejecución de un proyecto exitoso contemplar lo siguiente:

- Las diferentes tecnologías existentes en el mercado internacional, así como los beneficios que producen al ser aplicadas correctamente en los centros de distribución, tomando en cuenta que cada una de estas tecnologías funcionará en conjunto con sistemas informáticos, encargados de tener enterado al sistema administrativo de las empresas, de todos los procesos ejecutados dentro del mismo, así directivos de dichas organizaciones puedan tomar decisiones oportunas.
- Saber las preocupaciones que aquejan a los directivos de los centros de distribución, para poder apoyarlos en su toma de decisiones.
- Tener la experiencia necesaria para trabajar coordinadamente con grupos multidisciplinarios en las diferentes fases de los proyectos, que me llevaron a tomar las decisiones adecuadas para el éxito del proyecto.

# **CAPÍTULO 1: Introducción a la compañía**

## **1.1 Giro empresarial**

La empresa donde he laborado mis trece años de experiencia profesional, de marca registrada G.I.Eicom\* se dedica a la automatización de flujos de productos como cajas, pallets o tarimas, ítems (ya procesados) dentro de las plantas de producción y centros de distribución de la industria.

## **1.2 Misión**

*Crear productividad, competitividad y control a las operaciones de los clientes a través del diseño e implementación de sistemas logísticos inteligentes.*

## **1.3 Marco histórico**

El Marco histórico de la empresa, mismo que se obtuvo entrevistando a altos directivos de la compañía es, G.I.Eicom\* organización de ingeniería y servicios de automatización fundada en el año de 1984. Originalmente se tenía un abanico muy grande de soluciones para distintos sectores de la industria en México, para esto se contaba con distintas divisiones como la de granel; la de frascos; paquetería (para manejo de cajas y pallets) y especiales. Virtualmente se fabricaba el 100% de los equipos, tales como transportadores; elevadores; volteadores; entre otros, lo anterior incluía ingeniería mecánica y eléctrica principalmente para conceptualización y detalles de fabricación de todos los elementos del sistema.

A raíz de las problemáticas generadas por la situación macroeconómica-política y social del país en 1994, la compañía sufrió una reducción dramática en las ventas lo que afectó todos los niveles de la organización. Esta cuestión obligó a los altos directivos a replantear las variables del modelo de negocio, tomando decisiones muy profundas y difíciles como el hecho de renunciar a la mayor parte de las divisiones y concentrarse solamente en la de paquetería. La apertura del TLC con E.U.A y Canadá obligó a otra decisión, la de no fabricar más equipo, pues al abrir las fronteras, era fácil que en el mercado mexicano incursionaran empresas extranjeras con antecedentes y capital muy notorio en este tipo de aplicaciones, reconociendo que la fabricación no generaría valores agregados a las soluciones y sí representaba un peligro por no poder competir de manera rentable. Por lo tanto, se decidió no fabricar más y buscar alianzas comerciales con empresas extranjeras especialistas en cada una de las tecnologías que se integrarían en los futuros sistemas, de esta manera, la empresa se enfocaría en una de sus capacidades más sobresalientes: la ingeniería.

Por otro lado, se valoró el crecimiento de mercado para tratar de determinar cuáles serían las necesidades futuras de la industria, hacia qué parte de éstas podría generarse más ventajas competitivas para los clientes y dónde tendría más proyección y rentabilidad dirigirse como organización, la conclusión fue: la Logística interna de centros de distribución y de plantas de producción. Por lo anterior, la empresa comenzó a reunir el portafolio de productos que

consideraba necesario para dar una solución integral, así como a establecer las asociaciones comerciales que permitían tener al alcance de una manera directa ese tipo de tecnologías. Por fortuna, la visión que se tuvo en cuanto al cambio y evolución del mercado fue correcta y la empresa continuó fortaleciéndose en el área de los conocimientos de tipo ingeniería, conjuntando todas las disciplinas inherentes a la integración de sistemas, como Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial, Robótica y de Sistemas, principalmente.

### 1.4 Organigrama

En el momento en que estoy reportando este trabajo profesional, el organigrama de la empresa en donde laboro es el que se muestra en la figura (Fig. 1). El cargo que desempeñé en ese momento era el que está encerrado en un círculo verde denominado Gerencia Técnica, este puesto, como su nombre lo indica es el responsable técnico de todas las operaciones de la empresa, reportándose directamente los departamentos de Ingeniería de Proyectos, Producción de Equipos Especiales, Abastecimiento, Ingeniería de Conceptuación y Costos e Investigación y Desarrollo; a su vez yo reportaba con el Director de Operaciones. En ese momento me reportaban directamente ocho personas e indirectamente aproximadamente veintiocho personas, más subcontratistas y outsourcing. Esto me permitió a lo largo del tiempo crecer tanto personal como laboralmente y estoy consciente que al paso del tiempo seguiré aprendiendo cada día más.

De las actividades que más me llenan profesionalmente es el poder transmitir mis experiencias a la gente que me reporta y guiar a los ingenieros para que pongan en práctica parte de los conocimientos que adquirieron en la universidad. Así también soy consciente que mi compromiso con la gente es motivarlos a nunca dejar de aprender en todos los campos del conocimiento, permitiéndoles ser personas más integrales.

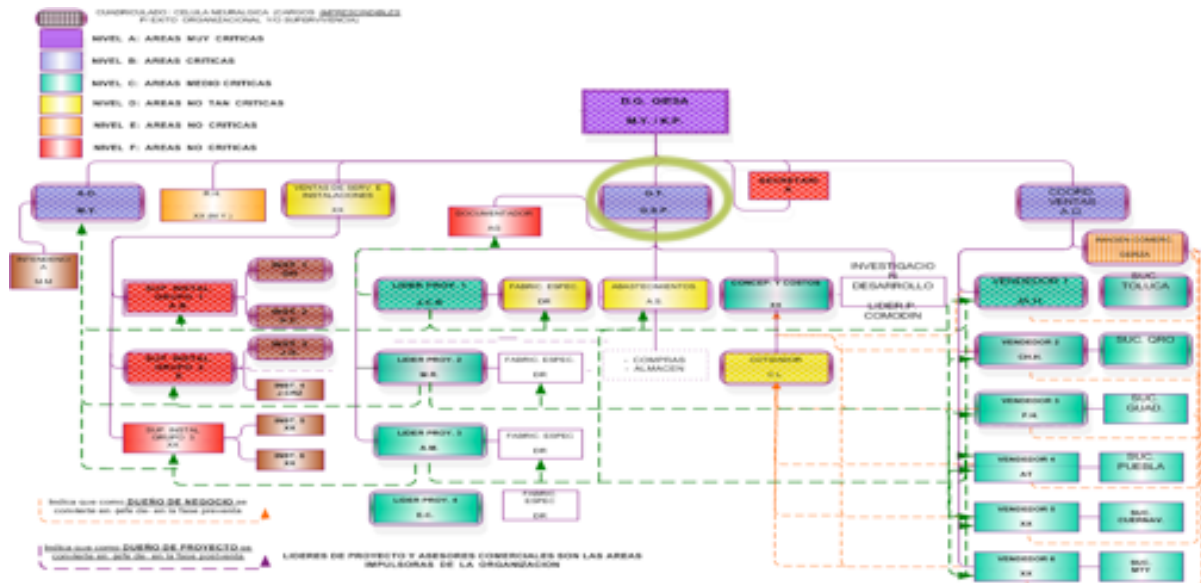


Fig. 1 Organigrama de la empresa

## **CAPÍTULO 2: Actividad profesional y descripción del cargo**

### **2.1 Perfil**

Las características del perfil de mi cargo se pueden resumir de la siguiente manera:

Cargo: Gerencia técnica

Formación académica requerida: Ingeniero mecánico, electromecánico o ingeniero en robótica industrial

Conocimientos específicos área mecánica:

- Aplicar examen técnico
- Estática
- Dinámica
- Procesos metalmecánicos, máquinas y herramientas
- Controles e Instrumentación

Conocimientos específicos adicionales:

- Generales acerca de bases de datos
- Conocimientos básicos de programación
- Software CAD
- Inglés avanzado

Experiencia:

- Mínimo 7 años
- Conocimiento del mercado de suministros técnicos y del mercado laboral
- Experiencia relacionándose con personal operario, de ingeniería y relación con clientes
- Conocimiento para elaboración y ejecución de presupuestos
- Experiencia en soporte post comercial vía presencial o remota
- Experiencia en documentación de proyectos de logística y manejo de materiales
- Experiencia en diseño de máquinas
- Experiencia en cálculos estructurales
- Experiencia en controles industriales
- Experiencia en dirección de proyectos

### **2.3 Competencias**

Las competencias con las que debo contar en mi cargo son: Disciplinado, habilidad en solución de problemas, negociador, exigente, capacidad de relacionarse con clientes, capacidad organizativa, don de mando, orientado a resultados, liderazgo.

## **2.4 Objetivos y responsabilidades**

Los objetivos y responsabilidades del cargo que desempeño, se pueden resumir en el siguiente párrafo:

Ser el responsable máximo de todas las operaciones de orden técnico, las cuales abarcan el área de ingeniería mecánica, eléctrica y de controles, así como el área de instalaciones y servicio postventa. Dicho puesto tiene como objetivo o meta el diseño conceptual de las soluciones de automatización; que las ejecuciones de los proyectos se hagan en tiempo, forma y costo, desde la recepción de la orden de compra del cliente y finaliza con la recepción conforme del cliente. El volumen de transformación de proyectos es el principal indicador de desempeño y muestra el total transformado versus la cuota asignada. Adicionalmente se establecen proyectos de optimización internos del área, de los cuales también es responsable. Evaluar, ayudar, motivar, entrenar a su personal son inherentes al cargo.

## **CAPÍTULO 3: Automatización de un Centro de Distribución**

Este capítulo lo hago con el fin de presentarles un panorama global de los diferentes tipos de soluciones que son susceptibles de implementarse dentro de un centro de distribución, tomando en consideración el tipo de problemática que se presenta y la inversión que el cliente está dispuesto a ejecutar.

### **3.1 Definición de Centro de Distribución**

El centro de distribución es un área destinada a ejecutar las operaciones posteriores a la producción de bienes y que son requeridas antes de enviar los productos a los clientes finales. Comúnmente está constituido por grandes naves con suficiente patio de maniobras para vehículos pesados, que permiten la recepción, almacenamiento, procesos, embarques y rastreo de la información en tiempo real de todo lo que hay y ocurre dentro del centro de distribución y sus relaciones con el exterior. Nos hemos percatado en la empresa, que se han convertido en una nueva área de negocio ya que en una economía que a nivel de producto la gente compra los artículos por precio, los centros de distribución nos permiten diferenciar las ofertas, agregar valor, disminuir costos, facilitar las ventas, entre otros, volviéndose entonces el actual eje de giro de muchas compañías.

### **3.2 Problemáticas típicas**

Las diferentes empresas que producen bienes actualmente deben de suministrar cientos o con mucha frecuencia miles de diferentes referencias a sus mercados. El mercado demanda no solo la ejecución de esas diferentes variedades sino también el suministro de cantidades caprichosas y que éstas sean suministradas de acuerdo a la demanda, la cual es muy variable tanto en cantidad como diversidad. Lo anterior supone un reto que ha de ser resuelto en el centro de distribución.

Ya sea industria farmacéutica, textil, cosméticos, alimentos, bebidas, cuidado personal, tiendas de autoservicio u otros sectores, tienen la misma problemática. Todas ellas deben organizar inteligentemente los productos dentro de su centro de distribución y dotarlo de los órganos necesarios, de la gente y los recursos para poder recibir y administrar los procesos dentro del centro garantizando el cumplimiento de las órdenes de sus clientes.

Tomaré como ejemplo, el caso de una compañía de Cosméticos que tiene que atender a unos doscientos cincuenta mil clientes, embarcando diariamente alrededor de cincuenta mil cajas con aproximadamente dos millones de diferentes unidades, para un total de cuarenta mil pedidos diarios; todo un reto para el cargo que desempeño.

Dicho centro debe estar en capacidad de surtir la demanda de una forma productiva y rentable, deberá allegarse de los recursos más modernos para atenderla. Así mismo, las problemáticas difieren de un cliente a otro de acuerdo a la tipología de los productos, los flujos de los mismos, las necesidades de sus clientes y otras variables que hacen muy diferente a un centro de distribución de ropa de uno de electrodomésticos, de uno de muebles de casa o de uno de retail, etc. Sin embargo, tienen problemas en común, como el manejo de la información, el manejo de materiales, el manejo de inventarios, la ejecución de procesos específicos, el almacenamiento temporal, la recepción, la entrega y el rastreo. La problemática común de fondo es cómo satisfacer el cumplimiento de los pedidos de los clientes de una forma rentable y con excelente nivel de servicio.

### **3.3 Beneficios de la automatización**

Son múltiples los beneficios de la automatización, pero podría citar:

**Mejora en los niveles de servicio:** Un sistema automático está en capacidad de proveer entregas más acordes a la demanda, ya que puede coordinar informaciones, personal y recursos que de forma manual resultaría difícil o en ciertos casos imposibles de realizar. Un buen nivel de servicio resulta en clientes satisfechos y nuevas órdenes.

**Mejora los costos de operación:** Automatizando, usualmente se logra reducir tiempos muertos e incrementar la productividad, así como reducir desperdicios, redundando en menores costos.

**Administración de los inventarios:** Al poder ver el status de inventarios en todo momento, conocer su caducidad, su rotación, sus tiempos de reposición entre otros, se optimiza el uso de este capital recurso, obteniéndose elevados beneficios financieros, de almacenamiento y de operación.

**Crecimiento de la capacidad operativa:** El ser capaces de entregar más pedidos es estar en capacidad de satisfacer a más clientes y consecuentemente el ser capaz de crecer.

**Flexibilidad:** Esta variable es muy importante ya que el poder surtir órdenes de una forma especial o el poder suministrar pedidos fuera de un plan original o a rutas que originalmente no se tenían planeadas, resulta de una gran ventaja para los clientes que compiten con productos similares.

**Reducción de errores:** Normalmente, el hecho de automatizar, evita errores humanos y esto se traduce en más precisión, menos devoluciones y ahorros.

**Independencia del factor humano:** Además de los errores, el hecho de la insuficiencia de mano de obra, su entrenamiento, la rotación de personal y la incidencia de sus constantes cambios en la calidad de los procesos hacen aconsejable la automatización.

**Control y visibilidad de la información y la operación:** El contar con información al instante es “poder”, permite tomar decisiones de otra forma imposibles; el tener control sobre la operación permite un sinnúmero de ventajas como la mejor asignación de personal o la reducción de tiempos extra o el cumplimiento de tareas específicas además de las generales, en pocas palabras, tomar la decisión correcta oportunamente.



### **3.4 Tecnologías de automatización**

Existe un extenso conjunto de tecnologías, las cuales se emplean de acuerdo a los flujos y la tipología de los productos a manejar, además de las características propias de la industria a la que se aplica. Así por ejemplo, en la industria farmacéutica los requisitos de sanidad y de rastreo son muy demandantes, mientras a mismas condiciones, una industria textil puede demandar más bien seguridad contra incendios o una industria de alimentos puede necesitar equipo especialmente diseñado para cuartos fríos. A continuación enumerare algunos ejemplos:

#### **3.4.1 AS RS: ( automatic storage and retrieval system )**

Es una tecnología que consiste en grandes robots tipo grúa (Fig 2), capaces de moverse vertical y horizontalmente grandes distancias, para tomar cajas o tarimas de hasta dos toneladas, ya sea para almacenarlas o surtir las automáticamente en almacenes que requieran una alta densidad o flujo o control de sus inventarios.



Fig. 2 AS/RS

### 3.4.2 AGVS: ( *automatic guided vehicle system* )

Son carros inteligentes (Fig.3), guiados por una guía magnética o por laser, que permiten tomar productos o tarimas automáticamente de ciertos sitios y entregarlos a otros que se han programado de acuerdo a las necesidades de los procesos. También pueden almacenar productos a alturas hasta de 10 metros, sin utilizar operario.



Fig. 3 AGVS

### 3.4.3 PTL: ( *pick to light* )

Es un sistema diseñado para surtir órdenes a través de la luz y software. Consiste en un conjunto de displays dispuestos sobre estantes (Fig.4) que contienen los productos a surtir y transportadores que trasladan los productos surtidos usualmente dentro de cajas o contenedores plásticos. Las órdenes son enviadas a los diferentes displays, los que indican la cantidad de ítems a ser surtidos en cada posición y la siguiente estación donde otro display indica las cantidades a ser surtidas en esa estación, al final, la orden es totalmente terminada y codificada para su entrega al destino que corresponda.



Fig. 4 Pick to light

### **3.4.4 PTV: ( pick to voice )**

Es una tecnología que consiste en dar instrucciones verbales de forma automática a través de una voz producida por un software y que traduce las órdenes en voz que los operarios escuchan y atienden ejecutando sus instrucciones (Fig.5), las cuales son normalmente el ir a una estación o estante donde hay productos y seleccionar tantos productos como se le indique para posteriormente ir a otra estación y así completar una ruta u orden.



Fig. 5 Pick to voice

### **3.4.5 A FRAME:**

Es una tecnología de surtido de órdenes específicamente diseñada para muy alto flujos y productos homogéneos, consiste en una estructura en forma de A (Fig.6), sobre la que se disponen los productos a ser surtidos y un sofisticado software que asigna los productos que cada caja va a contener, las cajas viajan a través de la estructura en A y a medida que va pasando por los lugares que contienen los productos, esto son automáticamente surtidos, cada caja contiene un código único que permite asociar a cada caja los productos correctos.

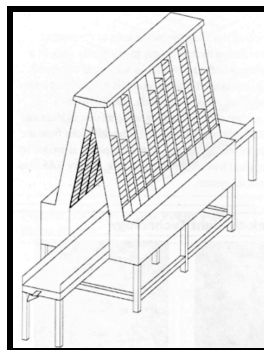


Fig. 6 A-Frame

### 3.4.6 Carruseles horizontales y verticales

Esta tecnología, normalmente la selecciono para operaciones de surtido y/o consolidación de pedidos de mediana a baja rotación; su configuración es en forma de un elipse vertical (Fig.8) u horizontal (Fig. 7) (según corresponda), para lo cual cuentan con canastillas sujetas a una cadena que giran al recibir órdenes de un sistema central, deteniéndose en frente del operador para que este pueda tomar los productos correspondientes a la orden de surtido recibida vía software, cada canastilla puede tener múltiples posiciones donde se pueden almacenar una innumerable cantidad de productos.

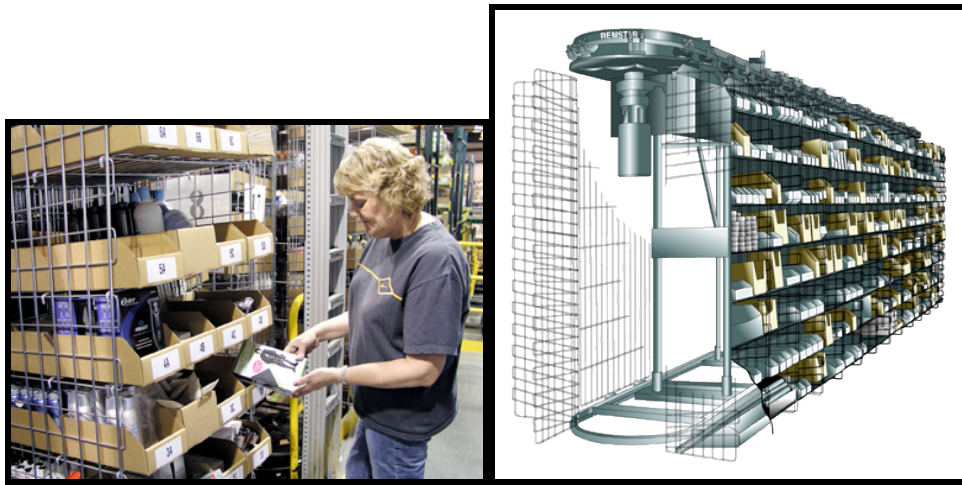


Fig. 7 Carruseles Horizontales

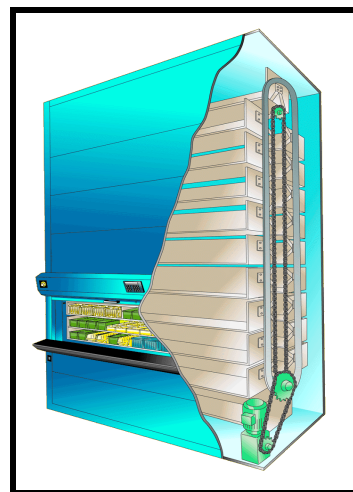


Fig. 8 Carruseles Verticales

### **3.4.7 Sistemas de transportadores**

Los transportadores (Fig.9) son un recurso que utilizan ampliamente en los centros de distribución y en el manejo de materiales, los cuales se ocupan para transportar un producto de una ubicación a otra, optimizando los tiempos de transporte y costos de operación; de los que más ampliamente utilizan son los transportadores de rodillos y banda, asociados a estos se han desarrollado innovaciones permitiéndonos incorporar diversas particularidades como pueden ser acumulación de cero presión, sin que los productos tengan contacto entre ellos, cambios de trayectoria por mecanismos accionados de forma electro-neumática o simplemente por diseños curvos de los mismos equipos.



Fig. 9 Sistema de transportadores

### **3.4.8 Soluciones de clasificación automática (sorters)**

Este tipo de solución al integrarla a un centro de distribución nos permite dividir productos (Fig. 10 y 11) de acuerdo a las necesidades; estos sistemas cuentan con desviadores electroneumáticos comandados por un controlador lógico programable y al integrarse con herramientas de software y hardware se vuelve una potente herramienta para surtir órdenes, que en muchos casos nos permite controlar, optimizar y eficientar la operación de la misma. De acuerdo al flujo requerido y forma del producto a manejar, se selecciona el tipo de clasificador



Fig. 10 Shoe Sorter



Fig. 11 Pop up Sorter



## **CAPÍTULO 4: Proyecto de automatización para surtido de pedidos**

### **4.1 Objetivo del proyecto**

Para determinar el tipo de automatización a emplear para una necesidad puntual, después de varias juntas con el cliente donde se trataron las necesidades, deseos y objetivos que ellos querían lograr del sistema, pudimos resumir los objetivos estratégicos del proyecto en los siguientes:

- Rediseñar área de surtido de piezas (cajas y colchones de papel) para obtener la mayor ventaja de las tecnologías de manejo de materiales.
- Mantener actualizado el sistema de administración del centro de distribución vía software y dar visibilidad del producto a través del proceso.
- Que el cliente tenga la capacidad de un crecimiento sostenido de diez por ciento anual a cinco años en piezas desplazadas.
- Reducción del personal operativo y eliminación de daños en el producto.

### **4.2 Actividades**

La actividad de la cuales fui responsable como Gerencia Técnica en términos globales fue, garantizar el funcionamiento del sistema, para lo cual mi área de supervisión, recomendaciones y análisis detallado se centra en los siguientes puntos de las fases del proyecto:

- i. Análisis de operación inicial:
  - Coordinar el análisis de la situación inicial
- ii. Diseño conceptual de la solución:
  - Participar activamente en el Diseño de la solución en todas sus áreas (Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Control)
- iii. Ingeniería de Detalle, Implementación y Puesta en Marcha
  - Coordinación y aprobación de Ingeniería de detalle Mecánica
  - Coordinación y aprobación de Ingenierías de detalle Eléctrica, Sistemas y Control.
  - Coordinar al personal requerido en cada etapa de la implementación
  - Coordinar el personal requerido en cada etapa de la instalación del sistema
  - Coordinar el personal requerido en ajustes y puesta en marcha del sistema

### 4.3 Análisis de operación inicial

Debido a la alta cantidad de gente que se utiliza dentro de un CEDIS y en especial dentro del área de surtido de cajas para diferentes pedidos, el cliente optó por optimizar dicha área, para tal efecto proporcionó a mi equipo de trabajo la siguiente información, la cual nos ayudo a desarrollar un concepto de automatización.

#### 4.3.1 Área inicial

El área disponible inicial que se utilizaba para surtir y consolidar pedidos se muestra en la figura siguiente, de forma achurada en color magenta (Fig. 12), está referenciada el área total del CEDIS; para tal caso el universo de los productos a ser surtido se encontraban acomodados a nivel de piso sobre tarimas en un solo nivel.

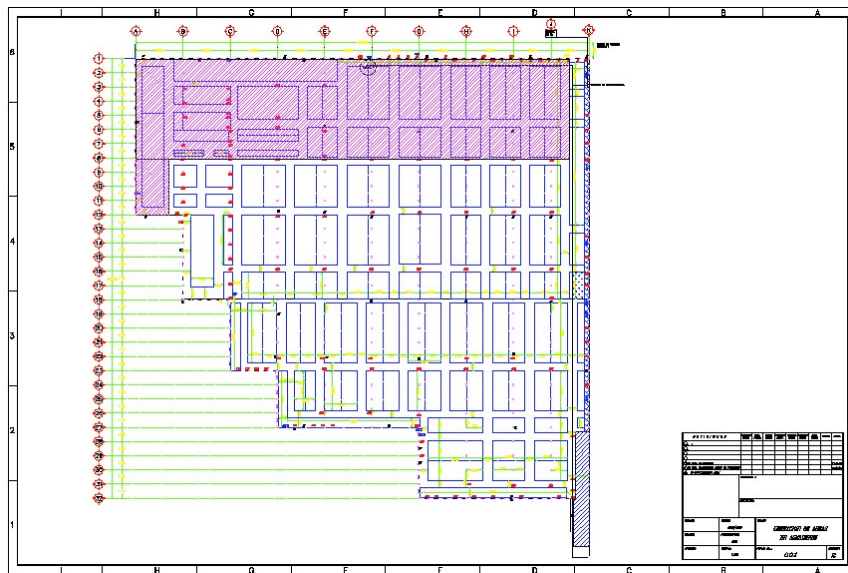
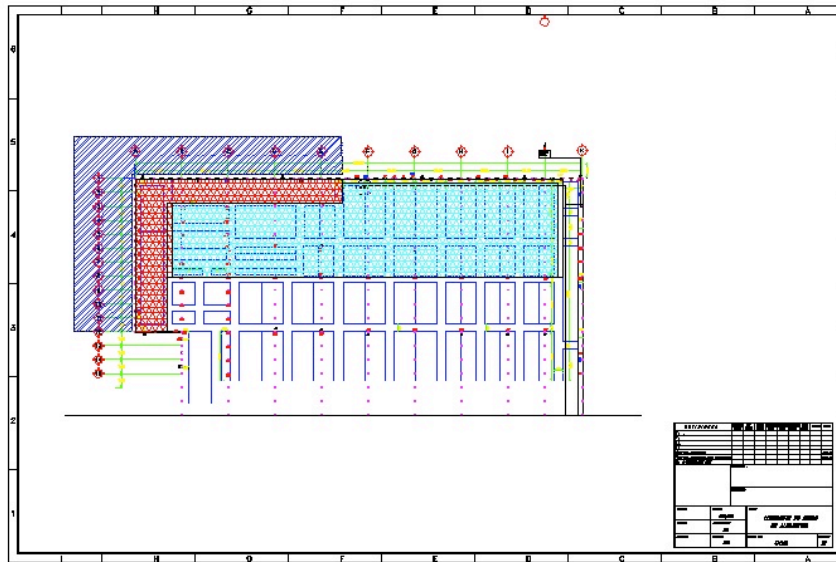


Fig. 12 Área inicial

#### 4.3.2 Operación inicial

La operación inicial se pudo clasificar en tres diferentes procesos que a continuación se explican y se muestran en la figura siguiente (Fig.13), el achurado color cian muestra el área de surtido, el achurado de color rojo muestra el área de consolidado y por último el achurado de color azul oscuro muestra el área de embarques y rutas.





#### 4.3.2.1 Surtido de órdenes:

El surtido se hacía por medio de patineros que iban recorriendo todos los pasillos destinados al área de picking de donde se requería producto, estos eran guiados por medio del Software de Administración de Almacén, cada patinero solamente podía atender un pedido a la vez (cada pedido podía estar constituido por una o varias tarimas de multiproducto) y así también cuando se llenaba la tarima que traían, iban a dejarla en el área de consolidación de pedidos, posteriormente tomaban otra tarima vacía y continuaban con el surtido del mismo pedido hasta completarlo.

#### 4.3.2.2 Consolidado de pedidos:

Esta área se encontraba aledaña a las puertas de embarque, aquí todas las tarimas de un pedido se iban juntando para que cuando se completara dicho pedido el supervisor de embarques, revisara cada uno de los productos correspondientes a los pedidos y lo diera por concluido en el sistema de administración del almacén.

#### 4.3.2.3 Embarques y rutas

Cuando estaban listos todos los pedidos que se encontraban asignados a una ruta, se acercaban dichos pedidos al andén de embarque en orden de primeras entradas, últimas salidas, para posteriormente cargar los diferentes pedidos a su correspondiente transporte, que iban a ser repartidos a sus diferentes clientes.

### 4.3.3 Parámetros del sistema inicial

De los parámetros de sistema que se obtuvieron, nos dió la base para el diseño de la automatización, tratando de manejar los mismos productos con todas sus variables, permitiendo al cliente no perder flexibilidad en su operación, a continuación presentaré un resumen de los mismos.

#### 4.3.3.1 Parámetros del producto

Los productos que se estaban manejando son colchones de papel higiénico y cajas de corrugado de diferentes dimensiones, según se muestra en las foto (Fig. 14) y en las siguientes tablas (Tabla 1 y Tabla 2).



Fig. 14 Colchones y cajas

CAJAS			
	Máximo	Promedio Ponderado	Mínimo
“L” Largo	780 mm	620 mm	250 mm
“W” Ancho	450 mm	320 mm	250 mm
“M” Alto	650 mm	300 mm	140 mm
Peso	10 kg	8 kg	6 kg

Tabla 1 Dimensiones de cajas

COLCHONES			
	Máximo	Promedio Ponderado	Mínimo
“L” Largo	900 mm	800 mm	250 mm
“W” Ancho	700 mm	290 mm	250 mm
“M” Alto	200 mm	200 mm	140 mm
Peso	5 kg	2 kg	1 kg

Tabla 2 Dimensiones de colchones

#### 4.3.3.2 Parámetros de la operación inicial

Los parámetros de la operación inicial (Tabla 3), muestran un resumen de la cantidad de productos que se llegaban a manejar en un día, para tener un parámetro de comparación que nos permita evaluar los resultados de la optimización en el surtido de órdenes, se toma en cuenta como indicador clave la productividad del surtidor dado por la razón:

$$PS = PDT / (HD \times NSP)$$

Siendo ésta el punto clave para la justificación de dicho proyecto.

<b>Parámetros de la Operación Inicial</b>	
<i>Productos desplazados por turno (PDT):</i>	9106 Ítems/turno
<i>Número de total de SKU</i>	384
<i>Turnos:</i>	3
<i>Horas por turno reales disponibles (HD):</i>	7 horas
<i>Números de pedidos promedio:</i>	195 pedidos/día
<i>Número de surtidores promedio (NSP):</i>	25 surtidores/turno
<i>Número de supervisores:</i>	6 supervisores
<i>Productividad de Surtido (PS):</i>	52 Ítem/(hora x Surtidor)

Tabla 3 Parámetros de la operación inicial

#### 4.4 Diseño conceptual de la solución

De acuerdo a los factores de espacio disponible, al análisis de la situación actual y a la experiencia de todo mi grupo de trabajo, decidí plantear un sistema de clasificación y surtido de órdenes automático para manejo de cajas y colchones, que permitiera cumplir las expectativas y objetivos del cliente; al concepto final se llegó después de infinidad de reuniones con el cliente donde se le presentaron opciones tentativas para optimizar la operación, todas las alternativas presentadas surgieron de juntas internas con los participantes de mi equipo de trabajo y al final el Layout aprobado por nuestro cliente para implementación fue el siguiente (Fig. 15 y Fig. 16):

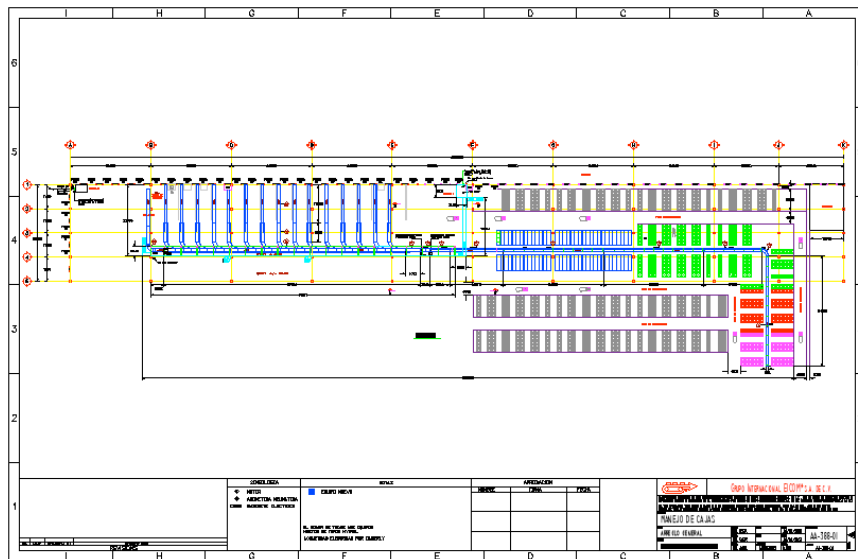


Fig. 15 Layout de Planta

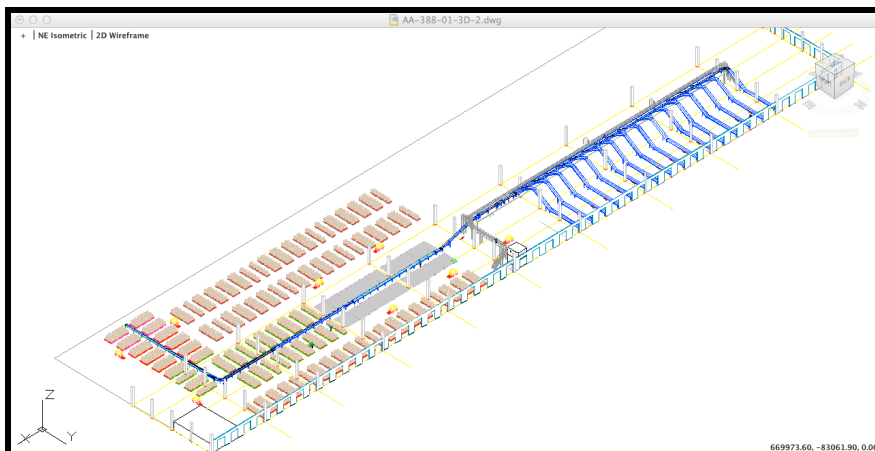


Fig. 16 Vista Isométrica del Proyecto

Para tener un mejor entendimiento de dicho concepto y las razones por las cuales fue diseñado así, daré una breve explicación del sistema.

#### 4.4.1 Área de surtido de piezas

Se parte de la premisa que en el área de surtido se debe tener incluido todo el universo de productos, así también, para tratar de evitar que la gente tuviera que recorrer distancias grandes cargando los productos para surtir los pedidos, se decidió tener las siguientes consideraciones en el diseño (Fig. 17 y Fig. 18):

- Dividir esta área en cuatro zonas de surtido tomando como base la rotación de los productos que para tal efecto se clasifican en alta, mediana y baja rotación, dejando espacio suficiente para el crecimiento de los códigos de producto a incrementar en un futuro.
- Hacer surtidos por olas, lo cual nos permite que los operadores surtan por consolidado de productos, esto quiere decir que una referencia de producto se puede necesitar en varios pedidos a la vez, por consiguiente un operador en un solo recorrido de su zona puede surtir varios pedidos, evitando largos recorridos.
- Para evitar que los operadores estén cargando o utilizando patines para transportar el producto que se requiere en los pedidos, se dispuso de una banda a todo lo largo del área de surtido creando con esto un pick to belt.

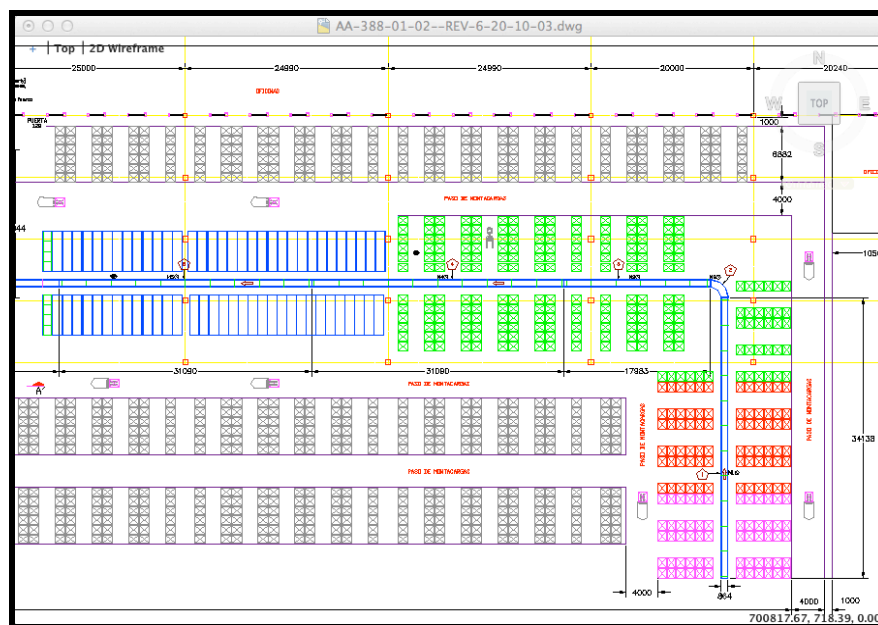


Fig. 17 Vista de planta área de surtido

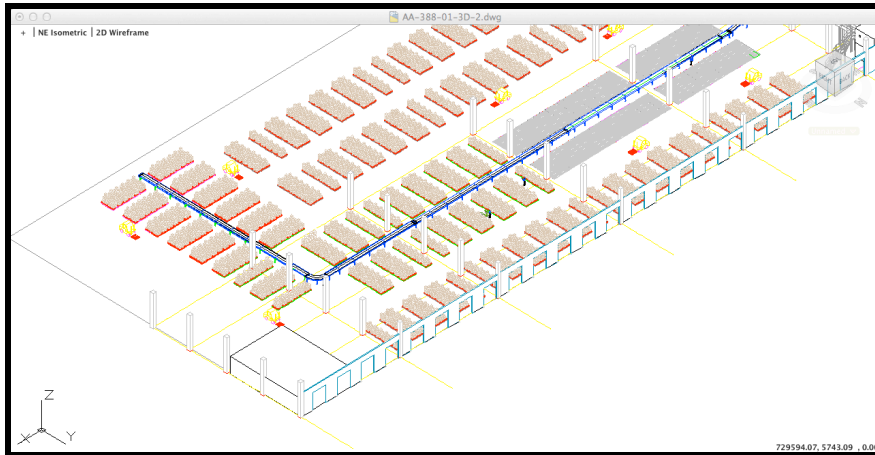


Fig. 18 Vista isométrica área de surtido

#### 4.4.2 Área de transporte y entrega a mezanine

Esta área se encuentra aledaña al área de surtido de piezas y es la que permite mediante transportadores inclinados ascender el producto al área de mezanine, para posteriormente entregar los productos al equipo clasificador (Fig. 19).

Se decidió subir el equipo clasificador y los productos a un mezanine para permitir el paso de los montacargas al área de consolidado de embarques, ya que la mayoría de los pedidos que eran asignados al sorter se complementaban de dos áreas de surtido, las cuales son: tarima completa (son manejados por movimientos de montacargas) y productos sueltos (manejados por transportadores).

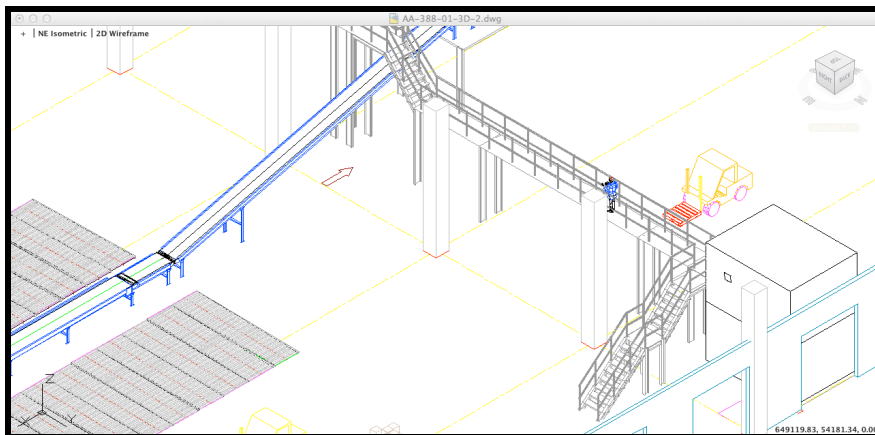


Fig. 19 Vista de isométrica transportador inclinado

### 4.4.3 Área de clasificado

Este equipo tiene la finalidad de transportar piezas y simultáneamente clasificarlas a salidas fijas preestablecidas (Fig. 20 y Fig. 21), esto de acuerdo a la lectura de un código de barras y a las condiciones que se hayan colocado en el controlador de dicho equipo (normalmente un PLC), de acuerdo al flujo a manejarse en ítems/minuto, a la mínima separación que necesita el scanner para leer el código de barras y a las características del producto a manejar, se seleccionó un Shoe Sorter, tecnología vista en capítulo anterior (Fig. 10, Pág. 15).

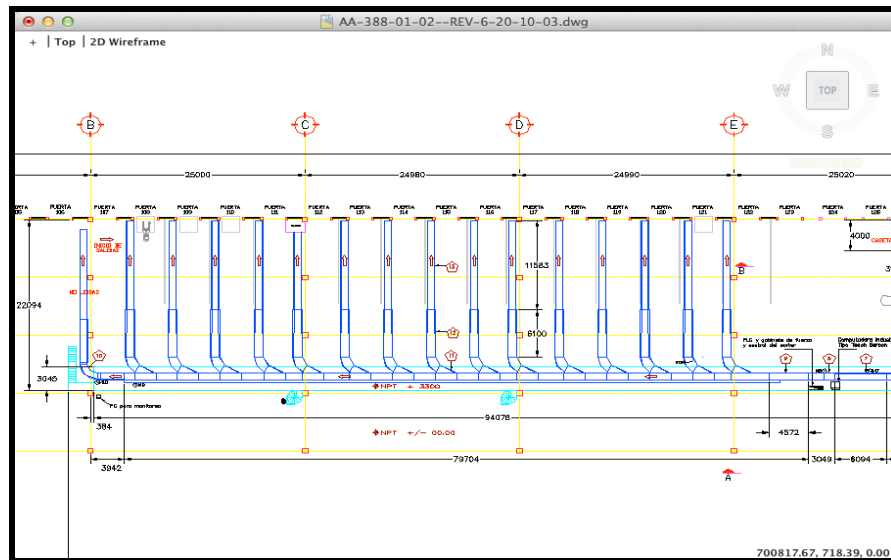


Fig. 20 Vista planta área clasificado

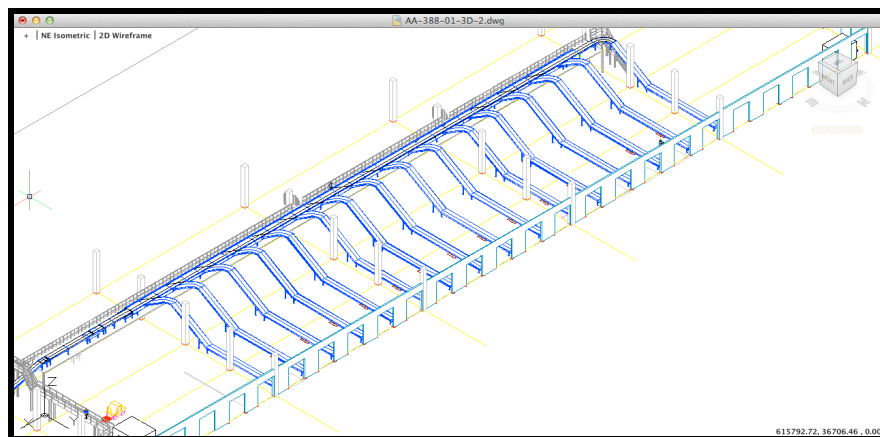


Fig. 21 Vista isométrica de área clasificado

Así también, para entender un poco más del funcionamiento del equipo de clasificación que propuse, describiré a continuación los componentes de un clasificador automático que fueron fundamentales para el buen funcionamiento del sistema global.

#### **4.4.3.1 Equipo justificador.**

Normalmente está compuesto por un equipo de rodillos motorizados Fig. 22, a dicho equipo se le colocan los rodillos en forma diagonal permitiendo que las cajas se justifiquen de acuerdo a la necesidad del sorter.



Fig. 22 Equipo de Rodillos

#### **4.4.3.2 Equipo indexador**

Este equipo está compuesto por dos bandas a diferente velocidad (Fig. 23), permitiendo la separación de las cajas a la distancia mínima necesaria para que se puedan leer correctamente los códigos de barras y así también se pueda desviar correctamente en el sorter.



Fig. 23 Equipo Indexador

#### **4.4.3.3 Equipo de Inducción**

La banda de inducción normalmente la retransmitimos del equipo clasificador (Fig. 24), la longitud de esta banda nos da el tiempo necesario para que el controlador lógico programable determine la salida asignada del producto en el equipo clasificador, sin que éste la considere como producto no asignado o no encontrado.



#### **4.4.3.4 Equipo clasificador**

El equipo clasificador en este caso Shoe Sorter (Fig. 24) nos permitió manejar toda la variedad de productos (cajas y colchones), este equipo, está constituido por dos cadenas continuas con aditamentos ajustados y parametrizados de acuerdo a nuestras necesidades, cada una de las salidas se acciona por medio de una válvula electro-neumática controlada por un controlador lógico programable, que también cuenta con un encoder que le permite saber en cualquier momento la ubicación de la caja.



Fig. 24 Banda de inducción y shoe sorter

#### **4.4.3.5 Salida de no leídas y línea llena:**

En cualquier clasificador es imprescindible la salida de no leídas, esta debe estar ubicada al final del sorter, combinándose con la salida de línea llena que como su nombre lo indica, en caso de que la fotocelda de alguna salida esté bloqueada porque el producto no fue retirado a tiempo, las cajas se dirigirán al final de la línea.

#### **4.4.4 Área de revisión y embarque**

Por último, después de que todos los productos fueron desviados a su salida correspondiente y conforme van saliendo, un operador va colocándolos sobre pallets de madera para facilitar la carga a camión del pedido. Este operador se encontrará ahí hasta que el supervisor le avise que el pedido se ha finalizado de surtir. Dicho supervisor se entera de este cierre ya que recibe una alerta de finalización de pedido que es enviada por nuestro PLC al software del cliente que controla todo el almacén, vía interface. De ahí en adelante el supervisor revisa a detalle todo el pedido constituido por tarimas armadas procedentes de nuestro sistema y tarimas completas procedentes del almacén. Al ratificar que el pedido se encuentra completo, el supervisor manda a facturar el pedido e indica al transportista que suba los productos al camión entregándole la factura y remisión correspondiente (Fig. 25)

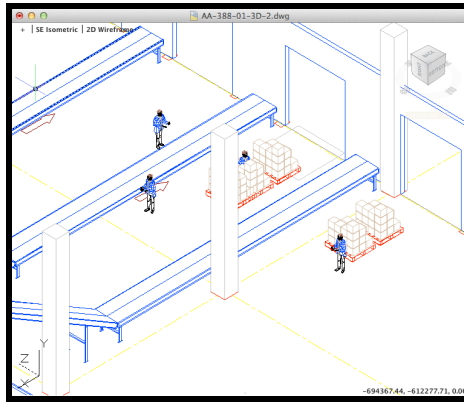


Fig. 25 Área revisión y embarque

#### 4.4.5 Arquitectura del sistema

La siguiente imagen (Fig. 26) presenta la arquitectura propuesta, para la interacción entre WMS y el sistema automático para surtido de pedidos.

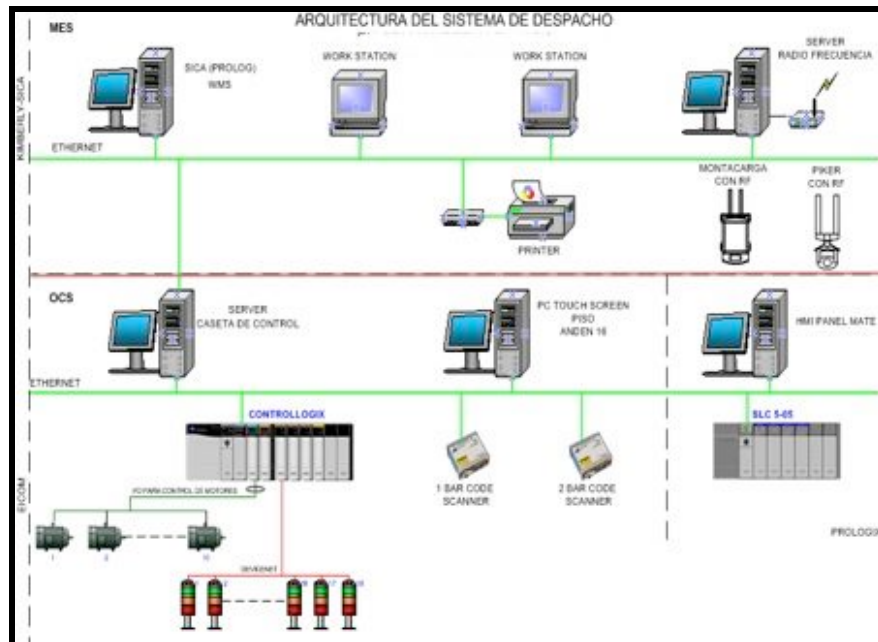


Fig. 26 Arquitectura del sistema de surtido de órdenes

Dicha arquitectura se analizó para que tuviera la flexibilidad de una comunicación bidireccional y el WMS siempre estuviera enterado del estatus de todos los pedidos

Esta arquitectura está basada en el protocolo de comunicación Ethernet. Así también se puede ver, en este mismo diagrama, el equipo propuesto indispensable para una comunicación bidireccional de los sistemas involucrados resumiéndose en lo siguiente:

- *Server*: ubicado en la caseta de control, para el cual se requirió un nodo de red para interconexión con el WMS y mantenerlo informado de todos los procesos ocurridos.
- *PC tipo Touch Screen*: una ubicada en el andén dieciséis, para monitoreo y otra al inicio del sorter como interfaz hombre-máquina.
- **PLCS (Controladores Lógicos Programables)**: Modelos ControlLogix y SLC5/05, el controllogix, se encargará del control del sistema en general como comunicación con WMS, control de motores, torretas de señalización, etc.; el SLC5/05 (PROLOGIX) se encargará del control del equipo clasificador.
- **Lectores de código de barras**: Dos lectores (scanner) que permitirán identificar los códigos de barras de los productos para que el PLC pueda determinar el destino.

#### ***4.4.6 Parámetros del sistema propuesto***

Los parámetros del sistema propuesto son en los que nos basamos para la selección y diseño del sistema en la fase de ingeniería de detalle; ciertas ocasiones no se pueden manejar los mismos productos o la misma operación, por restricciones físicas de los equipos. En los puntos siguientes describiremos los productos y parámetros de la operación que obtuvimos con este nuevo diseño.

##### ***4.4.6.1 Parámetros del producto a manejar***

Con el sistema propuesto pudimos manejar todos los productos que se obtuvieron en la fase de análisis inicial, que se muestran en la tabla 1 y tabla 2 de este mismo capítulo.

##### ***4.4.6.2 Parámetros de la operación propuesta***

Con esta propuesta de automatización, la operación que se lograría obtener tomando en cuenta las productividades teóricas del sistema, fueron presentadas a nuestro cliente (ver tabla 4), lo que permitió a la directiva analizar los resultados que obtendrían en cuestiones de capacidad de respuesta y aunado a un análisis de retorno de inversión, decidieron realizar el proyecto. Para lo cual, en las siguientes páginas, mostraré lo que realicé para poder lograr un proyecto exitoso.

<b>Parámetros de la Operación Propuesta</b>	
<i>Productos desplazados por turno (PDT):</i>	14700 Ítems/turno
<i>Número total de SKU posibles a manejar</i>	478
<i>Turnos:</i>	3
<i>Horas por turno reales disponibles (HD):</i>	7 horas
<i>Números de pedidos para diseño</i>	312 pedidos/día
<i>Número de surtidores promedio (NSP) a utilizar:</i>	14 surtidores/turno
<i>Número de supervisores:</i>	6 supervisores
<i>Productividad de Surtido (PS):</i>	150 Ítem/(hora x Surtidor)

Tabla 4 Parámetros de la operación propuesta

#### **4.4.6.3 Evaluación de la solución**

De acuerdo a los datos obtenidos en la operación inicial (Tabla 3, Pág. 21) y los parámetros de la operación propuesta (Tabla 4), la evaluación de dicha solución en el retorno de la inversión supero las expectativas del cliente por lo cual este realizo la inversión para dicha infraestructura, destacando los siguientes indicadores y beneficios en la valoración (Tabla 5).

<b>Indicadores de Evaluación de la Solución</b>		
<i>Indicador</i>	Valor (%)	Beneficios
<i>Incremento porcentual de Capacidad de operación en surtido:</i>	61.43%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor capacidad de operación</li> <li>• Menor tiempo de surtido</li> <li>• Mejor desempeño en la entrega</li> </ul>
<i>Incremento porcentual en SKU a manejar:</i>	24.48%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor flexibilidad en el mercado</li> </ul>
<i>Incremento porcentual de pedidos a manejar:</i>	60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor capacidad de crecimiento minorista</li> </ul>
<i>Incremento porcentual de numero surtidores promedio:</i>	- 78.57%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores costos operativos</li> <li>• Reducción de robo hormiga</li> </ul>
<i>Incremento porcentual de la productividad por surtidor:</i>	188.46%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores tiempos de recorrido</li> <li>• Mayor control de la información</li> <li>• Menores errores humanos</li> </ul>

Tabla 5 Indicadores de evaluación de la solución

## 4.5 Ingeniería de detalle, implementación y Puesta en Marcha

Para esta fase del proyecto seguí un estricto control de cada una de las actividades de los ingenieros que asigné en cada área y fase del desarrollo, manejando tiempos de entrega de cada actividad, revisándolas y aprobándolas para su publicación, así también asigne a un comprador para que todas las requisiciones de materiales y equipos fueran hechas de acuerdo a las especificaciones de los ingenieros y respetando los tiempos asignados para entrega y fabricación, estas actividades se muestran en el cronograma (Fig. 27),

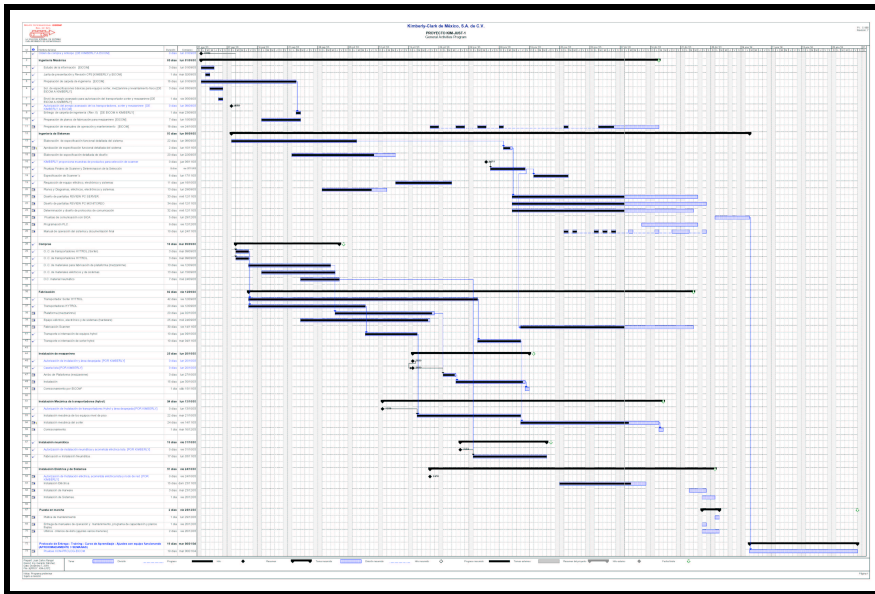


Fig. 27 Cronograma de Actividades

A continuación haré una breve descripción de las principales actividades que me permitieron llevar el proyecto hasta el ajuste y puesta en marcha en operación real.

### 4.5.1 Ingeniería de detalle mecánica

En esta fase asigné a un ingeniero de proyectos mecánicos que realizó toda la documentación, planos, especificaciones y cálculos requeridos de los diferentes componentes del sistema en el área mecánica, para lo cual las actividades asignadas se resumen en las siguientes puntos:

- Arreglo general del sistema
- Arreglo general Eléctrico
- Arreglo general Neumático
- Planos de equipos en explosión
- Listado de equipo
- Secuencia de operación mecánica
- Selección de equipos, cálculos de potencia y velocidades.

- Requisiciones de los equipos con especificaciones de los mismos
- Seguimiento y control de las actividades de los aliados y proveedores seleccionados.
  - Fabricación de equipos transportadores
  - Fabricación Mezanine
- Manuales de Mantenimiento

Cada uno de estos puntos fueron coordinados y aprobados para su publicación por mí, de los cuales se muestran algunos de los documentos en los anexos (Anexo 1).

#### **4.5.2 Ingeniería de detalle eléctrica, control y sistemas.**

En esta fase asigné a ingenieros de proyectos pertenecientes a un Outsourcing, quienes realizaron toda la documentación, planos, especificaciones y cálculos requeridos de los diferentes componentes del sistema eléctrico, control y software; para lo cual las actividades asignadas se resumen en las siguientes puntos:

- Especificación Funcional del sistema
- Especificación de Hardware del sistema
- Especificación de Software
- Diagramas de cableado
- Listado de equipo
- Selección de equipo y cálculos requeridos
- Requisiciones de los equipos con especificaciones de los mismos
- Programación de Base de Datos
- Programación de PLC
- Programación de HMI
- Programación de Interfaces entre PLC y Base de datos
- Manuales de Operación

Cada uno de estos puntos fueron coordinados y aprobados para su publicación por mí, de los cuales se muestran algunos de los documentos en los anexos (Anexo 2).

#### **4.5.3 Instalación, pruebas, ajustes y puesta en marcha.**

En esta fase la coordinación fue crucial para no interrumpir la operación del cliente, ya que, como Centro de Distribución no se puede detener la operación, para tal efecto coordiné de la siguiente forma a los equipos de instalación (es la misma que se muestra en el cronograma de actividades de la figura 27).

##### **i. Equipo de Instalación Mecánica (Transportadores y Mezanine)**

Estos fueron los primeros en ingresar al sitio de la instalación y comenzaron instalando los transportadores del área de surtido empezando por el equipo más alejado y finalizando con el equipo clasificador. Para tal efecto, cuando llegaron al último equipo del área de surtido ingresaron los instaladores del mezanine, con el fin de que conforme fueran avanzando en el armado del mezanine el equipo de trabajo de transportadores fuera montando el equipo clasificador sobre el mismo.

ii. Equipo de Instalación Eléctrica y Red:

Al tener instalados los transportadores al sesenta por ciento aproximadamente, fue cuando decidí ingresar a los instaladores eléctricos y de sistemas para que finalizaran al mismo tiempo del equipo de trabajo de la instalación mecánica.

iii. Pruebas, ajustes y puesta en marcha

Las pruebas se dividieron en tres tipos, pruebas electromecánicas, pruebas de Interface y pruebas de lógica de funcionamiento, cada una de estas fue un factor clave para el arranque del proyecto.

Las pruebas electromecánicas se comenzaron cuando se finalizaron todas las instalaciones, primero se probó el equipo en vacío y posteriormente con carga; en estas pruebas programé que se revisaran, alineación de bandas, giros de motores, ruidos extraños, ajustes de protecciones de sobre carga, etc.

Las pruebas de interfaz con el WMS del cliente en un ambiente controlado, las programé simultáneamente con las pruebas electromecánicas ya que no interferían en nada, el procedimiento fue realizar en un principio pruebas unitarias que les permitiera hacer ajustes en la programación y posteriormente pruebas de volumen de información, permitiéndoles terminar los ajustes.

Por último, se hicieron las pruebas de lógica de funcionamiento, inicialmente se programó un solo embarque y se le dio seguimiento a cada uno de los productos que pasaron, en este paso el programador no tuvo la necesidad de realizar ningún ajuste, después se fueron incrementando los volúmenes de embarque de dos en dos, hasta llegar a los catorce embarques. Esta etapa de pruebas fue extenuante, ya que se tenía que revisar que todos los productos salieran en la posición correcta, en un momento dado hubo más de treinta personas revisando que todo saliera como debería de ser. Esto le permitió al programador del PLC hacer los ajustes correspondientes. Al final el sistema arrancó como se había programado en la fase de diseño.

Como se podrán dar cuenta en las fotos siguientes (Fig. 28 hasta Fig. 33 ) se muestra el sistema ya instalado al cien por ciento.





Fig. 28 Área Surtido

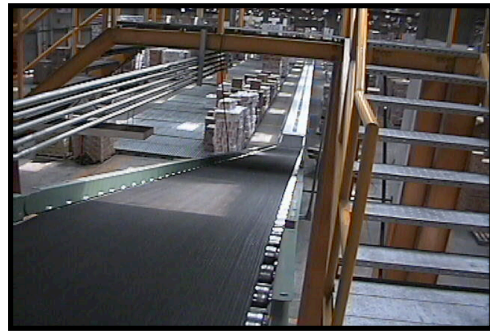


Fig. 29 Área de transporte y entrega a Mezanine



Fig. 30 Área de Clasificado

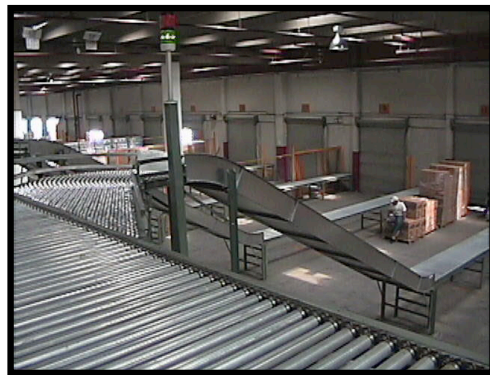


Fig. 31 Área de Revisión y Embarque

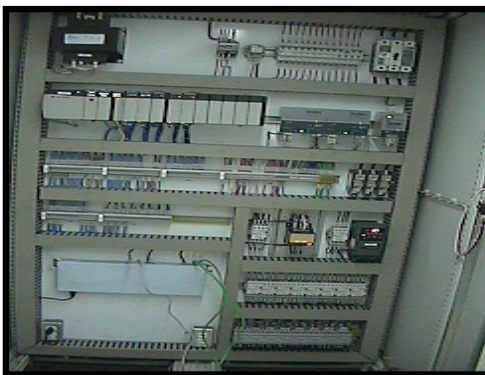


Fig. 32 Gabinete Principal

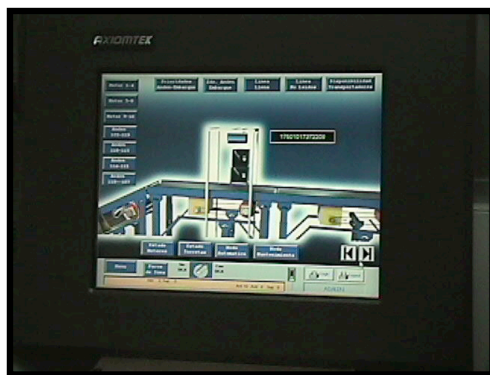


Fig. 33 Pantalla Típica de Operación del sistema de pedidos



## Conclusiones

Referente a los resultados obtenidos del “Proceso de Automatización Logística” presentado en este informe y de acuerdo a mi experiencia profesional puedo concluir lo siguiente:

- El nuevo rediseño del área de surtido de piezas permitió alcanzar a los operarios productividades mucho más altas, incrementando el indicador inicial de 52 ítems/hora por operador hasta 150 ítems/hora por operador, esto se debe a que el tiempo invertido en su mayoría era para colocar productos en los transportadores y no caminando distancias largas como lo hacían en un inicio.
- Así también, el nuevo diseño le permitió al cliente estar preparado para incrementar la diversidad de los productos que el mercado les exigía entregar, de 384 SKUS disponibles en un inicio en el área de surtido hasta 478 SKUS.
- El sistema les ha brindado hasta la fecha, la capacidad de soportar el crecimiento sostenido deseado y a la vez, una mayor productividad por operador, mayor capacidad para desplazar productos por turno, mejora notable en los tiempos de respuesta a los clientes y reducción de las mermas por producto dañado debido a la manipulación del mismo. Al final les brindó clientes más satisfechos con sus productos.
- Como lo había platicado en un principio, la automatización permite reducir los gastos operativos y en este caso en particular, el cliente los vio reflejados en el área de surtido según los factores que menciono a continuación:
  - i. Reducción de la plantilla que labora en el área de surtido, 44% menos de personal.
  - ii. Disminución de los errores humanos ya que su actividad es más enfocada.
  - iii. Reducción de los costos de capacitación gracias a la flexibilidad de operación que el sistema proporciona.
- Debido a la interfaz exitosa entre el WMS y el sistema automático de surtido de pedidos, permite al cliente en tiempo real saber en qué status se encuentra cada pedido de los clientes, desde saber cuántos productos se llevan surtidos, qué productos son los que ya están surtiendo, hasta qué producto falta por surtir y tomar en cuenta productos en tránsito, en pocas palabras darle visibilidad al proceso.
- El entendimiento oportuno de las variables que intervinieron en el proyecto me permitió volver un éxito su automatización. Hasta la fecha los conocimientos básicos adquiridos de sistemas y de base de datos los he podido aplicar en innumerables proyectos que se han seguido presentando a lo largo de mi vida profesional.

- Los conocimientos adquiridos al haber estudiado Ingeniería Mecánica me permitieron gerenciar el proyecto con certeza en las diferentes disciplinas involucradas y tomar las decisiones pertinentes en el tiempo justo.
- El campo de aplicación en el cual me encuentro laborando hasta la actualidad, me ha brindado la oportunidad de desempeñarme en diferentes áreas de la ingeniería como son: Diseño, Manufactura e Industrial.

## **Bibliografía**

- CEMA Application Guide For Unit Handling Conveyor, USA, Published date: 2009, First Edition
- Brochure Horizontal Carousels Automate Storage and Retrieval System, Kardexremstar, B2011-75-11
- Brochure Kardex Remstar Integrated Systems Solutions, USA, Westbrook, ME 04092
- Basic Training Manual # 1, General Conveyor Application, Hytrol Conveyor Co., Inc., 2020 Hytrol Drive, Jonesboro AR 72401, Bulletin Number 337
- Basic Training Manual # 2, Application Information for Sortation Conveyors, Hytrol Conveyor Co., Inc., 2020 Hytrol Drive, Jonesboro AR 72401
- Basic Training Manual No. 3, Hytrol Conveyor Co., Inc., 2020 Hytrol Drive, Jonesboro AR 72401, Bulletin Number 465
- Dan Gilmore, Cliff Holste, Automated Case Picking 2009, The Next Frontier in Distribution Center Management, SupplyChainDigest

## Glosario

**AB:** Allen Bradley.

**Almacén:** División lógica para la agrupación de productos.

**Andén:** Lugar donde realizan las operaciones de carga y descarga de la bodega.

**AS/RS:** Almacenamiento automático y sistema de recuperación.

**AGV:** Vehículo guiado automáticamente.

**CEDIS:** Centro de distribución

**ETHERNET:** Protocolo de comunicación para red de trabajo local con una velocidad de transferencia de datos de 10 M bits/seg.

**GIEICOM\*:** Marca registrada de Grupo Internacional EICOM S.A. de C.V.

**HD:** Horas hombre disponibles.

**HMI:** Interfaz hombre máquina.

**NSP:** Número de surtidores promedio.

**PC:** Computadora Personal.

**PDT:** Productos desplazados por turno.

**Picking:** Área de surtido de cajas en cantidades menores a una tarima de producto.

**PLC:** Controlador Lógico Programable

**PS:** Productividad de Surtido.

**RF:** Radiofrecuencia.

**SKU:** (Stock Keeping Unit) o identificador único del producto.

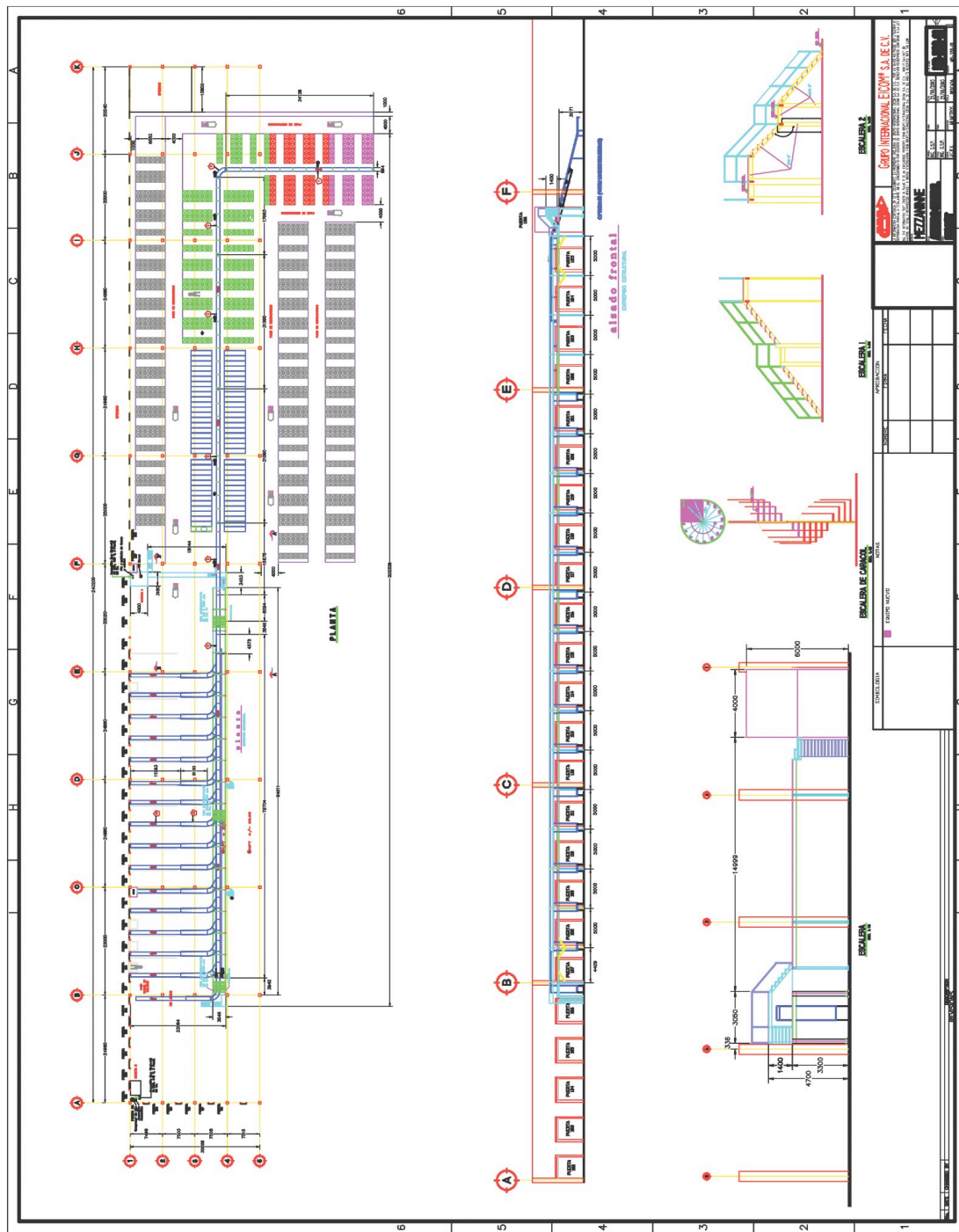
**Surtido:** Operador a cargo de tomar producto para un pedido de un cliente.

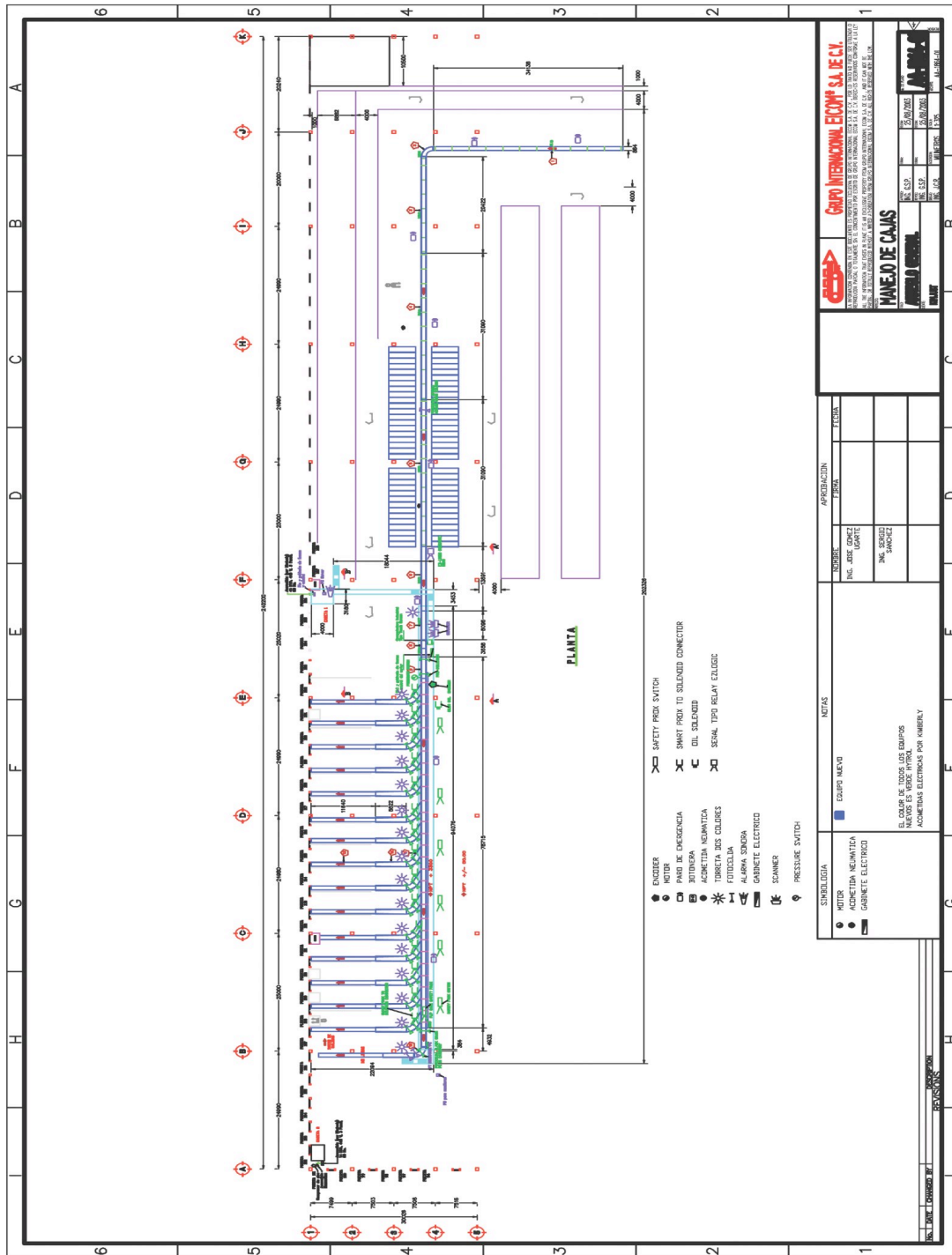
**WMS:** Warehouse Management System o Sistema de administración de almacén.

# Anexos

## Anexo 1

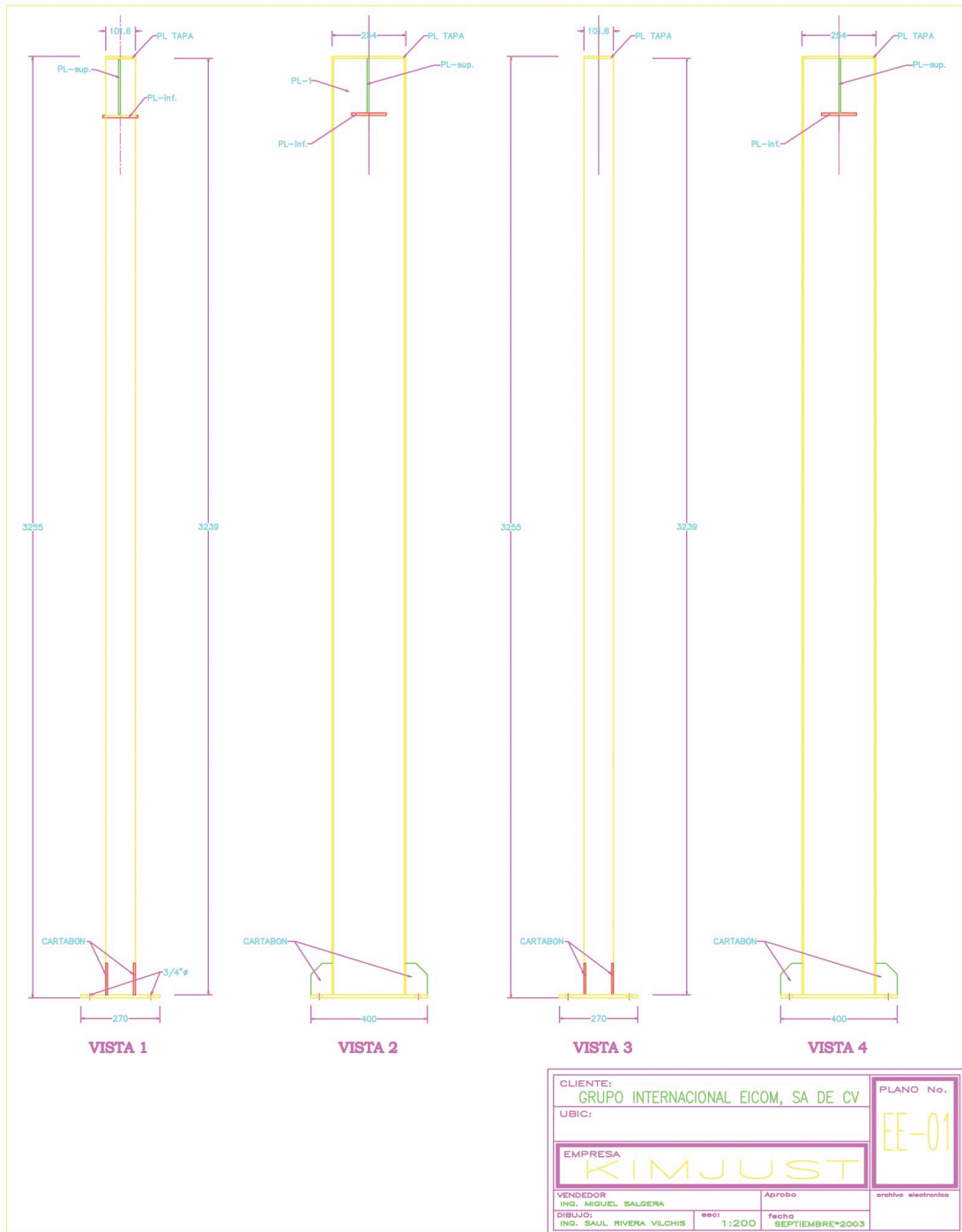
Documentos de Ingeniería de detalle mecánica

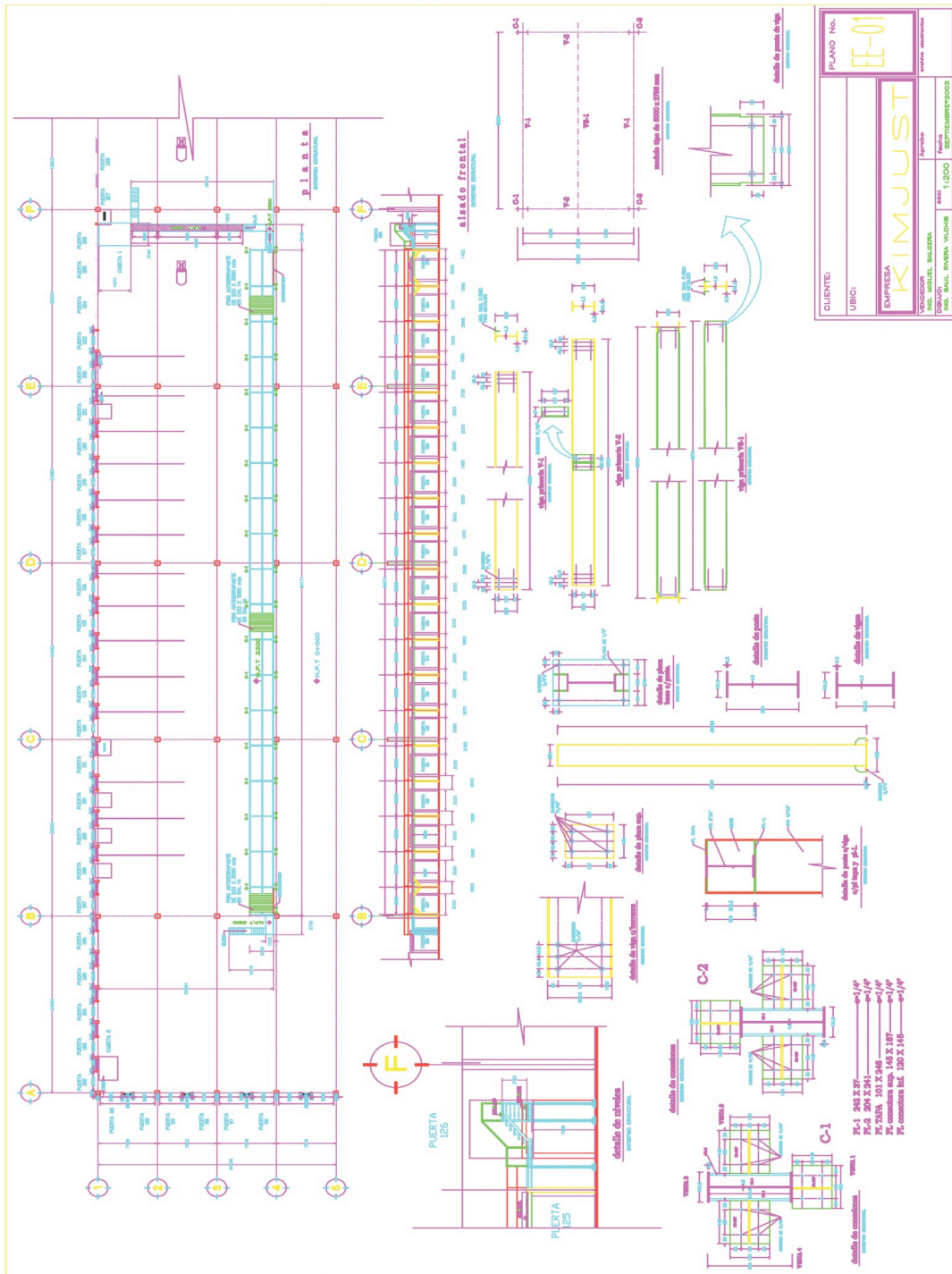






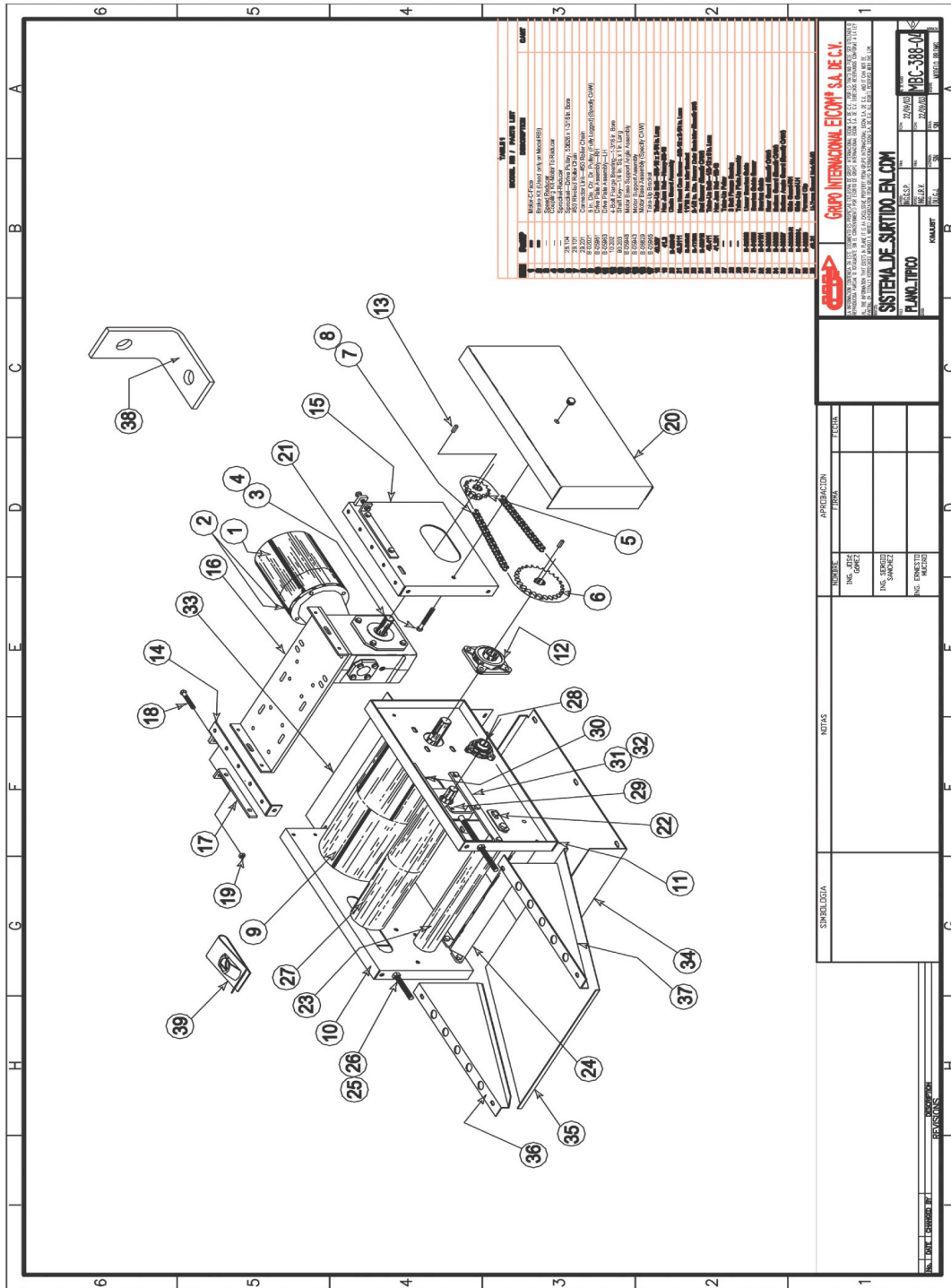






CLIENTE:	PLANO No. <b>EE-01</b>
UBIC:	EMPRESA <b>KIMJUST</b>
PROYECTISTA:	VENEDICOR
PROYECTO:	VENEDICOR INDUSTRIAL SUDERIA
PROYECTADO POR:	ING. RAUL RIVERA VILLALBA
ESCALA:	1:200
FECHA:	07/11/2018





ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	MOTOR DE 1/2 HP	1	PC
2	SHAFT	1	PC
3	BEAM	1	PC
4	BEAM	1	PC
5	BEAM	1	PC
6	GEAR	1	PC
7	GEAR	1	PC
8	GEAR	1	PC
9	BEAM	1	PC
10	BEAM	1	PC
11	GEAR	1	PC
12	SHAFT	1	PC
13	GEAR	1	PC
14	BEAM	1	PC
15	GEAR	1	PC
16	GEAR	1	PC
17	MOTOR	1	PC
18	GEAR	1	PC
19	BEAM	1	PC
20	GEAR	1	PC
21	BEAM	1	PC
22	BEAM	1	PC
23	BEAM	1	PC
24	BEAM	1	PC
25	BEAM	1	PC
26	BEAM	1	PC
27	BEAM	1	PC
28	BEAM	1	PC
29	BEAM	1	PC
30	BEAM	1	PC
31	BEAM	1	PC
32	BEAM	1	PC
33	BEAM	1	PC
34	BEAM	1	PC
35	BEAM	1	PC
36	BEAM	1	PC
37	BEAM	1	PC
38	BEAM	1	PC
39	BEAM	1	PC

**GRUPO INTERNACIONAL ECOM S.A. DE C.V.**

**SISTEMA DE SURTIDO EN COM**

**PLANO TIPO**

REVISOR: **MBG-388-01**

PROYECTISTA: **MBG**

VERIFICADOR: **MBG**

APROBADO: **MBG**

FECHA: **15/04/2014**

ESCALA: **1:1**

PROYECTO: **MBG-388-01**

OPERA: **MBG**

APROBACION		REVISOR	
TIPO	FECHA	TIPO	FECHA

NOTAS:

SIMBOLOGIA:

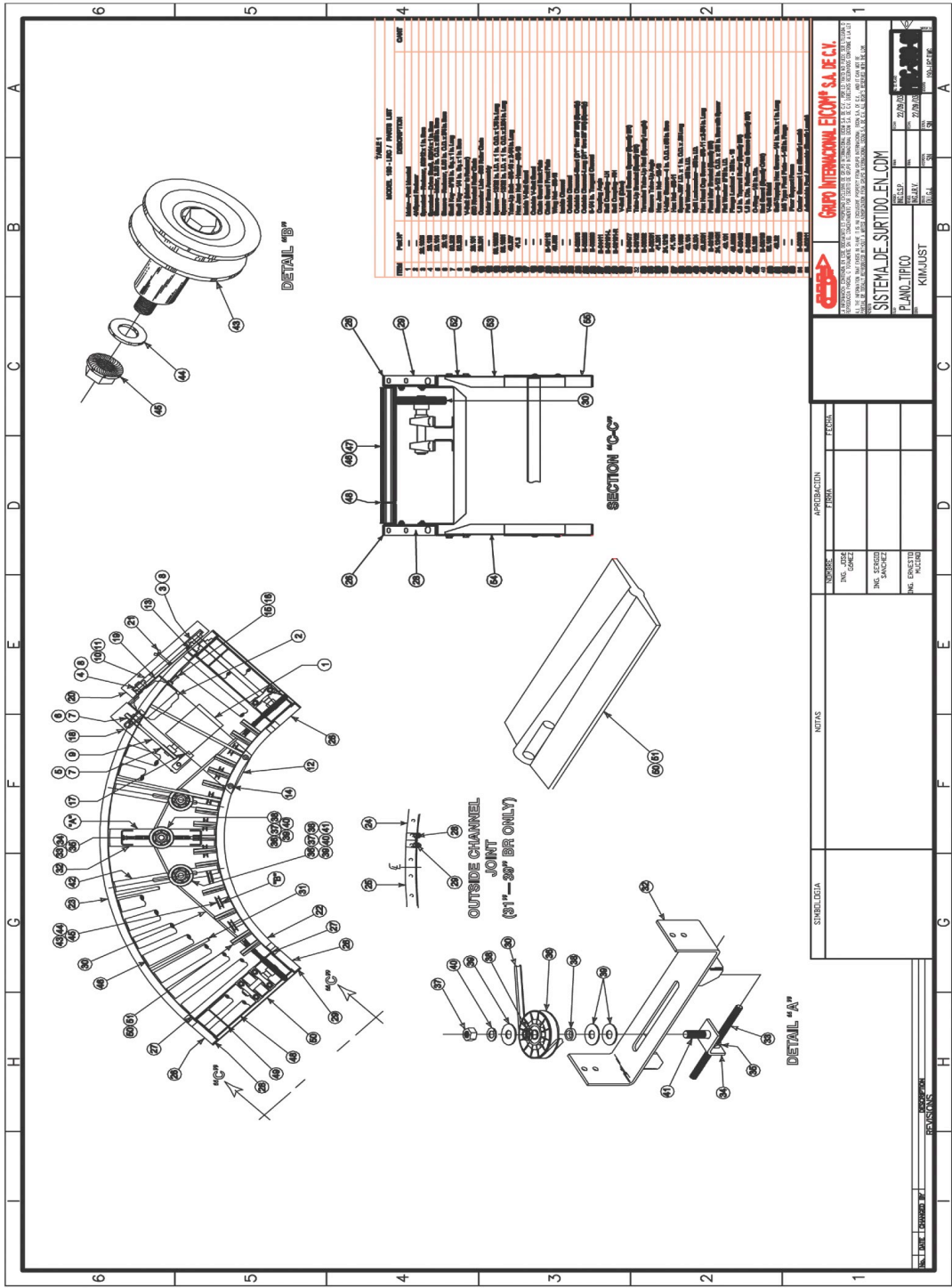
ING. CARLOS...

ING. SERGIO...

ING. ENRIQUE...

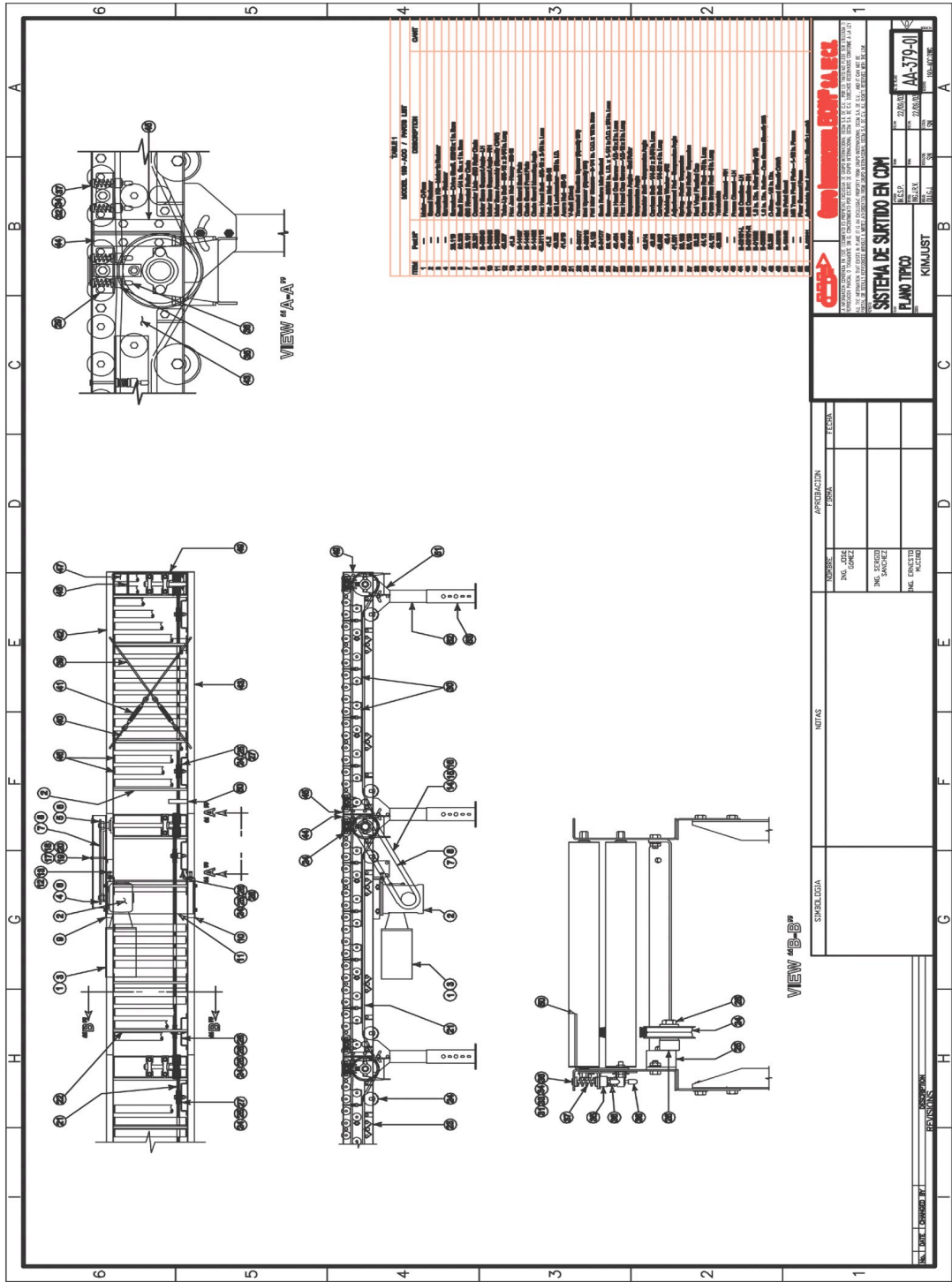
ING. DONALD...

REVISIONES:



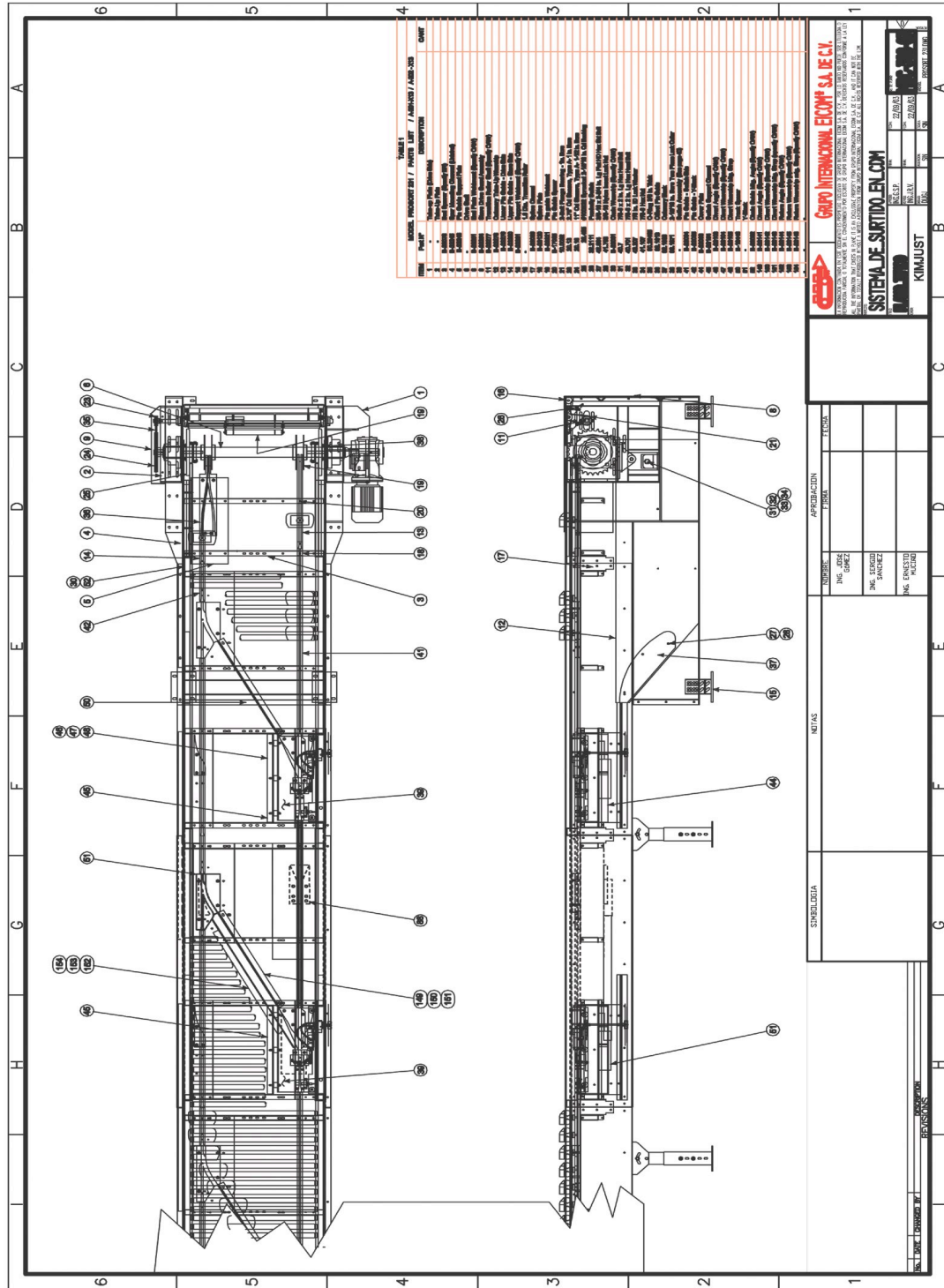












TABLET / PARTS LIST / ABRIBOS / ABRIBOS

ITEM	QUANTITY	DESCRIPTION	UNIT
1	1	Motor 1/2 HP (3000 RPM)	UNIT
2	1	Shaft 1/2" Dia x 12" Long	UNIT
3	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
4	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
5	1	Shaft 3/4" Dia x 12" Long	UNIT
6	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
7	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
8	1	Shaft 1/2" Dia x 12" Long	UNIT
9	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
10	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
11	1	Shaft 3/4" Dia x 12" Long	UNIT
12	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
13	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
14	1	Shaft 1/2" Dia x 12" Long	UNIT
15	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
16	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
17	1	Shaft 3/4" Dia x 12" Long	UNIT
18	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
19	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
20	1	Shaft 1/2" Dia x 12" Long	UNIT
21	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
22	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
23	1	Shaft 3/4" Dia x 12" Long	UNIT
24	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
25	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
26	1	Shaft 1/2" Dia x 12" Long	UNIT
27	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
28	1	Gear 4" Pitch Dia x 12" Long	UNIT
29	1	Shaft 3/4" Dia x 12" Long	UNIT
30	1	Gear 2" Pitch Dia x 12" Long	UNIT

**GRUPO INTERCOMUNICACION S.A. DE C.V.**  
**SISTEMA DE SURTIDO EN COM.**

ING. JOSÉ GOMEZ  
 ING. EDUARDO JARAMILLO  
 ING. ENRIQUE FLORES

APROBACION PERSONA  
 FECHA

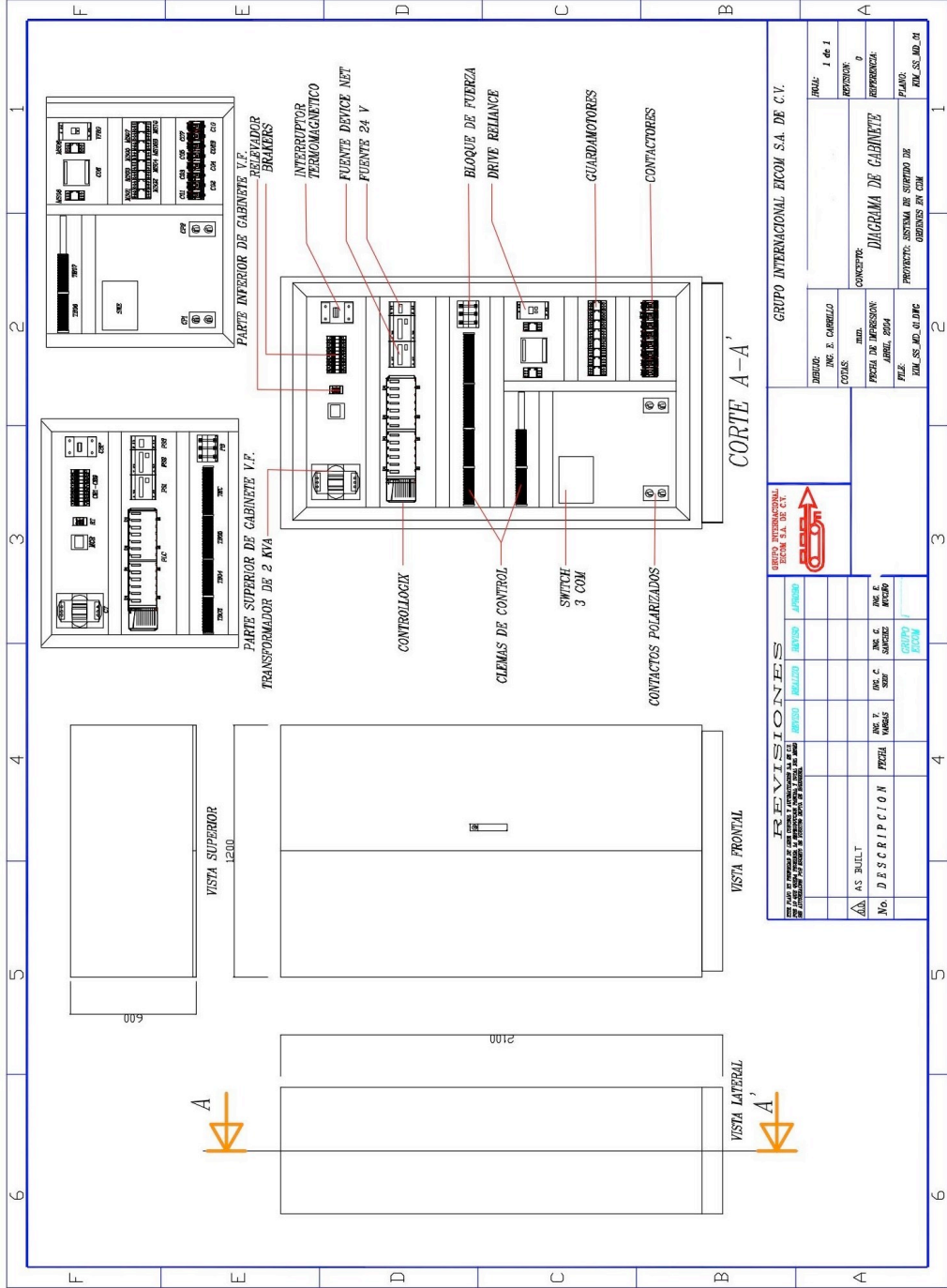
NOTAS

SYMBOLS

ING. DR. EDUARDO M. REYES

## Anexo 2

Documentos de Ingeniería de detalle eléctrica, control y sistemas.



**REVISIONES**

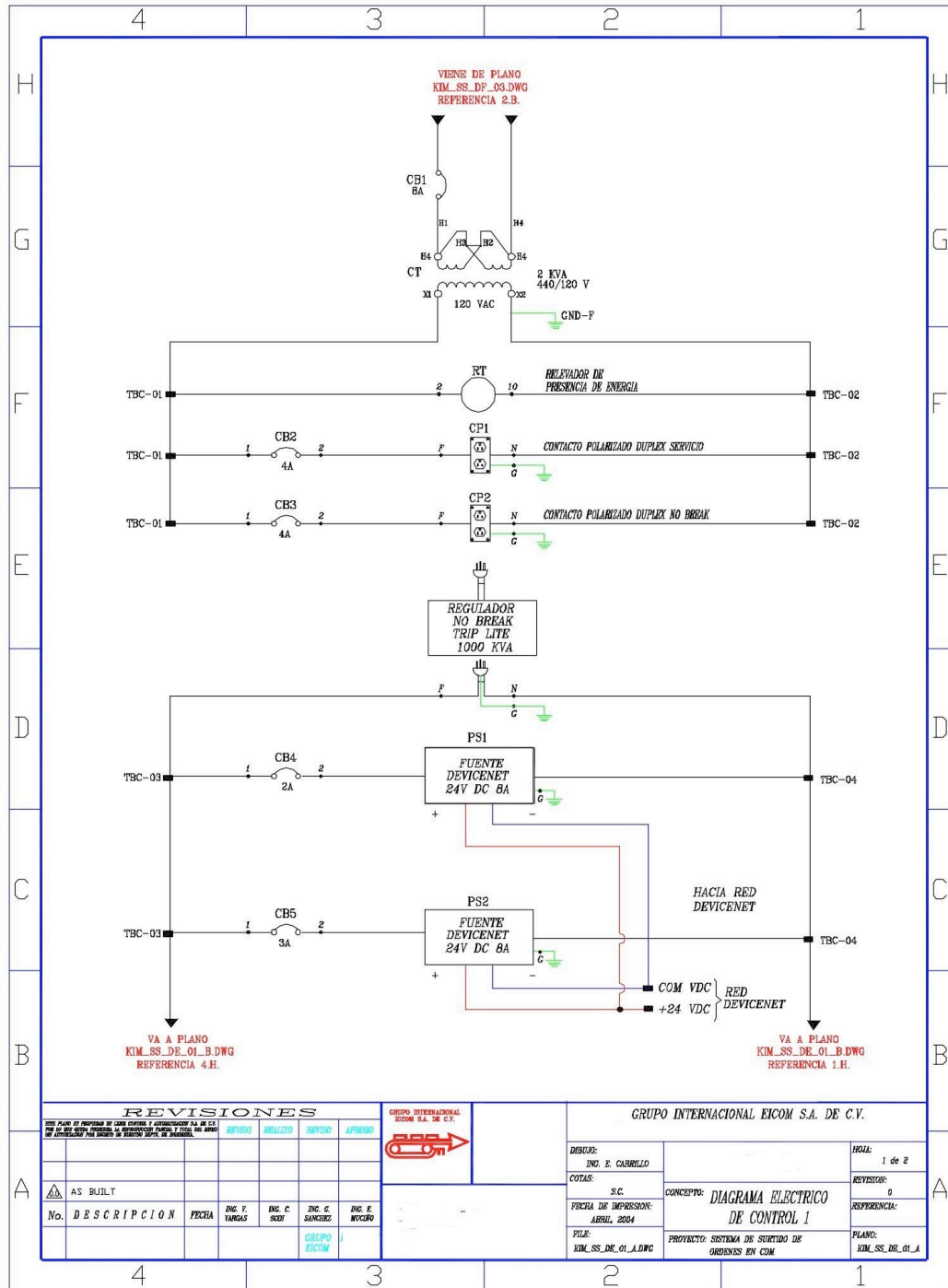
GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.

No.	DESCRIPCION	FECHA	ING. T. SANCHEZ	ING. C. SANCHEZ	ING. E. MORALES

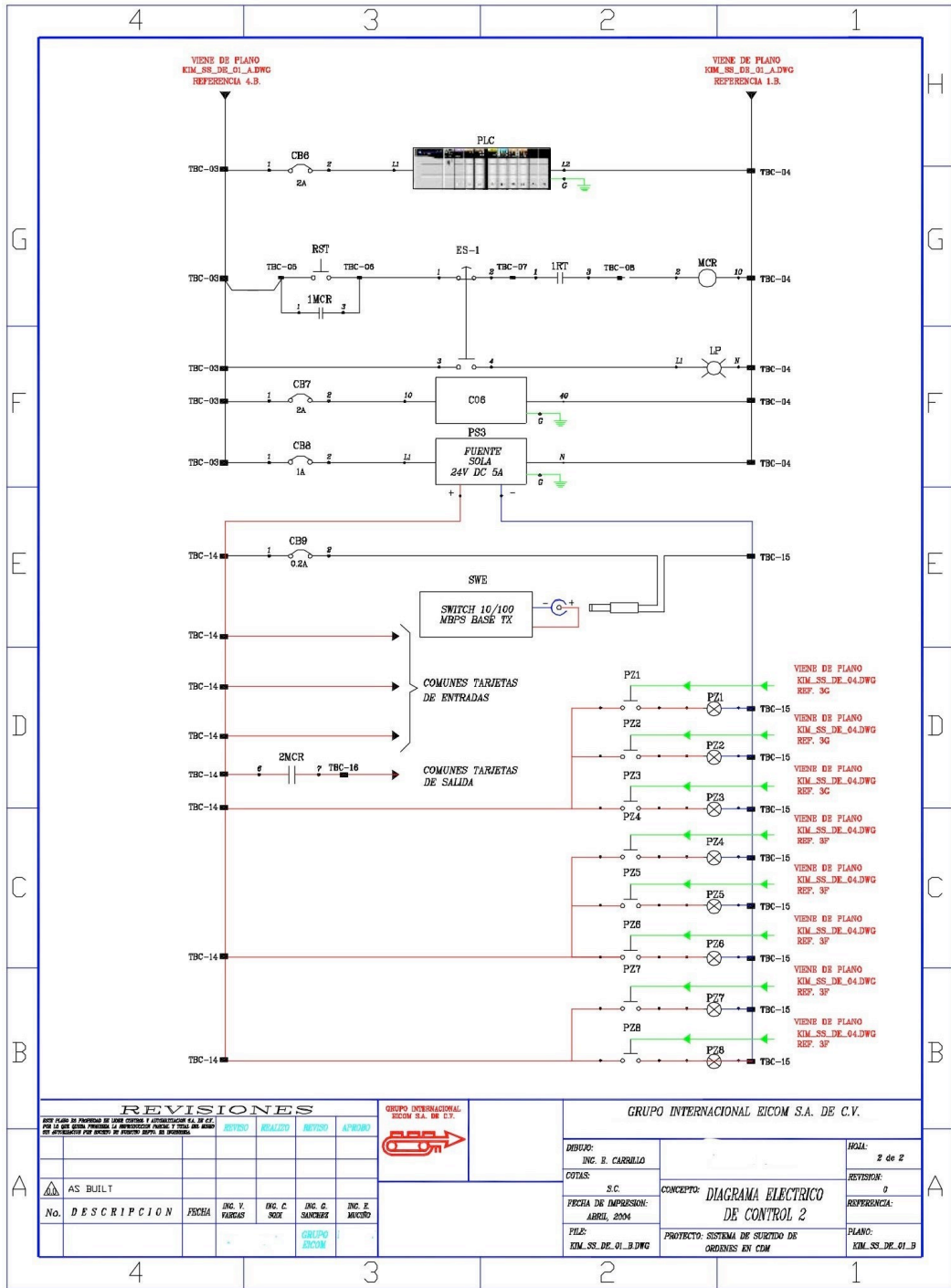
**GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.**

REVISOR:	ING. E. CARRELL	FECHA:	1 de 1
COTAS:		REVISOR:	
CONCEPTO:	DIAGRAMA DE GABINETE	REFERENCIAL:	
PROYECTO:	SISTEMA DE SUBSIDIO DE CARRIOS EN COM.	PLANO:	IND. SS. MD. 01
FECHA DE IMPRESION:	ABRIL 2004		
FILE:	IND. SS. MD. 01.IMP		











































REVISIONES					GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.	GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.			
No.	DESCRIPCION	FECHA	ING. F. VARGAS	ING. C. SOTO		ING. G. SANCHEZ	ING. E. RIVERA	FECHA DE IMPRESION:	CONCEPTO:
AS BUILT								DIAGRAMA ELECTRICO DE CONTROL 1	
							ABRIL 2004	PROYECTO: SISTEMA DE SURTIDO DE ORDENES EN COM	



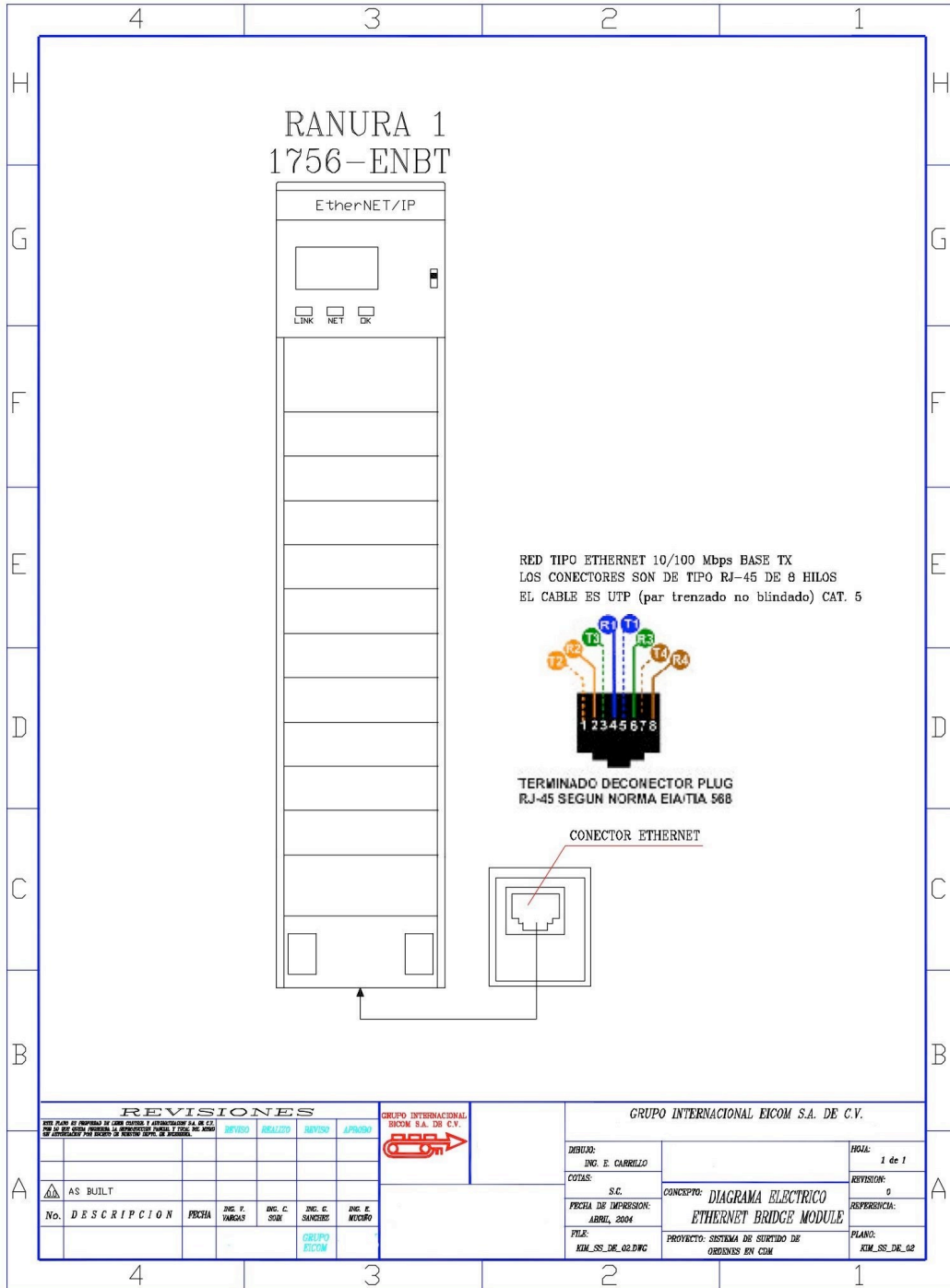
REVISIONES				
No.	DESCRIPCION	FECHA	ING. Y TAREAS	ING. C. SUCESOS
1	AS BUILT			

GRUPO INTERNACIONAL RICOM S.A. DE C.V.

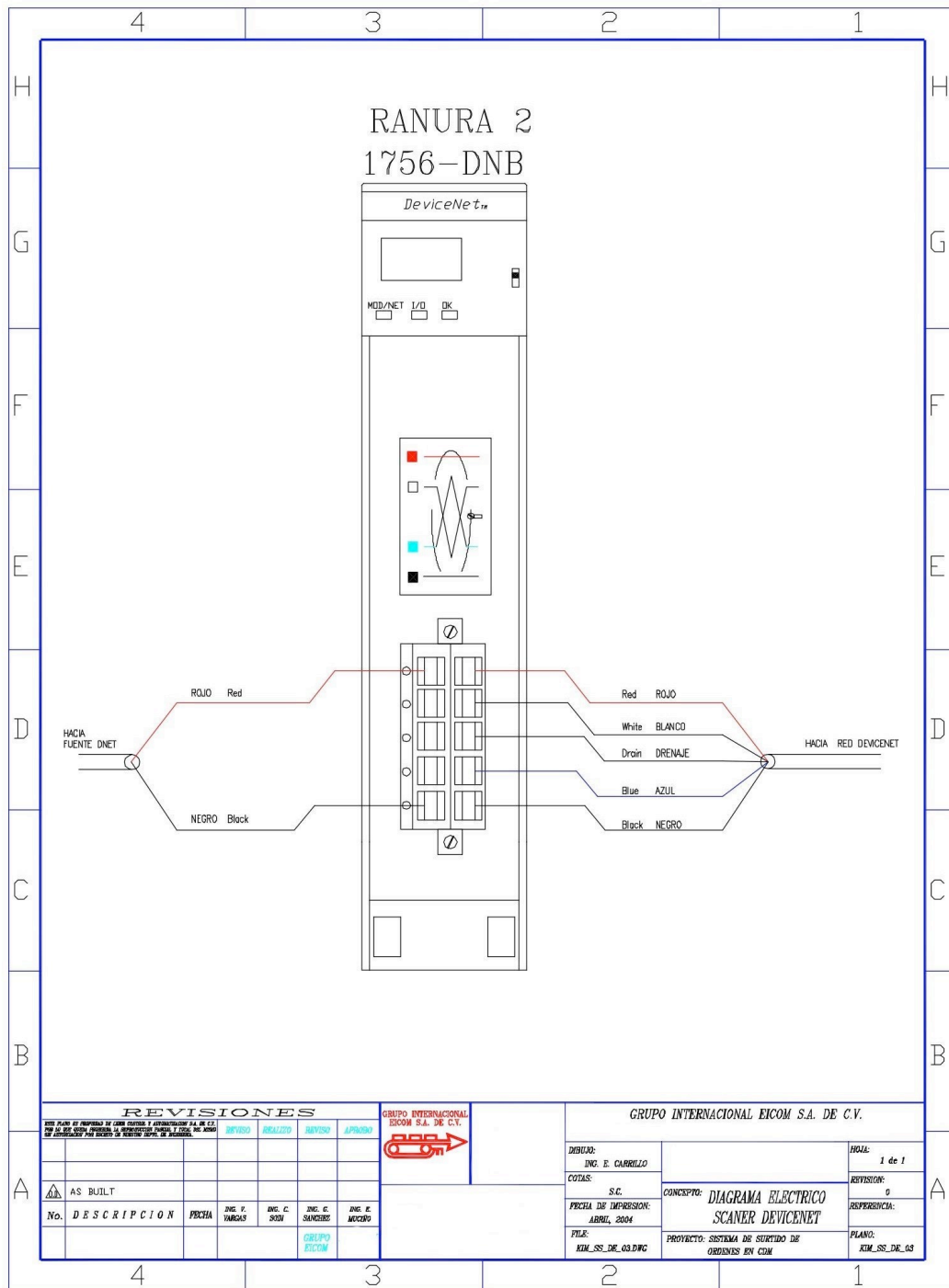
GRUPO INTERNACIONAL RICOM S.A. DE C.V.	
DISEÑO: ING. E. CARRILLO	MAQUETA: 2 de 2
COTAS: S.C.	REVISIONES: 0
FECHA DE IMPRESION: ABRIL, 2004	REFERENCIA: DIAGRAMA ELECTRICO DE CONTROL 2
FILE: KIM_SS_DE_01_B.DWG	PLANO: PROYECTO: SISTEMA DE SUERTEO DE ORDENES EN CDM

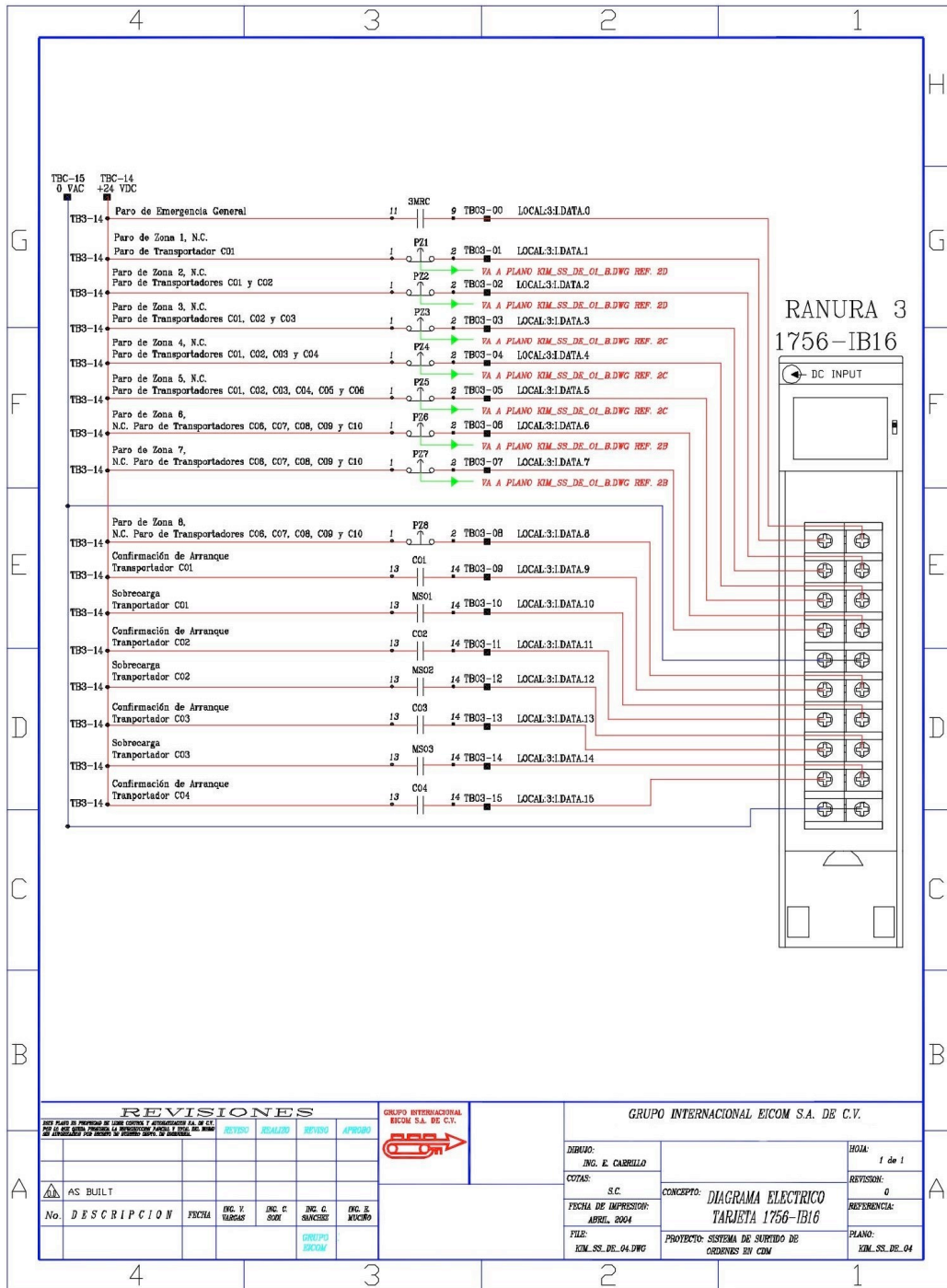
	4	3	2	1																							
H	<b>SIMBOLOGIA</b>																										
G	 PARO DE EMERGENCIA  BOTON PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO  LAMPARA  RELEVADOR  CONTACTO POLARIZADO  CLEMA  SELECTOR CON LLAVE  SOLENOIDE  TIERRA DE INSTRUMENTOS  INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO  CONEXION  CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO  CONTACTO NORMALMENTE CERRADO  LAMPARA FLUORESCENTE  VENTILADOR EXTRACTOR  TR1- TRANSFORMADOR 440/120VAC-2 KVA  BOTON PULSADOR NORMALMENTE CERRADO  RTD	 SWITCH NORMALMENTE ABIERTO  SWITCH DE PRESION NORMALMENTE ABIERTO  SWITCH DE PRESION NORMALMENTE CERRADO  SWITCH DE NIVEL NORMALMENTE ABIERTO  SWITCH DE FLUJO NORMALMENTE CERRADO  SOLENOIDE  VALVULA DE MARIPOSA CON ACTUADOR  BOTON PULSADOR TIPO HONGO NORMALMENTE ABIERTO  BOTON PULSADOR TIPO HONGO NORMALMENTE CERRADO  RP1 REDUNDAN POWER SUPPLY 1  RP2 REDUNDAN POWER SUPPLY 2  TIERRA DE FUERZA  PLC ControlLogix  BLOQUE MULTICONTACTOS  IMPRESORA  SEÑAL NEUMATICA  ALARMA SONORA	<table border="1"> <tr><td>TCL</td><td>TOWER GREEN LIGHT</td></tr> <tr><td>TAL</td><td>TOWER AMBER LIGHT</td></tr> <tr><td>TWL</td><td>TOWER WHITE LIGHT</td></tr> <tr><td>TRL</td><td>TOWER RED LIGHT</td></tr> <tr><td>TSM</td><td>TOWER SOUND MODULE</td></tr> <tr><td>CCF</td><td>CAJA DE CLEMAS EN CAMPO DE FUERZA</td></tr> <tr><td>CCD</td><td>CAJA DE CLEMAS EN CAMPO SEÑALES DIGITALES</td></tr> <tr><td>CCA</td><td>CAJA DE CLEMAS EN CAMPO SEÑALES ANALOGICAS</td></tr> </table>	TCL	TOWER GREEN LIGHT	TAL	TOWER AMBER LIGHT	TWL	TOWER WHITE LIGHT	TRL	TOWER RED LIGHT	TSM	TOWER SOUND MODULE	CCF	CAJA DE CLEMAS EN CAMPO DE FUERZA	CCD	CAJA DE CLEMAS EN CAMPO SEÑALES DIGITALES	CCA	CAJA DE CLEMAS EN CAMPO SEÑALES ANALOGICAS	H							
TCL	TOWER GREEN LIGHT																										
TAL	TOWER AMBER LIGHT																										
TWL	TOWER WHITE LIGHT																										
TRL	TOWER RED LIGHT																										
TSM	TOWER SOUND MODULE																										
CCF	CAJA DE CLEMAS EN CAMPO DE FUERZA																										
CCD	CAJA DE CLEMAS EN CAMPO SEÑALES DIGITALES																										
CCA	CAJA DE CLEMAS EN CAMPO SEÑALES ANALOGICAS																										
F				F																							
E				E																							
D				D																							
C				C																							
B				B																							
A	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">REVISIONES</th> <th>GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.</th> </tr> <tr> <th>No.</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>FECHA</th> <th>ING. F. VALGAS</th> <th>ING. C. SOU</th> <th>ING. G. SANCHEZ</th> <th>ING. E. ACEVEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AS BUILT</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		REVISIONES					GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.	No.	DESCRIPCION	FECHA	ING. F. VALGAS	ING. C. SOU	ING. G. SANCHEZ	ING. E. ACEVEDO	AS BUILT							<table border="1"> <tr> <td> <b>GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.</b>   </td> <td> <b>GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.</b>            DISEÑO: ING. E. CABRILLO            COTAS: S.C.            FECHA DE IMPRESION: ABRIL, 2004            FILE: EIM_SS_DE_01_C.DWG         </td> <td>           HORA: 3 de 3            REVISION: 0            REFERENCIA:  <b>SIMBOLOGIA</b>            PROYECTO: SISTEMA DE SURTIDO DE CORRIENTES EN COM         </td> </tr> </table>	<b>GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.</b> 	<b>GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.</b> DISEÑO: ING. E. CABRILLO COTAS: S.C. FECHA DE IMPRESION: ABRIL, 2004 FILE: EIM_SS_DE_01_C.DWG	HORA: 3 de 3 REVISION: 0 REFERENCIA: <b>SIMBOLOGIA</b> PROYECTO: SISTEMA DE SURTIDO DE CORRIENTES EN COM	A
REVISIONES					GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.																						
No.	DESCRIPCION	FECHA	ING. F. VALGAS	ING. C. SOU	ING. G. SANCHEZ	ING. E. ACEVEDO																					
AS BUILT																											
<b>GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.</b> 	<b>GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.</b> DISEÑO: ING. E. CABRILLO COTAS: S.C. FECHA DE IMPRESION: ABRIL, 2004 FILE: EIM_SS_DE_01_C.DWG	HORA: 3 de 3 REVISION: 0 REFERENCIA: <b>SIMBOLOGIA</b> PROYECTO: SISTEMA DE SURTIDO DE CORRIENTES EN COM																									
	4	3	2	1																							

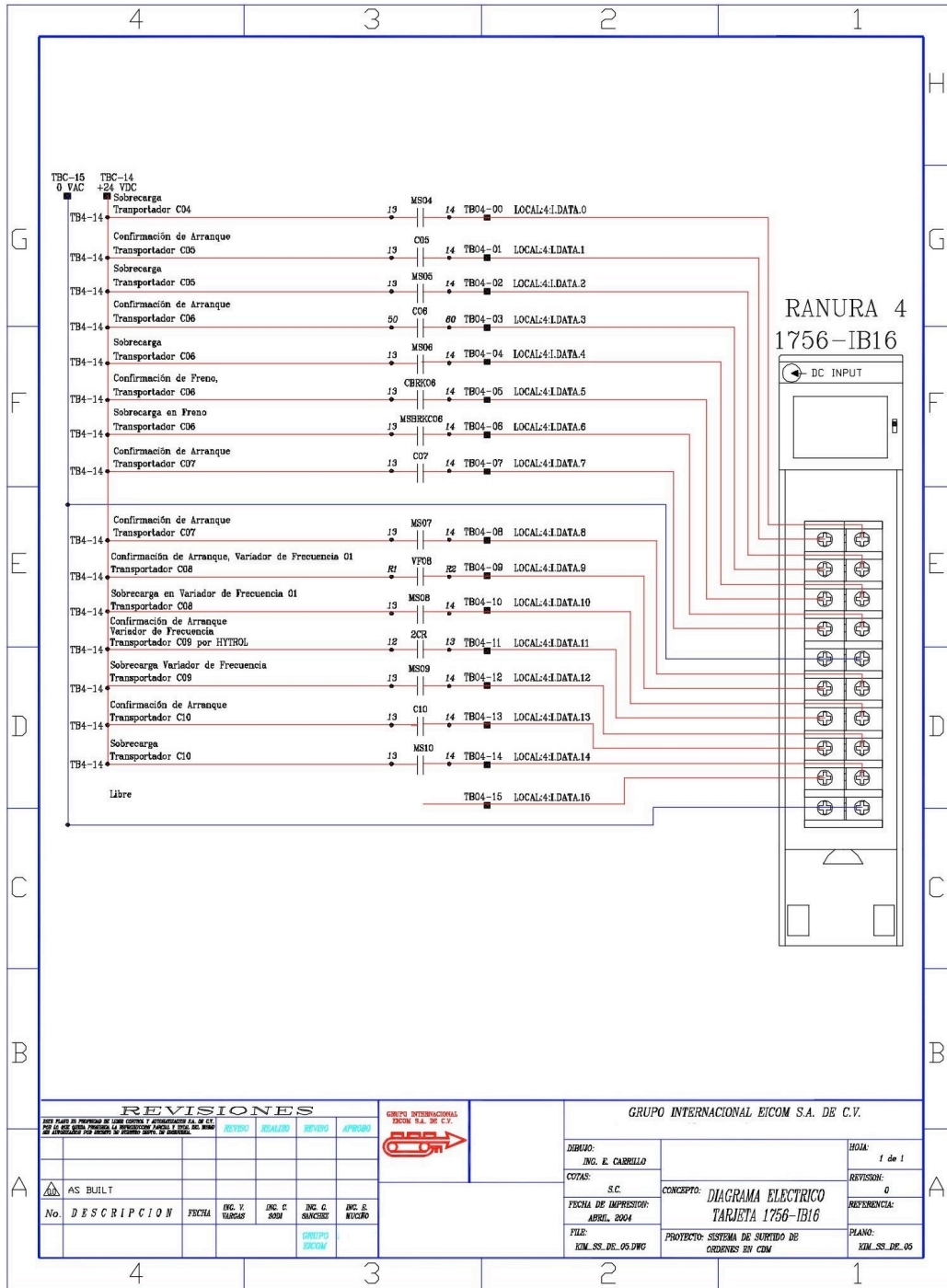


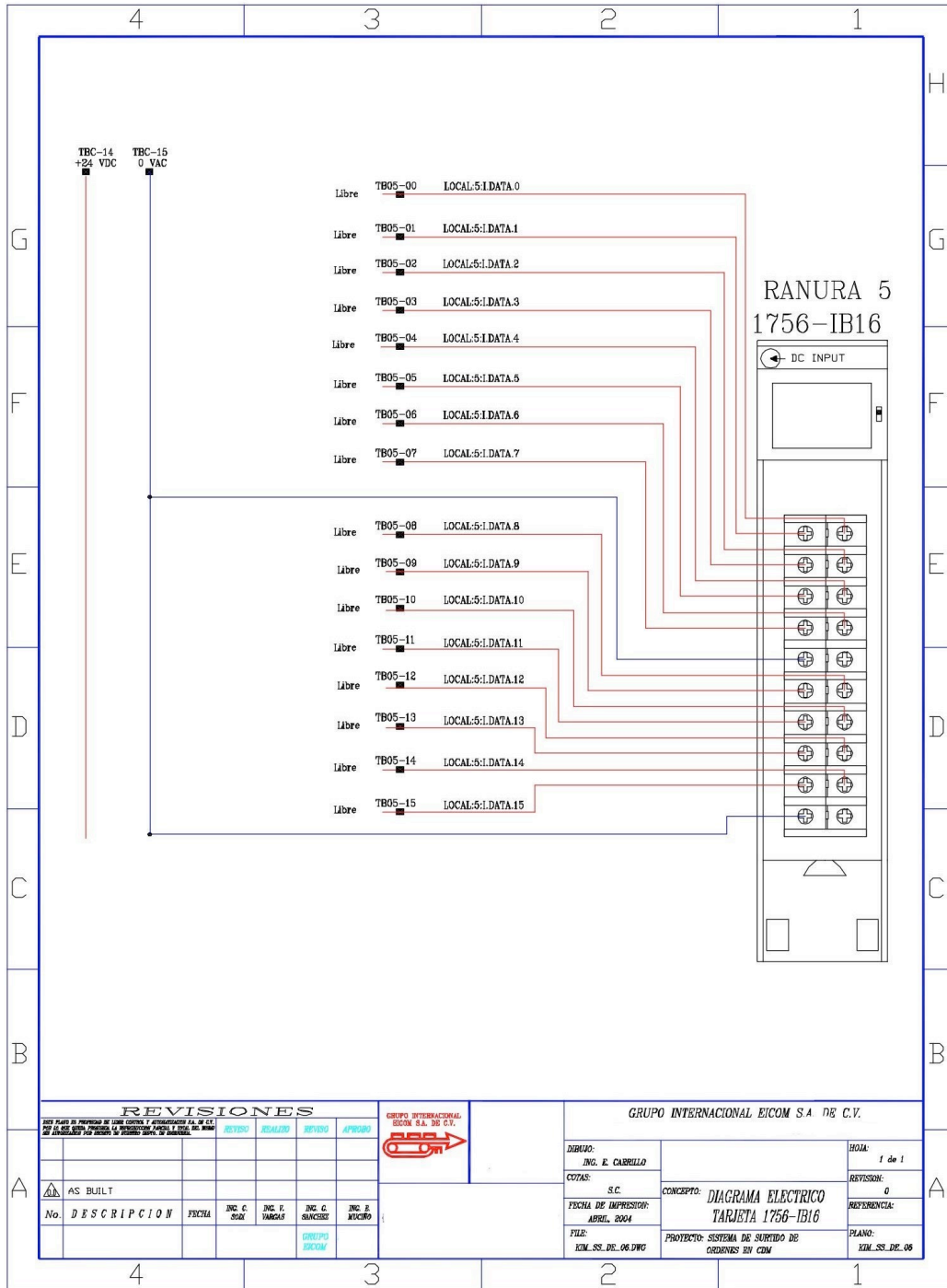








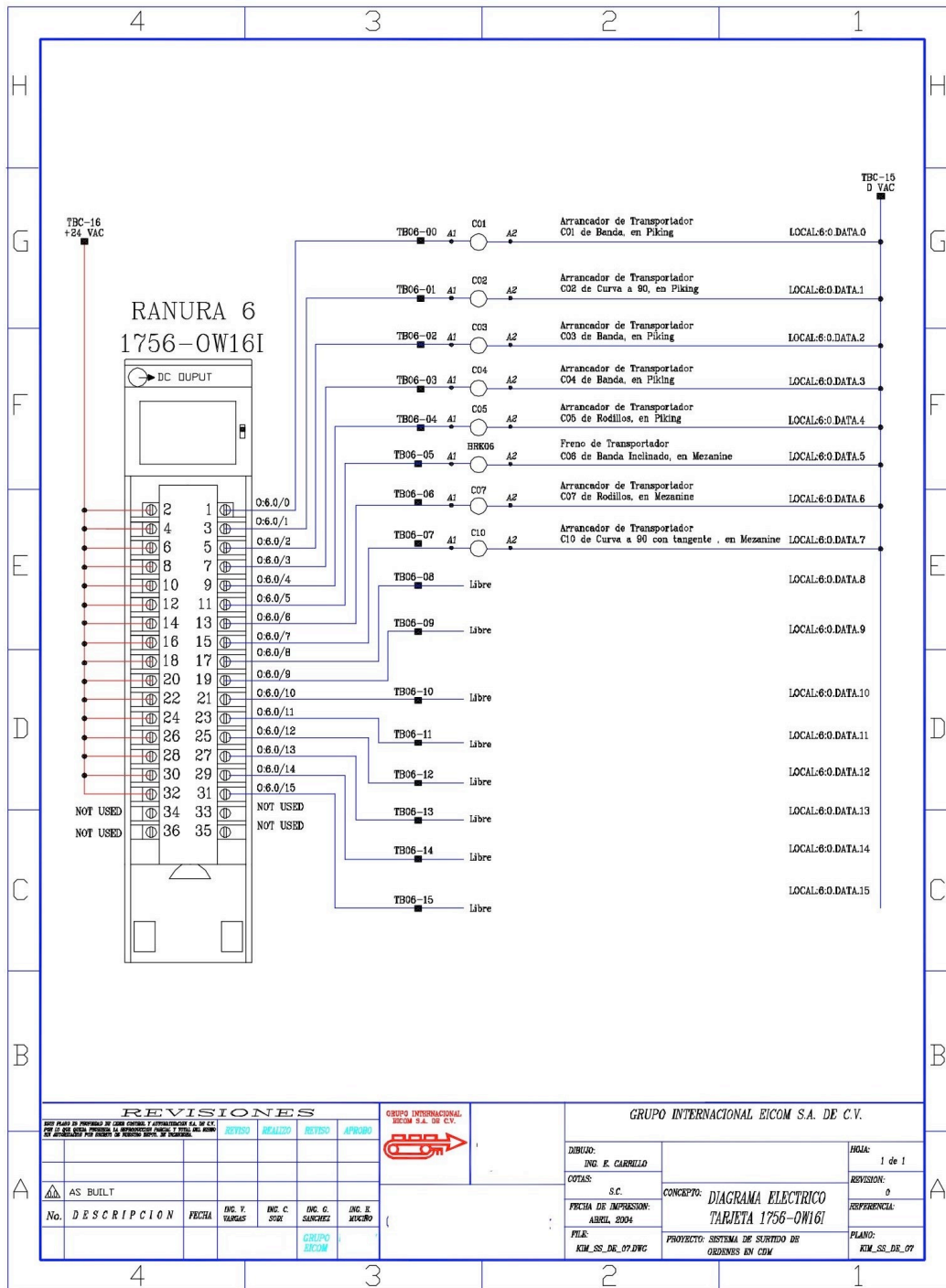




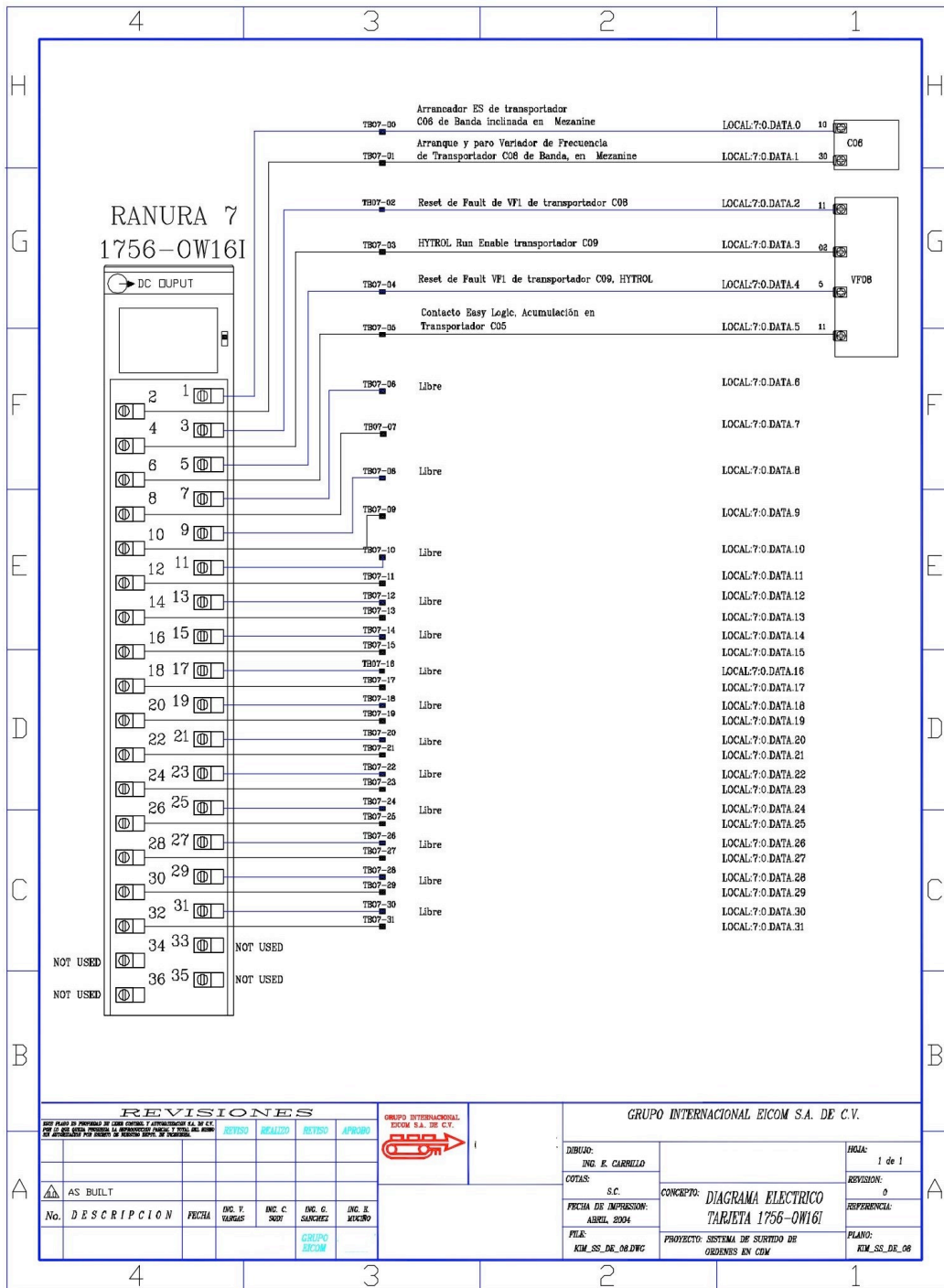
REVISIONES						GRUPO INTERNACIONAL ECOM S.A. DE C.V.		GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.			
<small>ESTE PLAN DE PROYECTO DE LINEA CONECTA Y APROXIMACIONES S.A. DE C.V. PARA SU USO COMO PROYECTO DE REFERENCIA. PARA EL USO DE OTROS PLANOS DE PROYECTO DE LINEA CONECTA Y APROXIMACIONES S.A. DE C.V. SE DEBE CONSULTAR CON EL DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE LINEA CONECTA Y APROXIMACIONES S.A. DE C.V.</small>						REVISOR	REALIZADO	REVISOR	APROBADO		
AS BUILT											
No.	DESCRIPCION	FECHA	ING. C. SOLI	ING. V. VARGAS	ING. G. RAMOS	ING. E. BUCARDO	GRUPO EICOM				

DEBIDO:	ING. E. CARRELLO		HUJA:	1 de 1
COTAS:	S.C.		REVISION:	0
FECHA DE IMPRESION:	ABRIL, 2004		REFERENCIAL:	
FILE:	KIM_SS_DE_06.DWG		PROYECTO:	SISTEMA DE SURTIDO DE CREDITOS EN CDM
			PLANO:	KIM_SS_DE_06

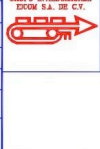






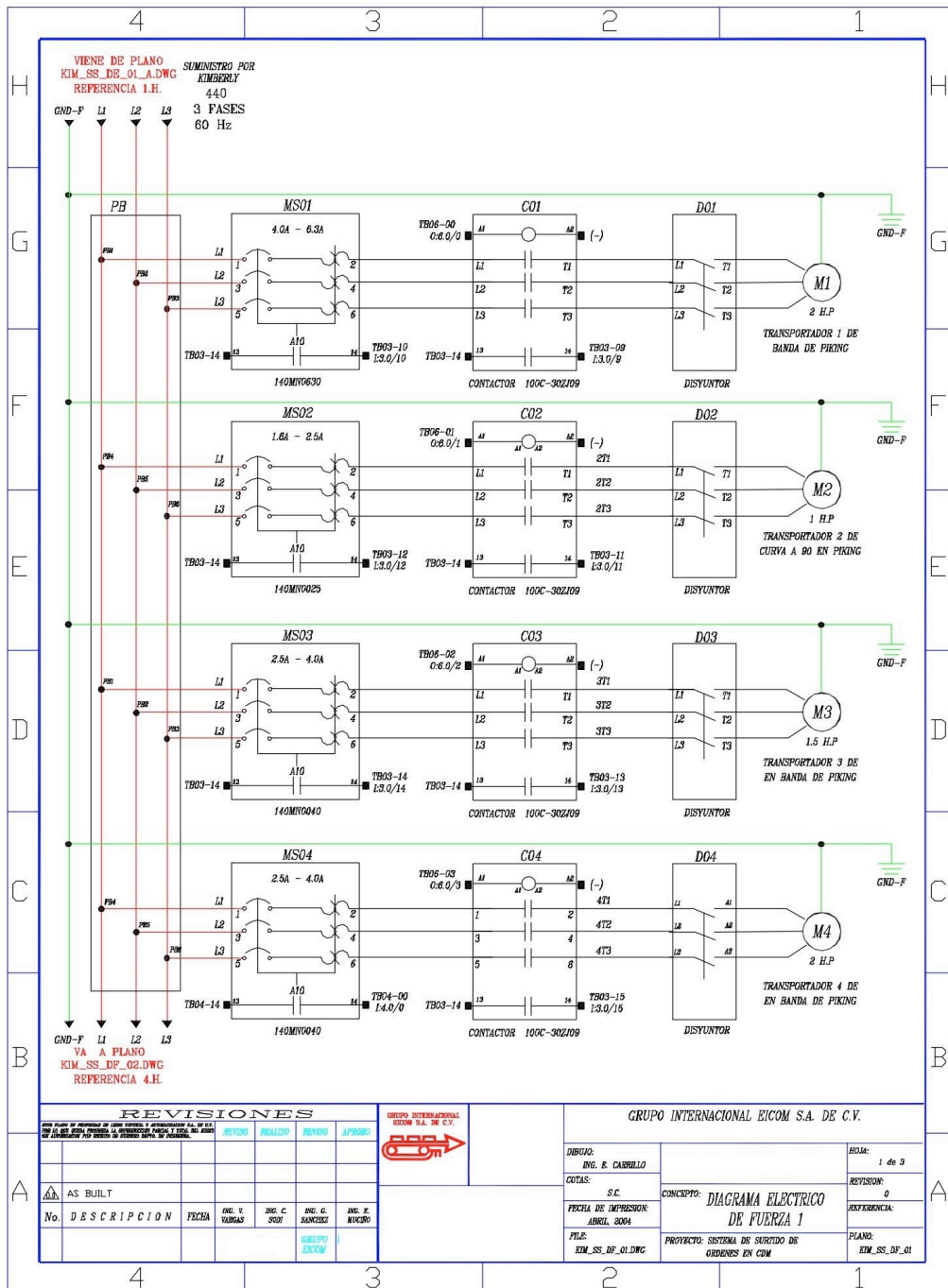
**REVISIONES**

ESTE PLANO DE PROYECTO DE CONSTRUCCION Y EJECUCION ES DE PROPIEDAD DE GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. ESTE PLANO NO DEBE SER REPRODUCIDO NI COPIADO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.				
REVISO	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	



GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.		
DIBUJO: ING. E. CARRILLO		HOLA: 1 de 1
COTAS: S.C.	CONCEPTO: <b>DIAGRAMA ELECTRICO TARJETA 1756-0W16I</b>	REVISION: 0
FECHA DE IMPRESION: ABRIL 2004		REFERENCIAL:
PLA: KIM_SS_DE_04.DWG	PROYECTO: SISTEMA DE SURTIDO DE ORDENES EN COM	PLANO: KIM_SS_DE_04





**REVISIONES**

Este plano se autoriza de como correcto y aprobado en su totalidad por el Ing. E. Carrillo, Gerente General de EICOM S.A. de C.V. para su uso en el proyecto de construcción de la planta de procesamiento de azúcar en el sitio de construcción por medio de terceros según se detallan.

No.	DESCRIPCION	FECHA	ING. V. VARGAS	ING. C. SOTO	ING. G. SANCHEZ	ING. E. CARRILLO
1	AS BUILT					

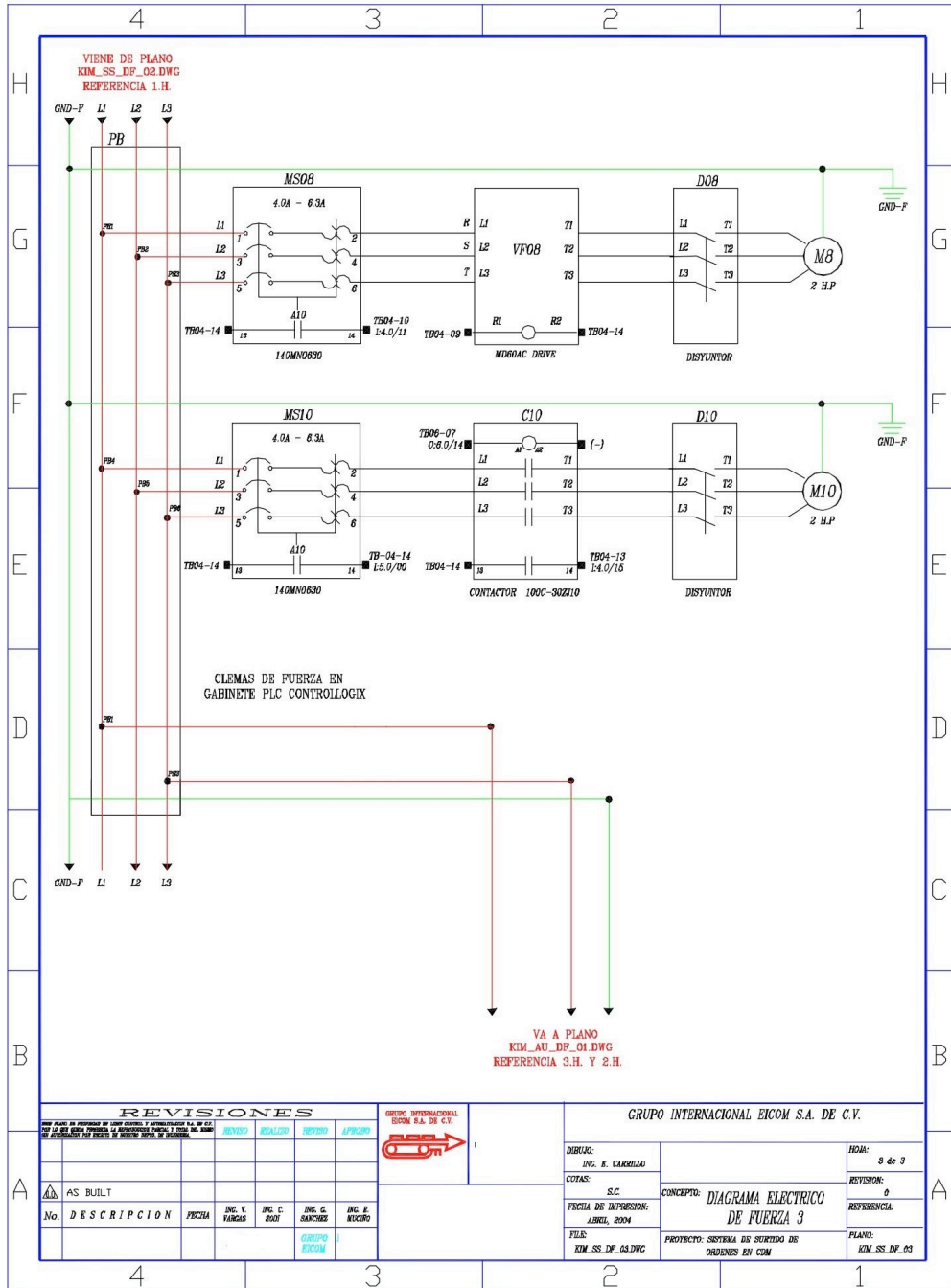
GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.



GRUPO INTERNACIONAL EICOM S.A. DE C.V.

DIBUJO: ING. E. CARRILLO		FOLIO: 1 de 3
CUTAS: S.C.	CONCEPTO: <b>DIAGRAMA ELECTRICO DE FUERZA 1</b>	REVISION: 0
FECHA DE IMPRESION: ABRIL, 2004		REFERENCIA:
FILE: KIM_SS_DF_01.DWG	PROYECTO: SISTEMA DE SURTIDO DE GASENEROS EN COM	PLANO: KIM_SS_DF_01



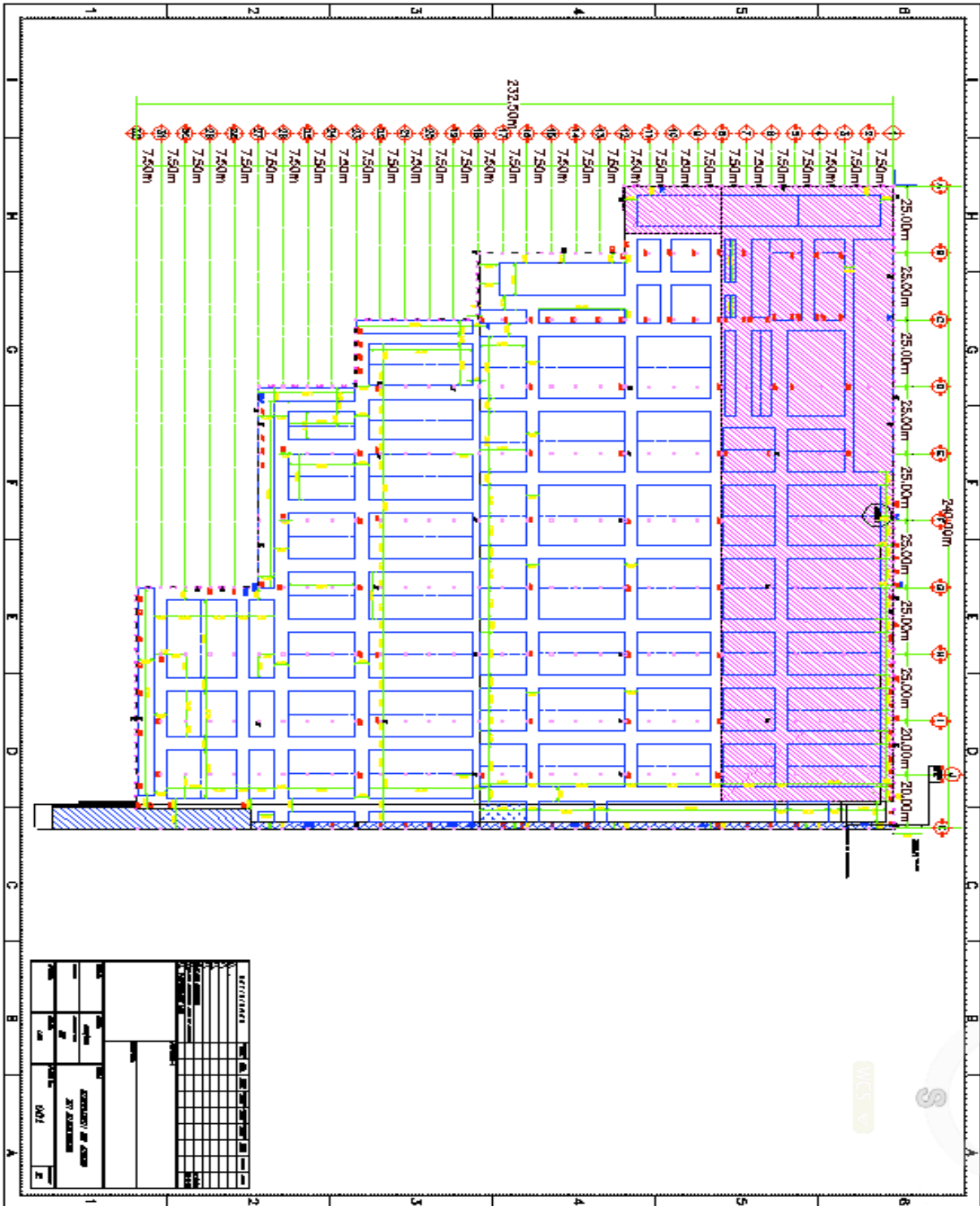


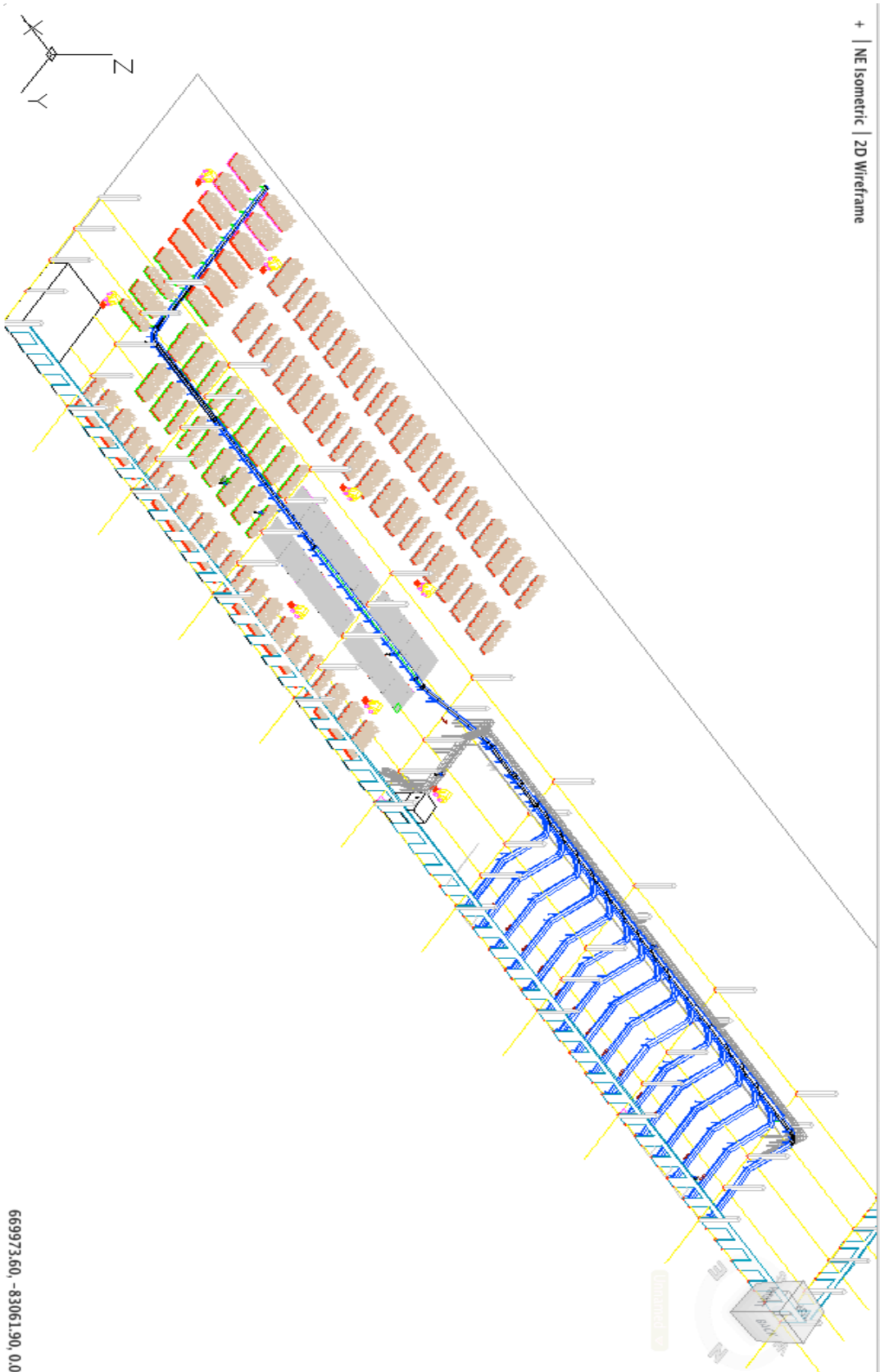
Anexo 3  
Imágenes Ampliadas











669973.60, -83061.90, 0.00