



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Migración de una Plataforma de Control dentro del proceso de fabricación de detergente: de Plan Maestro a ejecución

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Rodrigo Basurto Barrera

ASESOR DE INFORME

M. Ing. Billy Arturo Flores Medero Navarro



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

Índice

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	SOBRE LA EMPRESA: PROCTER & GAMBLE.....	4
III.	DESCRIPCIÓN DEL ROL Y HABILIDADES NECESARIAS PARA DESEMPEÑARLO.....	8
IV.	PLAN MAESTRO DE PC&IS PARA LA PLANTA.....	18
V.	MIGRACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE CONTROL DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DETERGENTE EN POLVO EN UNA PLANTA DE P&G.....	30
1.	Introducción: Seguridad Cibernética (Requerimientos por Controles Internos).....	30
2.	Descripción general del proceso de producción de detergentes y especificación del sub-proceso definido para el proyecto.....	31
3.	Antecedentes de la Plataforma de Control de Batidora.....	35
4.	Integración a Masterplan y análisis de riesgo (RPN).....	37
5.	Toma de decisión y proceso para iniciar la migración. Actividades previas.....	38
6.	Solución final: descripción y proceso de implementación.....	40
7.	Entrega del paquete de ingeniería e información técnica.....	43
8.	Desarrollo del Programa de Control final.....	45
9.	Planeación de entrenamientos y capacitación del personal.....	46
10.	Actividades finales: pruebas y arranque del proyecto.....	48
11.	Solución de defectos y mejoras al proyecto.....	51
VI.	RESULTADOS.....	52
VII.	CONCLUSIONES.....	53
VIII.	REFERENCIAS.....	54

I. INTRODUCCIÓN

Este reporte describirá algunos de los aprendizajes y experiencias más importantes que obtuve en mi puesto como Gerente de Fuerza, Control y Sistemas de Información (PC&IS, por sus siglas en inglés), en Planta Vallejo de Procter & Gamble (P&G).

Fue muy difícil elegir los temas sobre los que hablaré, pues han sido muchas las experiencias, y demasiados los proyectos en que he participado. La Planta tenía alrededor de 10 años sin un empleado de tiempo completo en este puesto y éste es uno de los Roles que requiere más entrenamiento, conocimientos y pasión por la disciplina. Finalmente, tomé la decisión de mostrar parte mi trabajo describiendo un proyecto reciente con un alto grado de complejidad y que pasó de una propuesta dentro del Plan Maestro de la Planta a ser ejecutado y tener un arranque exitoso y muchos beneficios: “Migración de una Plataforma de Control dentro del proceso de fabricación de detergente en polvo en una planta de P&G”.

Procter & Gamble tiene una gran historia: es una empresa de casi 175 años, con más de 60 años de presencia en México, y de las más grandes y complejas del mundo; exige el mayor nivel de compromiso y responsabilidad, pero también se obtiene un amplio y acelerado aprendizaje y brinda al empleado muchas oportunidades. Estas características dan mucha satisfacción como empleado, quienes debemos ser capaces de enfrentar y superar los obstáculos que esta complejidad a su vez conlleva.

Inicié en la empresa como becario; mi primer puesto fue dentro de PC&IS (*Power, Control & Information Systems*) dentro del grupo de Ingeniería Regional para Latinoamérica (LA), dentro de la Unidad Global de Negocio para el Cuidado de la Casa y el Hogar (GBU y HHC, por sus siglas en inglés, respectivamente). Tuve este puesto durante 9 meses (Mayo de 2006 a Enero de 2007), mismos que aproveché para conocer la compañía, sus principios y valores, y su estructura (*on-boarding*); al mismo tiempo, me fue posible tomar entrenamientos en la disciplina de PC&IS que, como su nombre lo indica, involucra muchos conocimientos técnicos de varias disciplinas (mecatrónica, electrónica, sistemas, mecánica, informática, y hasta química), pero también muchas habilidades administrativas y de pensamiento estructurado y sistémico.

En febrero de 2007, todavía como becario, surgió la gran oportunidad de tomar el puesto de Líder de PC&IS en la Planta Vallejo (una de las Plantas más grandes dentro de HHC); esto representaba el tener responsabilidades directas sobre una planta de producción y la oportunidad de aplicar en campo todos los conocimientos adquiridos previamente; era un puesto difícil y para el que se requeriría un empleado de tiempo completo, pero lo acepté inmediatamente. Continué como becario hasta terminar mis materias y fui contratado como Supervisor, en el mismo puesto, en Julio de 2007; en abril de 2011 fui promovido a Gerente de Departamento, siendo responsable de las mismas actividades, pero con más gente a mi cargo para los nuevos proyectos, y con varios planes para adquirir nuevas responsabilidades e incrementar nuestra participación en actividades operativas. A finales de 2012 tomé la decisión de buscar un nuevo puesto fuera de Planta Vallejo, y en febrero de 2013 fui relocalizado a la Planta Milenio de Gillette, en Irapuato, Guanajuato, nuevamente como Gerente de PC&IS. Esta Planta pertenece a otra GBU: *Beauty and Grooming* (Belleza y Rasurado). En este cargo tengo aún más gente en mi equipo y también nuevas

responsabilidades; entre ellas una muy importante: la Seguridad Eléctrica de la Planta y de que todas las normas de este rubro se cumplan y que se tengan los cuidados necesarios para mantener segura a la gente en todo lo relacionado con la energía eléctrica.

II. SOBRE LA EMPRESA: PROCTER & GAMBLE¹

- HISTORIA

La Compañía fue fundada en 1837 por William Procter, fabricante de velas, y James Gamble, fabricante de jabones, quienes vieron la oportunidad de crear una empresa de nivel regional o incluso nacional. Desde sus inicios, la filosofía del modelo de negocio de P&G fue que crecería a largo plazo, con base en el trato honesto y directo con quienes compraban y usaban sus productos, que serían de la más alta calidad. En esa época no existía el concepto de “marca”, pero en 1850, P&G empezó a identificar sus “velas estrella” con un sencillo logo en forma de estrella, indicando que el artículo era genuino. Los consumidores empezaron a confiar en el logo para identificar los productos que ya conocían y en los que tenían confianza. Fue de esta forma que P&G construyó su primera marca, impulsada por los consumidores.

Para 1870, E.U. se empezaba a convertir en una potencia industrial, y una verdadera economía nacional tomaba forma, pero pocas compañías sabían cómo vender en un mercado nacional. Fue así como la segunda generación de Procters y Gambles experimentaron con nuevas formas de traducir la filosofía de la Compañía, ofreciendo la más alta calidad y un peso honesto para sus productos. Esto llevó al nacimiento del jabón Ivory en 1879, una de las primeras marcas de consumo anunciadas masivamente en E.U. El empaque del jabón ya tenía un diseño distintivo y se anunciaba comunicando sus cualidades únicas directamente a los consumidores mediante promociones (ej. libros para colorear a cambio de envolturas, premios a los mejores poemas sobre Ivory) y enviando muestras a sus hogares junto con panfletos de “tips” para el cuidado de su hogar y de sus hijos. Fue de esta forma que el jabón Ivory se volvió una de las marcas de consumo favoritas y se estrechó la relación con los consumidores, transformando así la forma en que las compañías mercadean sus productos, un área donde P&G continúa siendo líder e innovando hasta el día de hoy.

En 1887, P&G instituye un innovador programa de reparto de utilidades, dando a los empleados la oportunidad de tener participación en la compañía. Esto ayudó a conectar el rol de cada empleado con el éxito de la Compañía.

P&G creó uno de los primeros departamentos de investigación de mercado en 1924, realizando investigación de mercado estructurada, logrando aprender más de los consumidores y cambiando tanto la forma de comercializar como la forma de innovar y crear nuevos productos. Por ejemplo, al enterarse que el consumidor “rasuraba” las barras de jabón Ivory para lavar trastes y ropa, crearon las “hojuelas” de jabón, facilitando así las tareas del ama de casa.

¹ <http://www.pg.com>

En los 30s, P&G lanzó una de las primeras comedias por radio en el mundo: Ma Perkins, y en los 50s transformó el formato a televisión, volviéndose así uno de los mayores anunciantes mundiales. En 1941, P&G estableció el Departamento de Relaciones con el Consumidor, que se encargaba de contestar formalmente la correspondencia del consumidor. En 1973 se sumó un número gratuito y contacto por e-mail en 1980.

En 1946, P&G creó el primer detergente de uso industrial para telas sintéticas (Tide) que para 1949 ya era el producto líder para lavado; en 1955 creó la primera pasta contra las caries (Crest), y en 1961 el primer pañal desechable y práctico a un costo accesible (Pampers), que es el pañal más usado actualmente en el mundo. En 1985, P&G adquiere Richardson-Vicks, fabricante de productos de cuidado personal como Pantene, Olay y Vick, expandiendo así los alcances comerciales de la Compañía.

En los 90s, fue una de las primeras compañías grandes que utilizó el internet para acercarse a los consumidores, continuando con el co-diseño y la co-innovación de muchos de sus nuevos productos y servicios.

En 2005, Gillette se unió a P&G, quienes en 1901 patentaron el primer mango con navajas dobles desechables para rasurar, continuando con productos innovadores y de la más alta calidad, siendo la marca de rastrillos desechables más utilizada en el mundo actualmente.

- ESTRUCTURA CORPORATIVA²



Figura 1: Estructura Corporativa de Procter & Gamble³

Mediante esta estructura (Figura 1: Estructura Corporativa de Procter & Gamble), P&G combina la escala de una compañía de más de 80 billones de dólares con un enfoque local para ganar con

² <http://www.pg.com>

³ <http://www.pg.com>

- PRODUCTOS QUE SE FABRICAN EN PLANTA VALLEJO Y AREAS DE PRODUCCIÓN

Planta Vallejo es una de las plantas con las P&G inició sus operaciones en México, y es una de las más grandes en el mundo por sus niveles y capacidad de producción. A continuación están enlistados los productos fabricados en la Planta, así como las áreas de producción que los producen.

- Productos: Ariel (líquido y polvo), Ace (líquido y polvo), Bold (líquido y polvo), Downy, Maestro Limpio (líquido y polvo), Salvo (líquido y polvo), Dawn, perfumes (para uso interno y externo).
- Áreas de Producción:
 - *Dry Laundry (DL) Making*: Fabricación de aditivo, Torres de Detergente en Polvo.
 - *DL Packaging*: Líneas de Empaque de Detergente en Polvo.
 - *Liquids Making*: Planta de Downy, Planta de Multi-Líquidos (Detergente Líquido, Maestro Limpio, Líquidos lavatrastes).
 - *Liquids Packaging*: Líneas de Empaque de Suavizante, detergente líquido y líquido lavatrastes.
 - *Finish Product Handling System (FPHS)*: Sistemas de transportadores, paletizado y envuelto de las cajas con el producto terminado.
 - Planta de fabricación de perfumes.

- ORGANIGRAMA: DESCRIPCIÓN DE PLANTA Y GENERAL INGENIERÍA HHC Y PC&IS

La Planta es dirigida por un Gerente de Planta (Director Asociado de P&G), a quien le reportan los Gerentes de Operación, quienes dirigen las diferentes áreas de producción ya mencionadas, y las áreas de soporte: Recursos Humanos, Logística e Ingeniería. Cada Operación y Grupo de soporte tiene a su vez Gerentes de Departamento que dirigen varios grupos.

En Planta Vallejo también está ubicado el grupo de Ingeniería Regional para Latinoamérica (LA), que da soporte en el desarrollo y ejecución de proyectos a todas las Plantas de la región, y que es liderado por el Director Asociado de Ingeniería para Latinoamérica, a quien le reporta el Gerente de Sistemas Técnicos de la Planta.

El siguiente diagrama (Diagrama 1: Estructura de la Organización de Sistemas Técnicos en Planta Vallejo) muestra el organigrama general del Departamento de Sistemas Técnicos, también conocido como Departamento de Ingeniería, al momento de realizar el proyecto desarrollado en este trabajo. Esta diferencia de nombres se debe a que adicionalmente a la gerencia de proyectos de ingeniería, incluye disciplinas o sub-departamentos como Servicios e Instalaciones (abastecimiento para la Planta de servicios: agua, gas, energía eléctrica, aire comprimido, agua helada, etc., así como mantenimiento de las instalaciones), Salud, Seguridad y Medio Ambiente (HS&E por sus siglas en inglés), y PC&IS. En el diagrama se muestra la relación que este Departamento tiene tanto con la Planta como con el grupo de Ingeniería Regional.

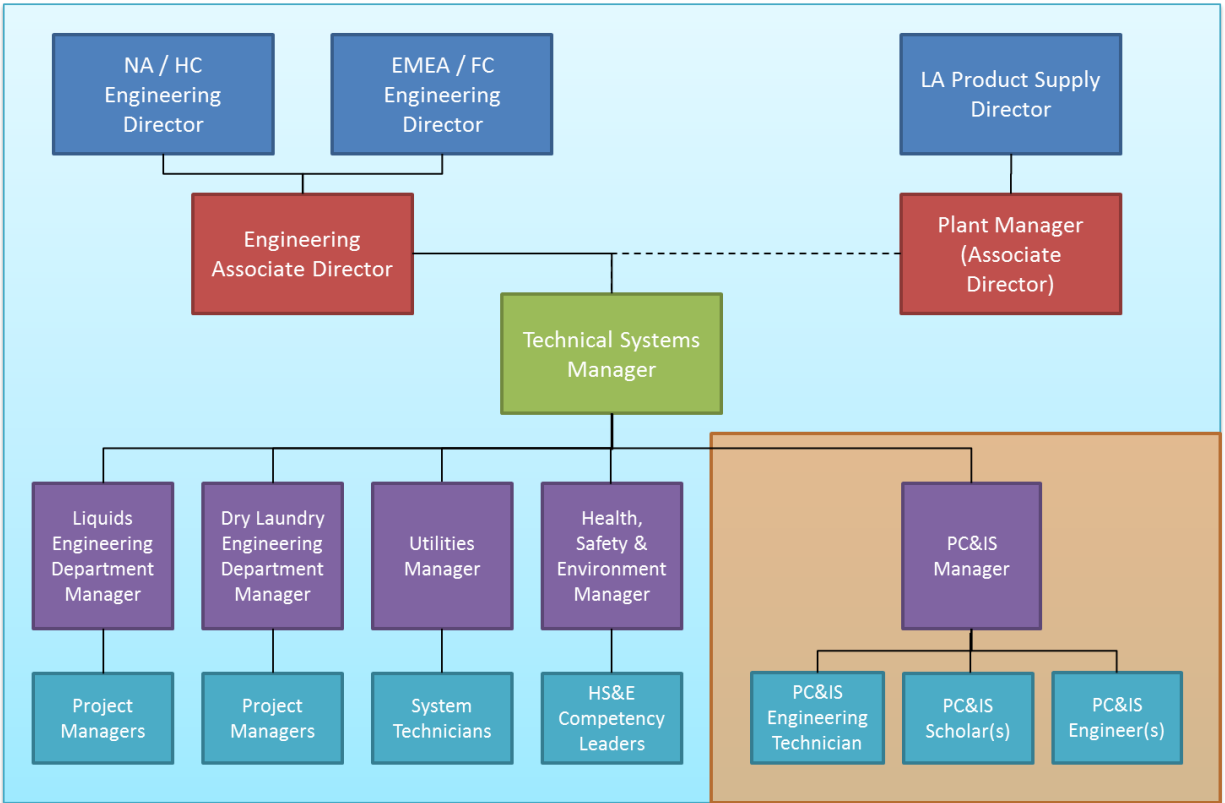


Diagrama 1: Estructura de la Organización de Sistemas Técnicos en Planta Vallejo (2013)

III. DESCRIPCIÓN DEL ROL Y HABILIDADES NECESARIAS PARA DESEMPEÑARLO

- ROLES Y RESPONSABILIDADES

Rol de Gerente de PC&IS de Planta

El papel general que juega un Gerente de PC&IS de Planta consiste en asegurar que la Planta tiene la capacidad de automatización, tanto organizacional como tecnológica, requeridas para alcanzar los objetivos del negocio. Está constituido de forma general por las siguientes responsabilidades:

- **Planeación estratégica** – Desarrollar y administrar la ejecución de un *Masterplan* (Plan Maestro) de PC&IS para la Planta.
 - Entender los planes de capacidad e iniciativas para la Planta (proyectos planeados en el corto y mediano plazo)
 - Definir el impacto de dichos proyectos en la planta y dar la dirección a corto y mediano plazos para la selección y reemplazo hardware y software.
 - Identificar oportunidades y sinergias entre los diferentes proyectos de la Planta (tomar ventaja de la escala y posibilidades de estandarización).
 - Asegurar que la funcionalidad futura es integrada en sistemas y arquitectura nuevos.
 - Desarrollar planes de transición para migración y actualización de tecnologías.

- Desarrollo Organizacional – Proponer la estructura organizacional de la Planta para asegurar que los Sistemas de Fuerza, Control e Instrumentación serán capaces de soportar las actividades de producción y nuevas necesidades del negocio.
 - Definir necesidades y detectar oportunidades en la estructura organizacional; participar en el reclutamiento del personal de PC&IS y el proceso de *on-boarding* y entrenamiento de gente recién contratada.
 - Identificar socios estratégicos y contratistas de Diseño, Entrega y Construcción, que puedan ejecutar proyectos de PC&IS y mantener/desarrollar la relación con ellos.
 - Buscar continuamente nuevos socios de negocio y evaluarlos para su participación.
 - Administrar el KEA (*Key Element Assessment*) de PC&IS y los planes de mejora.
 - Proveer la liga con las comunidades regional y global de PC&IS y trabajar como parte del equipo regional para intercambiar conocimiento y experiencia, y para buscar soporte.

- Mejora de Sistemas - Liderar la entrega y uso de nuevas tecnologías de PC&IS para mejorar los resultados de negocio de la Planta. Esto incluye el ayudar a otros a encontrar oportunidades de negocio y justificar los recursos y capital necesarios.
 - Mantenerse actualizado con las últimas tendencias y desarrollos en la industria.
 - Tomar la iniciativa para identificar oportunidades para actualización y/o implementación de nuevas soluciones técnicas en la Planta.
 - Asegurar la alineación con la comunidad de PC&IS regional y global y liderar la entrega de proyectos y actividades de arranque.

- Garantizar que las necesidades de Seguridad se cumplen – Garantizar que los requerimientos de P&G se cumplen en cuanto a Seguridad Cibernética, Seguridad Eléctrica y Planes de Recuperación en caso de Desastre.
 - Coordinar los procesos de auditoría de Seguridad Eléctrica y Seguridad Cibernética
 - Definir los planes de acción requeridos para alcanzar los objetivos de las auditorías.
 - Liderar la ejecución de dichos planes, así como acciones correctivas.

- Administración de licencias de software y acuerdos comerciales de soporte.

- Administración diaria – El enfoque principal del líder de PC&IS es el apoyo a iniciativas. Sin embargo, su liderazgo se puede extender a *problemas mayores no rutinarios* en la Planta.

Se pueden adquirir responsabilidades adicionales dependiendo de la organización de la Planta; sin embargo, cualquier responsabilidad externa a PC&IS debe ser discutida y aprobada por el Líder de PC&IS regional.

En algunos casos, el liderazgo total de los Sistemas de Fuerza, Control y Sistemas de Información puede estar dividido por sistemas (ej. Seguridad Eléctrica y Control). En estos casos, los líderes respectivos trabajarán juntos para tener un *masterplan* único, representación en actividades regionales y globales, uniendo esfuerzos y promoviendo sistemas comunes (reclutamiento, entrenamiento, etc.)

El personal de soporte eléctrico de Planta debe tener una relación de reporte punteada al líder de PC&IS de Planta. El líder de PC&IS deberá tener una línea punteada de reporte al líder regional de PC&IS y representará activamente a su planta en las actividades regionales.

En Planta Vallejo, el Líder de Seguridad Eléctrica está separado del grupo de PC&IS; incluso, había reportado históricamente a un Departamento diferente a Ingeniería de Planta, que era Servicios e Instalaciones. Recientemente, éste último pasó a formar parte de Ingeniería, que tomó el nombre de Departamento de Sistemas Técnicos como ya se mencionó. En otras plantas, como Planta Milenio, el Líder de Seguridad Eléctrica o Sistemas Eléctricos (ESO, por sus siglas en inglés) pasó recientemente a formar parte del Grupo de PC&IS, y tanto este departamento, como el de Servicios e Instalaciones ya formaban parte del Departamento de Servicios Técnicos e Ingeniería (TS&E, por sus siglas en inglés), que también incluye la Gerencia de Salud, Seguridad e Higiene, así como la Gerencia de Proyectos.

- ORGANIGRAMA DE PC&IS INGENIERÍA DE VALLEJO

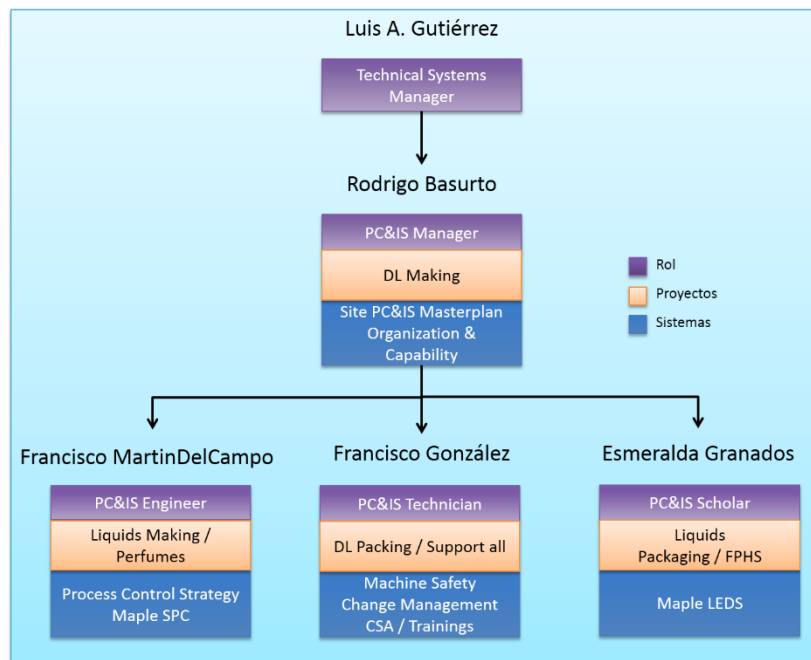


Diagrama 2: Organigrama de PC&IS en Planta Vallejo [2013]

En el organigrama mostrado arriba (Diagrama 2) se observa la siguiente información: Rol, Proyectos y Sistemas, en el año 2013 al momento del Proyecto referido en este reporte. Estos fueron asignados de forma individual, tratando de empatar el perfil de cada persona con las actividades que desempeñaría, promoviendo así el máximo desarrollo de sus capacidades, así como su motivación para desempeñarse con excelencia. Por lo tanto, si la persona cambia, hay una alta probabilidad de que los roles también sufran modificaciones.

El Rol de Gerente de PC&IS ya fue descrito anteriormente; los roles de Ingeniero de PC&IS, Técnico de PC&IS y Becario de PC&IS son definidos de acuerdo al tipo de empleado (administrativo o técnico), así como al tipo de responsabilidades, alcance y tiempo requeridos en las actividades de cada rol.

La responsabilidad sobre proyectos está organizada de acuerdo al área en que son ejecutados; es decir, cada persona de la organización es el contacto para todos los proyectos de ciertas áreas, definidas por diferentes razones adicionales al perfil de cada quien, entre ellas la complejidad del área o de los proyectos a ejecutar, así como el nivel de conocimiento y experiencia que éstos demandan.

Los Sistemas fueron asignados también por la complejidad que requiere desarrollarlos, desplegarlos y/o mantenerlos, así como el perfil y tipo de experiencia de cada persona. Éstos se describen a continuación:

- Plan Maestro de la Planta
 - Relacionar las necesidades del negocio con las actividades planeadas (estrategia diaria, a mediano y a largo plazos) para los Sistemas de Fuerza, Control e Información de todas las Áreas de la Planta.
 - Planear los proyectos y actividades necesarias para eliminar las principales pérdidas de la Planta, así como para mantener vigentes y hacer más eficientes los Sistemas de Fuerza, Control e Información.
- Organización y Capacidad técnica
 - Asegurar que la organización es capaz de soportar la carga de trabajo que se requiere para cumplir los *objetivos del negocio*.
 - Asegurar que las personas con un rol dentro de PC&IS tiene el nivel de habilidades técnicas y administrativas adecuado para cumplir sus objetivos.
- Estrategia de Control de Proceso (PCS, siglas de *Process Control Strategy*)
 - Proporcionar asesoría técnica al grupo de PCS en la Planta para asegurar que las variables críticas de producción se miden y son monitoreadas adecuadamente. Estas variables son características físicas de algunos materiales, mismas que garantizarán la calidad del producto fabricado.
 - Garantizar que las herramientas para monitoreo y administración de las variables críticas de producción (Maple SPC - *Statistical Process Control*) tengan un funcionamiento óptimo.
- Auto-auditoría de Controles Internos para Computadoras de Control (*Computer Installations CSA*)
 - Evitar pérdidas por fallas de Seguridad Cibernética y proteger las Computadoras de Producción de la Compañía contra su acceso y/o uso indebido por personal externo a la función de éstas.
- Seguridad de Maquinaria
 - Asegurar que las Máquinas cuentan con un circuito de seguridad y dispositivos adecuados para proteger a los operadores de cualquier liberación inesperada de energía peligrosa dentro de ellas (eléctrica, neumática, gravedad, inercia, etc.)
- Control de Cambios
 - Revisar cualquier modificación en los Sistemas de Fuerza, Control e Información de la Planta para asegurar que se cubren los requerimientos necesarios para evitar riesgos de seguridad y calidad, así como para garantizar la operatividad de los sistemas o herramienta modificados.
- Entrenamientos

- Proporcionar entrenamientos y soporte técnico a la Planta de acuerdo a las necesidades de capacidad técnica detectadas.
- Dar a conocer las nuevas tecnologías y generar la capacidad técnica requerida para su uso e implementación.

- HABILIDADES NECESARIAS PARA DESEMPEÑAR LOS ROLES DE PC&IS (MATRIZ DE HABILIDADES)

La siguiente tabla (Tabla 1) muestra las habilidades básicas que se requieren para desempeñar un rol de PC&IS, de acuerdo a lo aprendido durante mi rol.

	HABILIDAD	DESCRIPCIÓN GENERAL
HABILIDADES GERENCIALES	Conocimiento básico del Negocio	¿Cómo contribuye PC&IS al Negocio?, Objetivos de la Planta y de la Región, Prioridades y estrategias de la Planta, etc.
	Gerencia de Proyectos de PC&IS	Conocimiento de EWP (<i>Engineering Work Process</i>), conocimiento de los procesos de PC&IS en el EWP, creación de cronogramas, etc.
	Asesoría y gestión de la Asesoría de Elementos Clave de PC&IS	Conocimiento del KEA (<i>Key Element Assessment</i>) y de la relación con IWS. Ser capaz de aplicar el KEA en una Planta.
	Creación e Implementación del Plan Maestro de PC&IS	¿Ha realizado un Plan Maestro?, ¿Ha ejecutado un Plan Maestro?, Mayores pérdidas de la Planta, Manejo de tecnologías obsoletas, etc.
	Inglés técnico para PC&IS	Lectura de Manuales y hojas de especificaciones en inglés, Términos comunes utilizados en PC&IS.
	CSA de Instalación de Computadoras	Objetivo de un CSA (Auto-Asesoría de Controles Internos), su estructura. Ser capaz de aplicarlo y/o ejecutarlo en una Planta.
	IWS (Integrated Work System)	Partes (Pilares) que conforman IWS, DMS, RTT, etc.
	Desarrollo de Ingeniería Básica de PC&IS	P&IDs (DTIs – Diagramas de Tubería e Instrumentación), Diagramas elementales, Diagramas unifilares, hojas de especificación de instrumentos, BOM, IO List, etc.
	Reportes Trimestrales de PC&IS	Priorización de información, comunicación adecuada para Gerencia, resultados sobresalientes y siguientes actividades.
	Lista de Tecnologías de PC&IS y sus Ciclos de Vida	Inventario de tecnologías, listado de tecnologías obsoletas, fuentes de información de obsolescencia.
	Conocimiento de los Sistemas de Trabajo de PC&IS	Liderazgo, Comunicación, Capability, Proyectos, Compras y proveedores, Tecnologías y Estandarización.
	Entrenamiento para Entrenadores (E&T)	Habilidades de exposición, ejemplificación de temas, etc.
	Auditoría de Sistemas de Fuerza	Requerimientos por Diseño, Requerimientos de Operación
HABILIDADES TÉCNICAS	Procesadores Allen Bradley (ControlLogix, CompactLogix, SLC500, MicroLogix, PLC5)	Uso de software, conexión con laptop y configuración de comunicaciones, carga/descarga de respaldos, troubleshooting básico.
	Seguridad Eléctrica	Certificación en bajo voltaje, Aislamiento de Energía Peligrosa, LOTO (Lockout-Tagout), ITM, EPP, etc.
	Sistemas de Control Distribuido (Honeywell C200, TDC3000, etc.)	Arquitectura del sistema, tipos de red, Módulos (e.g. APM, HPM, AM, HM, etc.), troubleshooting básico, lógicos.
	Habilidades básicas de Instrumentación	Tipos de instrumento, configuración básica de instrumentos, conexión HART, configurador HART.
	Controladores de Adición: Jaguar, JagX, Quantum impact, Feed Master, etc.	Conocimiento básico de diferentes controladores de adición, tarjetas, interfaz de comunicación, ubicación de algoritmos PAC.
	Procesadores Siemens (S5, S7)	Uso de software, conexión con laptop, configuración de comunicación, carga y descarga de respaldos, troubleshooting básico.
	Motores de AC y DC	Tipos de motores y conexión, estándares básicos de conexión y mantenimiento eléctrico, uso con variadores.
Actuadores en campo (válvulas, pistones, etc.)	Tipos de actuadores, estándares básicos de conexión y mantenimiento, troubleshooting básico.	

Plataformas de Control de Batch (UB, Honeywell, Rockwell)	Estándares de software para Control de Batch (producción por Lotes), arquitectura básica, operación básica y troubleshooting.
Infraestructura de PC&IS (Redes)	Especificación y configuración de redes para control y automatización (ENet, CNet, DNet, DH+, etc.). Diagramas de Arquitectura de Red.
Diseño de Estrategia de Control	Visión global de tecnologías y estándares de programación y visualización que serán utilizados en un proyecto/máquina.
Instalaciones Eléctricas	Estándares generales para la instalación de componentes, canalización y componentes eléctricos; tierra física, conexiones flexibles, etc.
Interfaces Humano-Máquina (Intouch, RSView ME, PanelView, etc.)	Selección, configuración y solución de problemas básicos para pantallas de interfaz humano-máquina.
Dosificadores de Sólidos (K-Tron)	Funcionamiento básico y tipos de dosificadores de sólidos. Componentes básicos, conectividad, etc.
Sensores de Máquina	Conocimiento general de sensores básicos (sensores de posición, fotoceldas, etc.). Tipos, marcas y modelos estándar.
Flujómetros Másicos (E+H, Emerson MicroMotion)	Funcionamiento básico y tipos de flujómetros. Principio de medición por masa. Configuración y solución de problemas básicos.
Habilidades de Mecatrónica	Habilidades básicas para sistemas de control de movimiento (redes, servomotores, servocontroladores, encoders, etc.)
Variadores de Frecuencia y Control de Motores	Funcionamiento y configuración básica de variadores de frecuencia. Estándares de selección, módulos de comunicación, accesorios, etc.
Centros de Control de Motores	Modelos y configuración básica. Conceptos básicos y componentes.
Conocimiento de PCPs (Power & Control Practices)	Ubicación de los PCPs y uso básico de los principales (proceso de trabajo, instalaciones eléctricas, paros de emergencia, etc.)
Redes de Control (DNet, CNet, ENet, etc)	Conceptos básicos de cada tipo de red; sus principales usos, ventajas y desventajas. Software para configuración y solución de problemas.
Neumática	Conceptos básicos de neumática y componentes principales de un sistema neumático. Lectura de diagramas neumáticos.
Celdas de Carga	Funcionamiento y principios básicos de la medición por celdas de carga. Conceptos básicos de instalación. Interfaz de control.
Análisis de Diagramas (P&IDs, Elementales, Unifilares)	Lectura y entendimiento de diagramas de proceso, eléctricos y de fuerza para la solución de problemas y fallas.
Manufacturing Execution Systems (MES): Proficy, Maple, ActiPlant.	Tipos de MES utilizados en P&G, arquitectura básica; responsabilidades específicas en la implementación y soporte.
Modelado y Simulación (M&S)	Uso e importancia de M&S. Conceptos básicos para el modelado y la simulación. Contactos locales y regionales.
Sintonización de Lazos de Control de Proceso	Definiciones básicas. Constantes de configuración de lazos de control. Uso de software y técnicas básicas para sintonización.
Sistemas de Visión	Principios básicos, tecnologías utilizadas, software de configuración.

Tabla 1: Habilidades necesarias para roles de PC&IS

- ROL Y RESPONSABILIDADES COMO GERENTE DE PROYECTO E INGENIERO DE PC&IS

En adición a la creación del Plan Maestro, tuve la responsabilidad de ejecutar proyectos. La mayoría de mis proyectos asignados tenían un componente principal de PC&IS; es decir, la modificación de Sistemas de Fuerza y Control existentes, la implementación de nuevos Sistemas, o planes resultantes de alguna estrategia del Plan Maestro. El rol de un Gerente de Proyectos es, en muy pocas palabras, encargarse de que se cumpla el Alcance (objetivo del proyecto) con los Costos y en los Tiempos comprometidos. Para lograr esto hacemos uso de una herramienta llamada EWP (Engineering Work Process o Proceso de Trabajo de Ingeniería). Como gerente de un proyecto de automatización, y como Ingeniero de PC&IS, este proceso también se lleva a cabo; sin embargo, hay entregables adicionales, y ciertas actividades en las que hay que tomar un enfoque diferente (para el manejo de sistemas electrónicos).

El EWP divide al proyecto en 5 fases: Factibilidad, Conceptual, Definición, Diseño y Construcción, y Arranque (en inglés: Feasibility, Conceptual, Definition, Design & Construction, Start-up). Cada una de estas fases está ligada al grado de avance que se tiene para los aspectos y soluciones técnicos necesarios para lograr el objetivo del proyecto (Alcance). En la etapa de Factibilidad se tiene un objetivo conocido y se buscan las formas técnicas de llegar a él; en la etapa de Conceptual y Definición se realizan iteraciones de las soluciones técnicas y propuestas para poder lograr dicho alcance, hasta llegar a la solución definitiva que mejor cumpla el objetivo. A partir de ahí se puede iniciar con la creación de un paquete de Ingeniería a detalle, que nos permitirá construir o implementar dicha solución (Diseño y Construcción), y finalmente llegar a la fase de Arranque, donde se realizan las pruebas para asegurar que el proyecto entrega el objetivo establecido, con la eficiencia y confiabilidad requeridos, y los estándares de calidad deseados.

El Rol de Ingeniero de PC&IS ya está definido e incluso contamos con documentos llamados PCPs (Power & Control Practices o Prácticas de Fuerza y Control), donde se dan los lineamientos generales para todo tipo de trabajos de Automatización. En dos de estos se mencionan actividades y documentación de entrada y de salida (entregables), y se encuentran diagramas de flujo indicando la secuencia de dichas actividades a realizar; sin embargo, no contábamos con un documento único que englobara todas las actividades y entregables básicos para un proyecto de PC&IS.

Por esta razón, en equipo con el Líder Regional de PC&IS para Latinoamérica, generamos los siguientes documentos, englobados en un paquete que llamamos “Herramienta para Proyectos de PC&IS en EWP”.

- A. Plan de Proyectos de PC&IS en EWP. Es un listado de las actividades que se requiere llevar a cabo por el equipo del proyecto durante las fases de EWP. Se realizó con un modelo de toma de decisiones que se estaba empezando a utilizar, llamado PACE; este modelo nombra a un responsable único de la actividad (P – Process Owner) y a un aprobador también único (A – Approver), así como a “contribuidores” (C – Contributors) para la toma de decisión y “ejecutores” (E – Executors) de la(s) actividad(es).
- B. Diagrama de Flujo de PC&IS en EWP. Esta es la representación gráfica de las actividades enlistadas en el Plan de Proyectos. En este flujograma se pueden apreciar las “entradas” (inputs) para poder realizar cada una de las actividades, así como las “salidas” (outputs) de cada una de estas actividades. Yo personalmente dediqué mucho tiempo a realizar este diagrama de flujo, que aunque puede observarse como algo muy complejo, me dio un altísimo nivel de claridad en el orden de actividades que tendría que seguir para garantizar el éxito de mis proyectos.

Se pueden observar porciones de ambos documentos en las siguientes imágenes; Figura 3: Plan de Proyectos de PC&IS en EWP; Figura 4: Diagrama de Flujo de PC&IS en EWP.

Algunos meses después, esta herramienta se adoptó globalmente como el modelo de EWP para PC&IS para Formulados (productos químicos) dentro de P&G. Sin embargo, únicamente se conservó el listado de actividades, y se hicieron modificaciones en los roles de PACE para cada actividad. Le llamaron “PCIS EWP Formulated Project Tool” (Herramienta de Proyectos para PC&IS en EWP de Formulados), y se puede observar parte de ella en la siguiente figura (Figura 5).



[Click Here to go to the LA C&IS Website](#)

LA PC&IS

Updated

Projects EWP Plan (Based on PCP 200)

No.	Discipline	Phase	Pric	Description	P	A
3	Feasibility C&IS Recommendation	1- Feasibility	1	The C&IS Recommendation regarding the Technological options and how feasible is the Project from the C&IS point of View at the End of the Feasibility Stage. According to PCP 200 this might have around 200% (500% maximum) over real spent because after this it can not be increased. This overspent is defined by the C&IS Project Leader (should not be done as lump sum or percentage)	C&IS Reg Leader	Technical Leader
4	Approved Flowsheet (PFD, TFD)	2- Conceptual	1	All the Control Cost Estimates, P&IDs, M&EDLs, Ads, etc will be based on the FlowSheet, so it is critical that this is the LATEST version and that NO MODIFICATIONS ARE MADE TO IT. This would also mean a Machine Schematics.	Technical Leader	Project Manager
8	Preliminary URD	2- Conceptual	1	The User Requirements Document describes WHAT the Control Software must do for the Project, and should not include PC&IS specifics or Process/Machine Technical Details. Please note that Operations should ALWAYS be involved, mainly if this is a modification or a new process in an already established Manufacturing Site. Use the Flowsheet, P&ID, BOM, M&EDL, Physical Summary and the AD to create the URD.	Technical Leader	Project Manager
14	RFQ C&IS Software & Hardware	2- Conceptual	1	The Request for Quotation for the C&IS Software must be sent to Purchases. It is very important to include the Starter Kit requirements and to input everything the URD, SDB, CSS and SSD established For Machines, the C&IS Team must clearly state the deliverables, technology to use and Support for Start Up Finally, estimate Travel Expenses (normally not included). Versions, firmware, technical specs should be given by the C&IS Supervisor.	C&IS Project Leader	1) C&IS Reg Lead 2) C&IS Supervisor
15	C&IS Cost Estimate	2- Conceptual	1	With all the documentation in this stage, the output is a PC&IS Capital Estimate that can give a very clear direction on the ammount of capital needed to fulfill the needs, and the risks taken with this decisions. According to PCP 200 this might have around 100% (200% maximum) over real spent because after this it can not be increased. This overspent is defined by the C&IS Project Leader (should not be done as lump sum or percentage)	C&IS Project Leader	Project Manager
16	C&IS Staffing Study	2- Conceptual	1	There must be a C&IS Staffing Study in three areas to make proper actions according to the current C&IS Capability at: 1) Engineering- to see that the C&IS staffing can fulfill all the Project Requirements 2) OEM or Contractors- to guarantee they can REALLY deliver the System and is not a complicated Journey 3) Operations- to see that they will be able to operate and maintain the new System	C&IS Reg Leader	Project Manager
24	Project C&IS Plan (C&IS vendor and experts recomendation and support and estimated CPS)	3- Definition	1	Create the plan of who, how and when each of the Control System will be implemented. For example, the PLC software will be done by P&G C&IS experts or by using an external contractor. The Project's Team Charter and CPS must be ready and delivered. In summary, review and update the Project CPS and Project Plans (include long lead equipment impact). Include iConnect Strategy for the Project (TCC, Fieldview, Envision Center, etc)	C&IS Project Leader	Project Manager
25	C&IS Capital Control Cost Estimate	3- Definition	1	With the above documentation, modify the Capital Estimate to have the Control Cost Estimate for our Capital. According to PCP 200 this might have around 30% (100% maximum) over real spent because after this it can not be increased. This overspent is defined by the C&IS Project Leader (should not be done as lump sum or percentage)	Project Manager	C&IS Project Leader
31	PC&IS Face to Face Final Review	4- Design & Construction	1	Do a F2F to have a final PC&IS Approval to Purchase Equipment, Machine and Start Construction including Integrators, PC&IS Regional and Local team, Project Managers, Technical Leaders, etc. Experience says that the Technical aspects covered in the F2F are too difficult to grasp via Ccalls, so avoiding the F2F travel costs should be highly evaluated.	Project Manager	C&IS Project Leader

Figura 3: Plan de Proyectos de PC&IS en EWP

Updated: 17-Sep-09

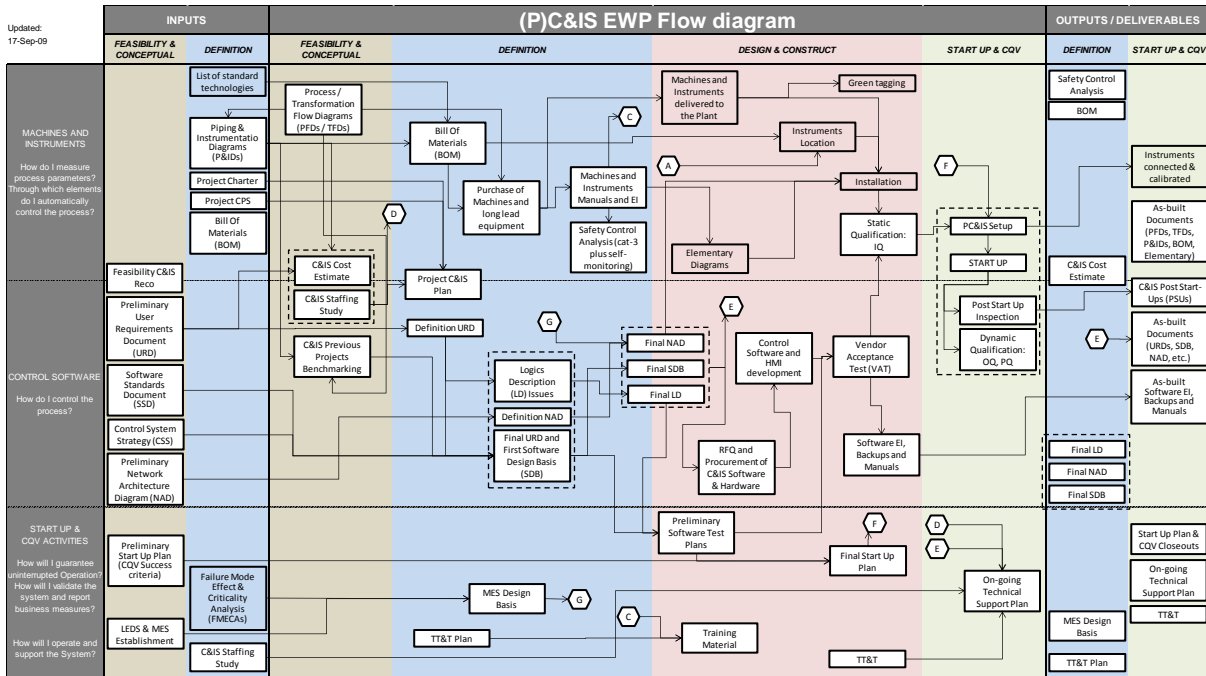


Figura 4: Diagrama de Flujo de PC&IS en EWP

P&G PC&IS		00 PCIS EWP Formulated Project Tool v0.23.xlsx		PC&IS EWP Formulated Products		Total Worked		22.89%	
The Power Behind the Business		Project Tool							
N°	Discipline	Phase	Description	Status	P	A	C	E	
1	Prepare Project Folder and Start "Design Basis"	1- Feasibility	The project should have a defined storage location (filling cabinet and/or server) for storing all documentation that will be developed/delivered/received. Between the Feasibility and end of Definition, the documentation and decisions made are all feeding into the "Design Basis". NOTE: a Design Basis is not a single document. It is a collection of all key documents produced during the Feasibility, Conceptual and Definition phases, that form the "basis" for the Design phase of the project. (eg P&IDs, URD, M&EDL, IDBTF,...) See PCP210 for more details.	In Progress	Project PC&IS Owner	Project Manager	Site, Regional, and Global PC&IS Group	Project PC&IS Owner	
3	Preliminary Flowsheet (PFD, TFS)	1- Feasibility	A Preliminary Flowsheet must be shared with the PC&IS team, and it must always be re-shared if updated. The goal is to understand the project, and to identify the Power, Control and Information Systems requirements and to make the project team aware of any complexities.	In Progress	Process Team (R&D)	Process Team Leader	Engineering	Process Team (R&D)	
5	Feasibility PC&IS Recommendation	1- Feasibility	At the end of the feasibility stage the PC&IS resource on the project should make a recommendation regarding how feasible the project is from a Technology and Cost point of view.	In Progress	Project PC&IS Owner	Project Manager	Site, Regional, and Global PC&IS Group	Project PC&IS Owner	
8	Approved Flowsheet (PFD, TFS)	2- Conceptual	All the Control Cost Estimates, P&IDs, M&EDLs, ADs, etc will be based on the FlowSheet, so it is critical that this is the LATEST version and that NO MODIFICATIONS ARE MADE TO IT without formal change management.	In Progress	Process Team (R&D)	Process Team Leader	Engineering	Process Team (R&D)	
10	Preliminary SIS/SIL study/design (PCP347)	2- Conceptual	As part of the overall project ORA, the team should start a conceptual analysis against the "Safety Instrumented Systems" (SIS) guidelines, which during design will provide the required level of safety integrity and freedom from unacceptable risk. The required Safety Integrity Level (SIL) for a system should be determined by a Process Safety Study (PSS) or a Process Hazard Analysis (PHA) performed using the procedures described in the Process Safety Practice (PSP) 493, entitled "Safety Instrumented Systems for Process and Utility Systems". Systems designed in accordance with this document are intended to comply with ANSI/ISA 84 and IEC 61511-1 standards	In Progress	Engineering	Project Manager	1) HS&E Reg Leader 2) HS&E Plant Leader 3) Regional PC&IS Leader 4) Project PC&IS Owner 5) ESO	Engineering	
31	Definition SIS/SIL study/design (PCP347)	3- Definition	As part of the overall project ORA, the team should update the analysis against the "Safety Instrumented Systems" (SIS) guidelines, which during design will provide the required level of safety integrity and freedom from unacceptable risk. The required Safety Integrity Level (SIL) for a system should be determined by a Process Safety Study (PSS) or a Process Hazard Analysis (PHA) performed using the procedures described in the Process Safety Practice (PSP) 493, entitled "Safety Instrumented Systems for Process and Utility Systems". Systems designed in accordance with this document are intended to comply with ANSI/ISA 84 and IEC 61511-1 standards	In Progress	Engineering	Project Manager	1) HS&E Reg Leader 2) HS&E Plant Leader 3) Regional PC&IS Leader 4) Project PC&IS Owner 5) ESO	Engineering	
34	Definition URD	3- Definition	The definition URD should include more technical detail and any known system configuration requirements/constraints that vendors will have to design around. ie Hard and Soft design points should be declared. Include any changes made to the P&ID and Process description. <u>This definition URD will be used in the RFQ process, and will be the basis for quotes and funding. It should contain all key scope information that may have</u>	In Progress	Project PC&IS Owner	Project Manager	1) Site, Regional, and Global PC&IS Group 2) Process Team (R&D) 3) Engineering 4) Site Operations team	Project PC&IS Owner	

Figura 5: Herramienta de Proyectos para PC&IS en EWP

El siguiente es un listado de los proyectos importantes en los que he participado. La experiencia obtenida en estos proyectos me permitió contribuir en la creación y mejora de los documentos presentados anteriormente:

1. Modificación extensiva al proceso de producción de Downy; incluyendo la configuración de los nuevos equipos y la validación del sistema de control y formulación.
2. Incremento de capacidad de empaque de Downy; configuración, pruebas y arranque de equipos eléctricos y de control en dos líneas nuevas de llenado y embotellado de producto.
3. Inyección de Aire en Torre de Detergente: automatización de un proceso de inyección de aire; planeación, especificación, compra, instalación, pruebas y arranque de los equipos.
4. Computer Installations CSA: análisis de riesgos cibernéticos, configuración de equipos y migración de computadoras con Sistemas Operativos obsoletos.
5. Análisis de dispositivos para el ahorro de energía eléctrica.
6. C&IS Obsoletes replacement FY0910: remplazo de tecnologías de PC&IS obsoletas.
7. PC&IS Obsoletes replacement FY1011: remplazo de tecnologías de PC&IS obsoletas.
8. PC&IS Obsoletes replacement FY1112: remplazo de tecnologías de PC&IS obsoletas.
9. Incremento de capacidad de empaque de líquidos lavatrastes (Salvo y Dawn).
10. Reemplazo de CCMs (Centros de Control de Motores) obsoletos y de alto riesgo.
11. Incremento de capacidad para embotellado de los productos Salvo y Dawn.
12. Reemplazo y aumento de confiabilidad en sistemas obsoletos para la fabricación de detergente en polvo, como el horno secador y el sistema de control de aditivos para detergente.
13. Preparación para la fabricación de una nueva presentación de detergente en polvo.
14. Proyecto de ahorros mediante la modificación del proceso de fabricación de detergente en polvo; modificaciones al sistema de formulación e instalación de dispositivos de control.
15. Nueva iniciativa para modificar el tipo de empaque de detergente de ropa líquido.
16. Modificaciones al sistema de transporte de producto terminado hacia almacén.
17. Reemplazo por obsolescencia de sistema de control de Batidora en el proceso de fabricación de detergente en polvo.
18. Instalación, configuración y pruebas del sistema de control para nuevas máquinas de empaque de líquidos lavatrastes.
19. Instalación, configuración y pruebas de nueva plataforma de control para la Planta de fabricación de perfumes.
20. Nueva iniciativa para modificar el empaque de detergente en polvo; preparación de cuarto especial para la instalación de nueva maquinaria.
21. Modificación al proceso de fabricación de líquido lavatrastes.
22. Modificación al proceso de fabricación del aditivo principal para el detergente en polvo.
23. Construcción de un nuevo centro de distribución, relocalización y compra de máquinas para embarque; instalación, adecuación y pruebas de los sistemas de transporte de producto terminado, incluyendo el sistema de escáneres para control de inventario de producto.

IV. PLAN MAESTRO DE PC&IS PARA LA PLANTA

Una de las principales y más demandantes de mis responsabilidades como Líder y Gerente de PC&IS ha sido la creación, renovación, mejora continua y ejecución del Plan Maestro de PC&IS para la Planta. Esta actividad representa un flujo completo de trabajo: desde la recopilación de información y el análisis requeridos para crearlo, hasta la ejecución de los proyectos y estrategias que de él emanan. Este trabajo únicamente mencionará algunos de los proyectos y estrategias mencionados, pero su ejecución representa una gran porción del trabajo diario en la Planta.

El Plan Maestro debe estar directamente relacionado con las prioridades principales de la Planta y de la empresa en ese momento, así como considerar la visión a largo plazo de la misma y de la Compañía. El siguiente esquema muestra la estructura de un Plan Maestro de PC&IS y el proceso básico para desarrollarlo (Diagrama 3: Estructura y proceso para generar un Plan Maestro de PC&IS).



Diagrama 3: Estructura y proceso para generar un Plan Maestro de PC&IS

Como se puede observar, el Plan Maestro consta de tres grandes rubros, que son Organización, Tecnologías y “Capability” (término en inglés que mezcla las palabras Capacity y Ability, para nombrar al conjunto de capacidades y habilidades de una persona). Este plan incluye un análisis del estado actual en los tres rubros para conocer la condición de cada uno en el momento en que se inicia el desarrollo del Plan, así como la porción o impacto que la disciplina de PC&IS tiene dentro de ellos. El siguiente paso es considerar y estudiar las condiciones actuales y prioridades del negocio; éstas deben revisarse para asignar un peso específico a cada rubro y para alinear acorde a ellas las estrategias que serán incluidas en el Plan Maestro. Finalmente, tomando en cuenta lo anterior de manera holística, se puede generar una Visión de PC&IS a corto, mediano y largo plazos, y así generar a detalle las estrategias concretas que se requieren para alcanzarla.

Durante mi carrera en P&G, la situación y prioridades del negocio han cambiado constantemente, por lo que en las siguientes secciones mencionaré únicamente el detalle del primer análisis y algunas

actualizaciones, considerando que las condiciones globales y del negocio son muy dinámicas, razón por la cual sería muy difícil incluir todo el detalle y las actualizaciones más recientes.

ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN (Actual vs Ideal)

Este análisis se realiza considerando varios aspectos:

1. Responsabilidades diarias (en la Operación) que involucran Sistemas de Fuerza, Control e Información, así como la dirección técnica y administrativa que requieren.
2. Cantidad de proyectos activos y futuros que incluyen tecnologías de PC&IS.
3. Grado de automatización de los proyectos y de las tecnologías que se están implementando o se implementarán en el futuro.

En Planta Vallejo, el número de tecnologías obsoletas que se tenía en operación era muy alto, pues la Planta operaba con muchas de ellas desde que inició producción; las tecnologías que las reemplazan requieren de un mayor grado de configuración o programación, por su mayor contenido de componentes electrónicos. De la misma forma, las mejoras a las máquinas y los procesos, incluyen un mayor número de tecnologías y componentes electrónicos para reemplazar otros mecánicos o realizados manualmente. Esto se tomó en consideración para realizar propuestas que modificaran el número de personas requeridas por operación y por turno para poder soportar las actividades de manufactura, así como su línea de reporte.

Los proyectos contemplados para implementarse en la Planta fueron también revisados y analizados en cantidad y complejidad, con lo que se realizaron diferentes propuestas del número de personas requeridas en el Departamento de Sistemas Técnicos, tanto para implementar dichos proyectos, como para soportar las actividades de manufactura y el remplazo de tecnologías obsoletas ya mencionado; es decir del desempeño de las tecnologías. Adicionalmente, el grupo de PC&IS central proporciona soporte en la administración, planeación y ejecución de los entrenamientos técnicos requeridos; es decir, del Plan de Capability.

Este análisis, me permitió realizar la propuesta y conseguir el aumento de recursos en el Departamento de Sistemas Técnicos, de uno a cuatro en los casi seis años de mi permanencia en el puesto, así como movimientos del personal técnico en la operación y de cambios en sus líneas de reporte. Las propuestas concretas y herramientas utilizadas se muestran a continuación:

USO DE RAMP (*Resources Allocation and Management Process*).

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo del proceso de RAMP utilizado (Figura 6). En la primera imagen se tiene el cálculo del porcentaje aproximado de la jornada de trabajo de un empleado de tiempo completo que debe dedicar a proyectos de diferentes niveles de complejidad; este ejercicio se realizó tanto para gerentes de proyecto como para su contacto de PC&IS para dicho proyecto, considerando las actividades que desempeña y la documentación que debe generar. En las siguientes dos diapositivas se muestra la cantidad de recursos (gerentes de proyecto e ingenieros de PC&IS) que se requieren para ejecutar las actividades diarias y los proyectos planeados en los siguientes meses. En la última diapositiva

se muestran las diferentes propuestas para poder tener buenos resultados; hubo dos alternativas: incrementar el número de recursos o modificar el plan de proyectos, en sus fechas de inicio o de arranque. Al final se tomó una decisión que combinaba ambas: contratar personal temporal y modificar las fechas de algunos proyectos.

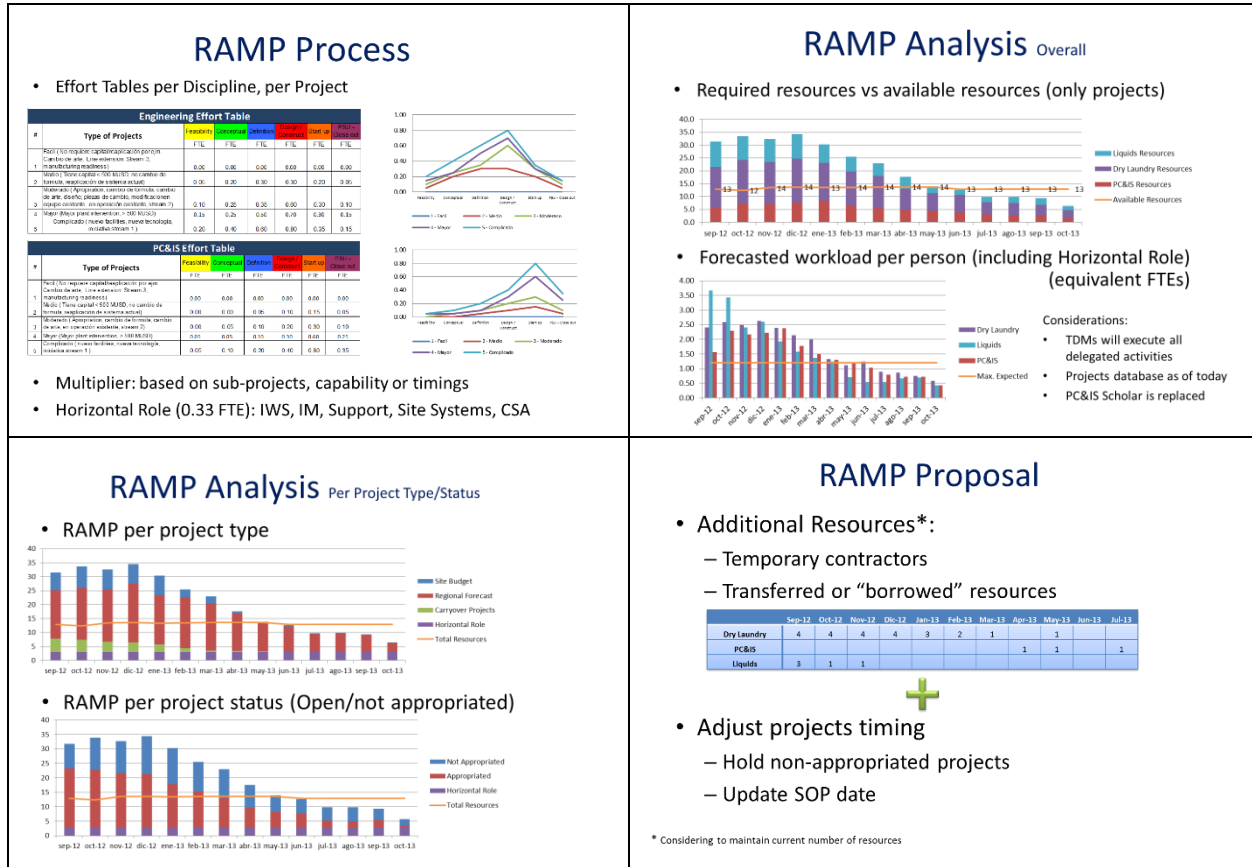


Figura 6: Ejemplo del proceso de RAMP utilizado

PROPUESTA DE LÍNEA DE REPORTE Y PLAN DE CARRERA DE PC&IS

Para poder alcanzar los resultados del negocio también fue necesario revisar la estructura de las Operaciones. Cada área productiva contaba con cierto número de personal de PC&IS, pero el número y la estructura eran diferentes en la mayoría. En los siguientes cuadros se pueden observar la estructura y línea de reporte del personal de PC&IS en las diferentes áreas de la Planta, así como las oportunidades, y recomendaciones de cambio (Figura 7: Análisis de la organización actual en las operaciones productivas).

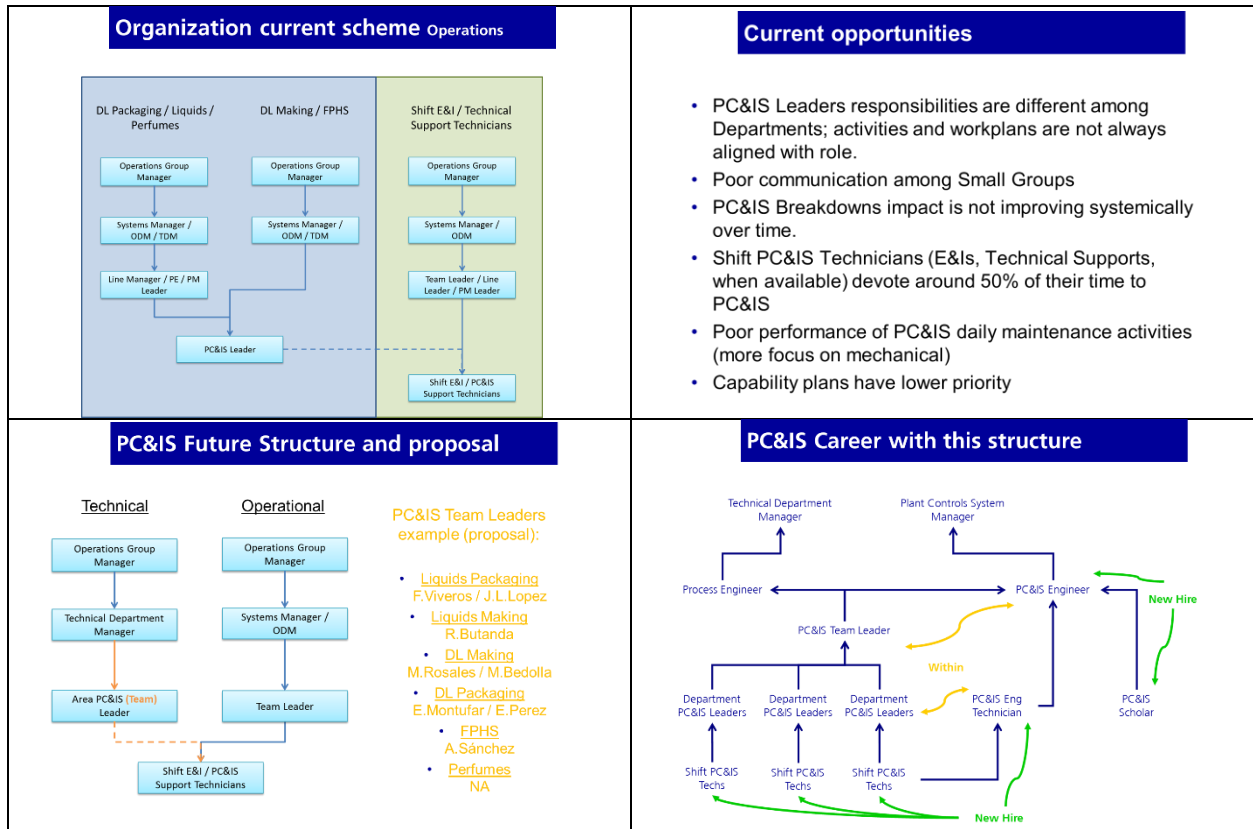


Figura 7: Análisis de la organización actual en las operaciones productivas

Este análisis se realizó simultáneamente con otro cambio. Se estaba generando una estructura técnica de soporte para la Planta, donde además del Gerente de Departamento de las Operaciones se creó un Gerente Técnico del Departamento. Esta nueva estructura apoyó la propuesta de que el personal de PC&IS reportara ahora a dicha organización, promoviendo un mayor enfoque y especialización técnicos.

El último cuadro muestra un aspecto muy importante para la salud organizacional: el plan de carrera y sucesión. Este plan no existía, por lo que las personas en un rol de PC&IS no tenían la certeza de las posiciones y roles que podrían tener en un futuro. Esta claridad fue una herramienta clave para proponer movimientos horizontales entre operaciones, así como para garantizar que los roles más críticos para el negocio siempre se encuentren cubiertos.

La mayoría de las propuestas fueron aceptadas; sin embargo, había muchas limitaciones de presupuesto y productividad debido a decrementos de la demanda, por lo que no fue posible alcanzar los estados ideales.

ANÁLISIS Y SOSTENIBILIDAD DEL “CAPABILITY”

El análisis del nivel de habilidades de la gente (*Capability*) se realiza mediante matrices de habilidades. Un ejemplo de Matriz de Habilidades se puede observar en la siguiente imagen (Figura 8: Ejemplo de una matriz de habilidades).



Updated:
2-Oct-09



Skill Matrix - MSG1 PC&IS

[Click Here to go to the LA C&IS Website](#)

		Alfredo Carbajal MSG1 M	Arturo Valencia MSG1 M	Francisco Mendoza MSG1 A	Omar Saucedo MSG1 B	José Juan Alonso MSG1 C	Eduardo Balderas MSG1 D	PCIS MIN	PCIS MAX	PCIS AVG	Skill degree	
											N/A	
											2	
											3	
											4	
											5	
											Priorities	
											A	
											B	
											C	
											NEED	
MANAGEMENT SKILLS											3.00	
A	Business Knowledge	A	2	2	1	1	1	1	1	2	1.33	3
B	C&IS Project Management (EWP, GSUM)	A	2	2	1	1	1	1	1	2	1.33	3
C	C&IS KEA Management	A	2	1	1	1	1	1	1	2	1.17	3
D	C&IS Masterplan Creation & Implementation	A	2	2	1	1	1	1	1	2	1.33	3
E	C&IS Technical English	A	2	1	1	1	1	1	1	2	1.17	3
F	Comp. Installation CSA	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
G	IWS Knowledge	A	4	3	3	3	3	3	3	4	3.17	3
H	C&IS Basic Engineering Development	B	2.5	2.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.5	2.08	3
I	C&IS Quarterly Reports Creation	B	2	1	1	1	1	1	1	2	1.17	3
J	C&IS Technologies List & LifeCycles	B	2	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	2	1.72	3
K	PC&IS Network Systems knowledge	B	2	1	1	1	1	1	1	2	1.17	3
L	E&T Training for Trainers	C	4	3	3	3	3	3	3	4	3.17	3
M	Power KEA	C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TECHNICAL SKILLS			2.95	2.89	2.29	2.63	2.79	2.54	2.29	2.95	2.6	3.00
N	ControlLogix / CompactLogix	A	2	2	1	1	1	1	1	2	1.33	3
	Sabe abrir y monitorear el Programa RSLogix 5000	A	2	2	1	1	1	1	1	2	1.33	3
	Puede cargar un programa RSLogix 5000	A	3	1	1	1	1	1	1	3	1.33	3
	Puede modificar el programa del RSLogix 5000	A	3	2	1	1	1	1	1	3	1.5	3
	Sabe comunicarse con todos los protocolos de comunicación	A	1	3	1	1	1	1	1	3	1.33	3
	Puede hacer un respaldo	A	3	3	1	1	1	1	1	3	1.67	3
	Firmware y versiones	A	1	2	1	1	1	1	1	2	1.17	3
	Troubleshoot para conectarse al PLC	A	2	1	1	1	1	1	1	2	1.17	3
	Identificación de fallas con leds y display del Procesador	A	3	2	1	1	1	1	1	3	1.5	3
	IDSS, configuración de IPs, etc...	A	1	2	1	1	1	1	1	2	1.17	3
	Conoce el Sercos para CLgx	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	Conoce las tarjetas contadoras de alta velocidad	A	2	1	1	1	1	1	1	2	1.17	3
	Conoce el PCP 325A (ControlLogix Programing Guidelines)	A	2	3	1	1	1	1	1	3	1.5	3
	Conoce los números de parte de los componentes Logix	A	2	3	1	1	1	1	1	3	1.5	3
O	Electrical Safety	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
P	Honeywell (C200, TDC3000)	A	3	3	2	3	2	2	2	3	2.5	3
Q	Instrumentation skills	A	4	3	3	3	3	3	3	4	3.17	3
R	PLCS / SLC / MicroLogix	A	3	2	1	2	1	1	1	3	1.67	3
S	QI/ Feedmaster	A	2	3	2	2	2	2	2	3	2.17	3
T	Siemens S5/S7	A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3

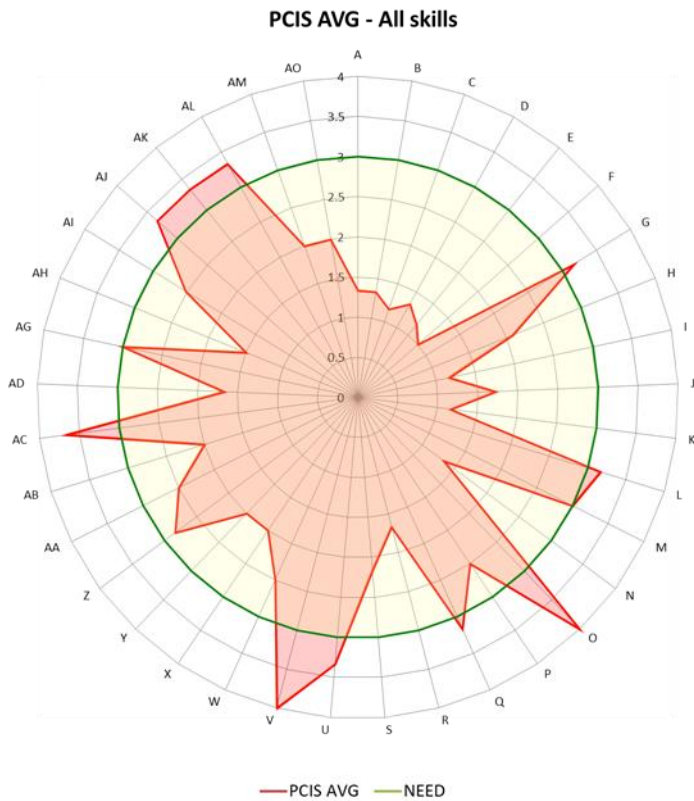
Figura 8: Ejemplo de una matriz de habilidades

En esta matriz se muestran valores numéricos para cada una de las habilidades. Estos niveles los definimos en P&G de la siguiente forma (Tabla 2).

<p>Nivel de conocimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No lo puede hacer. 2. Conoce la teoría. Puede hacerlo con ayuda. 3. Tiene experiencia práctica. Lo puede hacer de forma independiente. 4. Puede enseñar a otros. 5. Puede enseñar, asesorar, diseñar e implementar nuevas metodologías.

Tabla 2: Niveles para evaluación de conocimientos

Esta matriz sirve para que todo el personal se evalúe en las capacidades y habilidades que debe tener y/o desarrollar para desempeñar exitosamente su rol. Anualmente, como mínimo, o a raíz de cualquier cambio de roles o entrada de nuevo personal, se solicitarán reevaluaciones. A partir de cada evaluación se observa el nivel de habilidades tecnológicas individualmente, por área o del total de personal. La siguiente imagen muestra mediante un gráfico el nivel de habilidades mínimo requerido y el nivel de habilidades real para una operación ejemplo (Figura 9).



Category	Skill
MANAGEMENT SKILLS	A Business Knowledge
	B C&IS Project Management (EWP, GSUM)
	C C&IS KEA Management
	D C&IS Masterplan Creation & Implementation
	E C&IS Technical English
	F Comp. Installation CSA
	G IWS Knowledge
	H C&IS Basic Engineering Development
	I C&IS Quartely Reports Creation
	J C&IS Technologies List & LifeCycles
TECHNICAL SKILLS	K PC&IS Network Systems knowledge
	L E&T Training for Trainers
	M Power KEA
	N ControLogix
	O Electrical Safety
	P Honeywell (C200, TDC3000)
	Q Instrumentation skills
	R PLC5 / SLC / MicroLogix / CompactLogix
	S QI/ Feedmaster
	T Siemens S5/S7
	U AC/DC Motors
	V Actuators Field
	W Batch Control Platform (UB, Honeywell, Rockwell)
	X C&IS Infrastructure (Networks)
	Y Control Strategy Design
	Z Electrical Installations
AA Human-Machine Interface (Intouch, RSVIEW ME)	
AB Solid Feeders (K-Tron)	
AC Machine Sensors	
AD Mass Meters	
AE Mechatronics Skills	
AF Motion Control & Drives	
AG Motor Control Centers	
AH PCP's Knowledge	
AI PLC Control Networks (Dnet, CNet, RIO, DH, 485, Profibus)	
AJ Pneumatics	
AK Weight cells	
AL Diagram Analysis (P&ID's, Single line)	
AM MES Systems (Proficy / Maple)	
AN Modeling and Simulation	
AO Process Control Loop Health	
AP Vision Systems	

Figura 9: Gráfica de araña con un ejemplo de evaluación de habilidades

La siguiente imagen es una tabla con las tecnologías que se encuentran debajo del nivel de habilidad mínimo requerido, así como el nivel evaluado. Se muestran priorizadas de mayor a menor diferencia entre el nivel real vs el nivel evaluado. De esta forma tenemos una de las entradas para generar el plan de entrenamiento para los siguientes meses (Figura 10).

Skill	Priority	AVG	NEED
Comp. Installation CSA	A	1.00	3
C&IS KEA Management	A	1.17	3
C&IS Technical English	A	1.17	3
C&IS Quartely Reports Creation	B	1.17	3
PC&IS Network Systems knowledge	B	1.17	3
Business Knowledge	A	1.33	3
C&IS Project Management (EWP, GSUM)	A	1.33	3
C&IS Masterplan Creation & Implementation	A	1.33	3
ControLogix / CompactLogix	A	1.33	3
PCP's Knowledge	B	1.50	3
PLC5 / SLC / MicroLogix	A	1.67	3
Mass Meters	B	1.67	3
C&IS Technologies List & LifeCycles	B	1.72	3
C&IS Infrastructure (Networks)	B	2.00	3
Control Strategy Design	B	2.00	3
Solid Feeders (K-Tron)	B	2.00	3
MES Systems (Proficy / Maple)	C	2.00	3
Process Control Loop Health	C	2.00	3
C&IS Basic Engineering Development	B	2.08	3
QI/ Feedmaster	A	2.17	3
Honeywell (C200, TDC3000)	A	2.50	3
Batch Control Platform (UB, Honeywell, Rockwell)	B	2.50	3
Human-Machine Interface (Intouch, RSVIEW ME)	B	2.50	3

Figura 10: Ejemplo de tabla con las habilidades evaluadas debajo del nivel mínimo requerido

La segunda y última entrada para generar el Plan de Entrenamientos es la cuantificación de pérdidas que tiene el negocio causadas por esta falta del *capability*. Estas pérdidas se pueden valorar de diferentes maneras, como por ejemplo: tiempos muertos de producción por una falla o avería debida a la mala operación o manipulación de un equipo, o por el fracaso al intentar solucionar una de estas fallas o averías; o pérdida de producto por no tener el nivel de calidad adecuado debido a un mal ajuste o configuración de los equipos o sistemas. En Planta Vallejo el mayor problema se tenía por el primer caso; es decir, por tiempos muertos debidos a fallas o averías en los procesos de fabricación del producto.

Por esta razón, se decidió hacer una evaluación periódica de estos tiempos muertos, y un análisis a detalle sobre la tecnología donde los conocimientos o habilidades no habían sido suficientes para solucionar el problema o para haberlo causado en un principio.

La siguiente imagen (Figura 11) muestra un ejemplo de Plan de Entrenamientos propuesto en forma de calendario. Éste muestra los entrenamientos propuestos durante los siguientes meses, ordenados por prioridad de importancia, después de haber consolidado la información tanto de la diferencia entre el nivel de conocimiento ideal vs el real, como de la pérdida de tiempo de producción debido a cada tecnología. También se consideraron otros aspectos, como la cantidad de Áreas que contaban con cada tecnología, pues el impacto de un entrenamiento para tecnologías existentes en un mayor número de máquinas o sistemas sería mucho mayor que el de aquellas con las que sólo se contara en una o dos Áreas operativas; asimismo se consideró el tiempo de vida de las tecnologías, para tener un mayor enfoque en las vigentes y en aquellas en que tuviéramos la certeza de que continuaríamos utilizando.

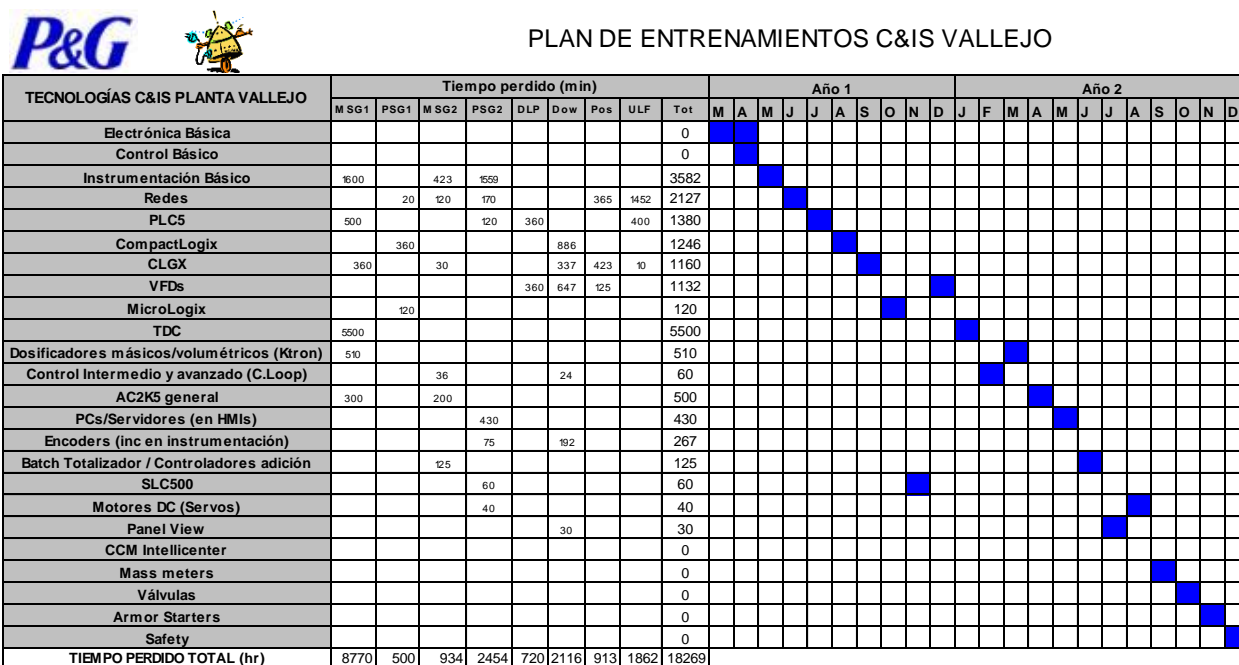


Figura 11: Ejemplo de Plan de Entrenamientos priorizado y calendarizado

El último elemento del Plan Maestro, pero no por ello menos importante, es el análisis de las tecnologías utilizadas en nuestros Sistemas de Fuerza, Control e Información. El inventario y listados de las tecnologías en uso fue una herramienta extremadamente importante para mi función, pues se utiliza para prácticamente todas las actividades que desempeñamos en la disciplina de PC&IS: creación de planes de entrenamiento, planeación de proyectos de remplazo, selección de componentes para nuevos proyectos o máquinas, generación u optimización de planes de mantenimiento y refacciones, etc.

Cuando inicié el rol no se contaba con esta información, por lo que me di a la tarea de solicitar esta información del personal que ya laboraba en la Planta, visitando sus Áreas operativas y observando todos los componentes de automatización en sus procesos de manufactura.

Una porción del primer Inventario de Tecnologías que generé se puede observar en la siguiente imagen (Figura 12). En él se incluía una clasificación preliminar del tipo de tecnología que indicaba la criticidad para el proceso de fabricación, el estado de obsolescencia y una clasificación por fallas comunes experimentadas con esa tecnología. A cada letra se le asignó un valor (A, B y C, indicando de mayor a menor y N si no aplicaba), y en la columna de la derecha se sumaban todos los de cada tecnología. Un mayor valor indicaba mayor nivel de prioridad para tomar en cuenta en los planes y estrategias futuros (entrenamiento, remplazo, etc.)



Criterio de clasificación	
A	Crítica / Obsoleta (no hay refacciones) / Falla constantemente
B	Importante pero no crítica / Obsoleta (con refacciones) / Falla algunas veces
C	No afecta el proceso / Vigente / Falla raramente
N	No hay / No aplica / No falla



Inventario de Tecnologías	Area																								#
	Packing I			Making I			Packing II			Making II			Downy			DLP			ULF/WH			Poseidón			
	Crit	Obs	Fail	Crit	Obs	Fail	Crit	Obs	Fail	Crit	Obs	Fail	Crit	Obs	Fail	Crit	Obs	Fail	Crit	Obs	Fail	Crit	Obs	Fail	
CCM	A	A	B	A	N	N	A	A	A	A	A	N	A	B	N	A	A	B	A	A	C	A	N	N	49
VPDs	B	A	C	A	N	N	A	A	A	B	N	A	C	C	A	A	A	A	N	C	A	N	A	47	
SLC500	B	N	B	A	N	N	A	N	A	B	N	A	B	C	A	A	A	N	N	A	N	N	N	39	
PLC5	B	A	C	A	N	N	A	N	A	A	A	N	A	B	C	A	N	N	A	N	C	A	N	B	39
Celdas de carga	A	N	C	A	N	N	A	N	A	B	N	A	C	C	A	N	N	A	N	A	A	N	N	35	
Redes	A	N	B	A	N	N	A	N	A	B	N	A	C	A	A	N	N	A	N	C	A	N	N	36	
Fuentes de poder	A	N	C	A	N	N	A	N	A	N	N	B	N	N	A	N	N	B	N	C	A	N	N	27	
Motores (AC/DC)	A	N	C	A	N	N	A	N	A	B	N	A	N	C	N	N	N	A	N	C	A	N	N	29	
Transmisores	B	A	C	A	N	N	A	N	N	A	C	N	A	B	B	A	N	N	N	N	N	A	N	29	
Servomotores	B	N	C	A	N	N	A	N	N	N	N	A	C	C	N	N	N	A	N	C	A	N	B	26	
HMI	A	N	C	A	N	N	A	N	N	A	B	N	A	B	C	A	N	N	B	N	C	B	N	29	
MES	B	N	C	A	N	N	A	N	A	N	N	C	C	A	N	N	N	A	N	C	C	N	B	27	
CLGX	A	N	C	A	N	N	N	N	A	N	N	A	N	C	N	N	N	A	N	C	A	N	A	24	
Batch Totalizador	A	N	C	A	N	N	A	N	N	A	B	A	A	B	B	A	N	N	N	N	A	N	C	32	
Switches	B	N	C	A	N	N	A	N	N	N	A	N	N	N	N	N	B	N	N	A	N	A	C	21	
CompactLogix	B	N	C	N	N	N	A	N	N	N	B	N	C	A	N	N	A	N	C	A	N	N	22		
TDC	N	N	N	A	A	N	N	N	N	A	A	B	N	N	N	A	A	B	N	N	N	N	N	22	
SMC-flex	N	N	N	A	N	N	N	N	N	A	B	B	A	N	C	A	N	N	A	N	C	A	N	24	
MicroLogix	N	N	N	N	N	N	A	N	N	N	N	A	N	N	N	A	N	N	A	N	C	A	N	19	
UPS	N	N	N	A	N	N	A	N	N	A	N	N	A	N	N	N	N	A	N	C	B	N	N	18	
PCs/Servidores	B	N	N	B	N	N	A	N	N	B	A	A	A	B	B	N	N	N	B	N	C	A	N	26	
Mass meters	N	N	N	A	N	N	N	N	N	A	B	B	A	B	A	A	N	N	N	N	A	N	N	24	
Software	N	N	N	A	N	N	A	N	N	A	C	B	N	N	N	A	N	N	A	N	N	B	N	20	
Encoders	B	N	C	N	N	N	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A	N	C	N	N	13	
Operator Interface	N	N	N	B	N	N	A	N	N	B	B	B	A	B	C	N	N	N	N	N	N	B	N	19	
Actuadores	N	N	N	A	N	N	N	N	N	A	B	C	B	C	N	A	A	A	N	N	A	N	N	21	
Válvulas	B	N	N	A	N	N	N	N	N	A	C	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N	16	
Sensores de flama	N	N	N	A	N	B	N	N	N	A	C	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	10	
Batch Sequencer	N	N	N	A	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N	14	
Armer Point	A	N	B	N	N	N	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	9	

Figura 12: Porción de la primera versión del Inventario de Tecnologías

Al tener un mayor nivel de detalle en cuanto a los modelos utilizados en cada Operación, fue posible utilizar el inventario para crear un plan preventivo de reemplazos por obsolescencia, en adición a la priorización de entrenamientos. Esta información, aunada con una comunicación estrecha con los proveedores nos permitió elegir las tecnologías que reemplazarían a cada una de las que ya no contaba con refacciones disponibles en el mercado. Al complementar el listado con la información de tiempo perdido con que ya contábamos anteriormente, fue posible justificar en muchas ocasiones la compra de un nuevo modelo de dispositivo o la creación de un proyecto para realizar la migración a una tecnología vigente.

Finalmente, fue posible construir una base de datos web con la información de las tecnologías obsoletas, priorizadas por el riesgo de impactar el negocio y con información como el costo y tiempos de implementación. Esto permitió planear anticipadamente los requerimientos de capital y garantizar contar con los fondos para reemplazar tecnologías obsoletas durante los siguientes años. La siguiente imagen muestra una porción del inventario final en su versión web (Figura 14).

Título	Tecnología	Area/Depto	Tipo/Prioridad	RPN	Costo est. (USD)	Capital/Gasto	Instalado en	FY Propuesto	Downtime est. (hrs)	Multi-year	Creado por	Link informacion	Ejecutado?	Informacion FA
Count = 103					Sum = \$3,706,615.00									
FY Propuesto: FY11/12 (19)														
FY Propuesto: FY12/13 (17)														
Count = 17					Sum = \$1,323,595.00									
Capital/Gasto : (4)														
Capital/Gasto : Capital (12)														
Count = 12					Sum = \$1,323,495.00									
PC&S Turn Around: Reemplazo TDC3000 por OPERA-AB	Controlador programable	Proceso 1	02 Confiabilidad	512	\$500,000.00	Capital		FY12/13	120	Yes	Basurto, Rodrigo		No	
PC&S Turn Around: Reemplazo TDC3000 por OPERA-AB	Controlador programable	Proceso 2	02 Confiabilidad	512	\$500,000.00	Capital		FY12/13	168	Yes	Basurto, Rodrigo		No	
PC&S Turn Around: MM1 (M12) Batch Control Migration to OPERA-UB	Controlador programable	Poseidon Making	02 Confiabilidad	384	\$250,000.00	Capital		FY12/13	96	No	Basurto, Rodrigo		No	
Remplazo VFD 1336 Plus por un PowerFlex70 perfiles (3hp -s)	Control de motores	Proceso 1	03 Obsoleto	800	\$4,000.00	Capital	1998	FY12/13	12	No	Valenciatovar, Arturo		No	
Remplazo Jag'treme por un IND780	Instrumentación	DLP	03 Obsoleto	640	\$6,355.00	Capital	1993	FY12/13	8	Yes	Torres, Arturo		No	
Remplazo VFD 1336 Plus II por un PowerFlex70 Baja 1 (50hp -s)	Control de motores	Proceso 1	03 Obsoleto	640	\$11,000.00	Capital	2000	FY12/13	48	No	Valenciatovar, Arturo		No	
Remplazo VFD 1336 Plus II por un PowerFlex70 LB-Base (10hp -s)	Control de motores	Proceso 1	03 Obsoleto	640	\$7,000.00	Capital	1999	FY12/13	24	Yes	Valenciatovar, Arturo		No	
Remplazo VFD 1336 Plus II por un PowerFlex70 Jabon (15hp -s)	Control de motores	Proceso 1	03 Obsoleto	640	\$9,000.00	Capital	1999	FY12/13	24	Yes	Valenciatovar, Arturo		No	
Remplazo VFD 1336 Clásico por un PowerFlex70 (208D014A3AYNANCO)	Control de motores	DLP	03 Obsoleto	512	\$1,394.00	Capital	1993	FY12/13	6	Yes	Torres, Arturo		No	
Remplazo Medidor de Flujo CMF300M36 INRAUSZZZ por un CMF300M36 INQBUSZZZMC Tecnología MID	Dosificador másico	DLP	03 Obsoleto	512	\$16,746.00	Capital	1993	FY12/13	5	Yes	Torres, Arturo		No	
Remplazo VFD 1336 Plus II por un PowerFlex70 Baja 1 (150hp -s)	Control de motores	Proceso 1	04 Mejora	640	\$11,000.00	Capital	2000	FY12/13	24	Yes	Valenciatovar, Arturo		No	
Remplazo VFD 1336 Plus II por un PowerFlex70 Neodol (10hp -s)	Control de motores	Proceso 1	04 Mejora	480	\$7,000.00	Capital	1999	FY12/13	24	Yes	Valenciatovar, Arturo		No	

Figura 14: Plan de Reemplazos de Tecnologías Obsoletas en su versión web

El riesgo de impactar al negocio se realizó mediante un proceso de clasificación muy parecido al utilizado anteriormente en el primer inventario de tecnologías. En primer lugar, se eligió la “categoría” del proyecto, que fue la razón inicial para proponer el remplazo de la tecnología, seleccionando una de las siguientes opciones:

1. Seguridad / CSA (Controles Internos): El remplazo de la tecnología era una acción correctiva (de una auditoría, por ejemplo) o representaba un riesgo de Seguridad y/o Controles Internos.
2. Confiabilidad: La tecnología ya ocasionaba un impacto negativo en la producción; es decir, fallaba constantemente o se tenían pérdidas cuantificadas de dinero o calidad debidos a ella.
3. Obsolescencia: La tecnología ya era obsoleta y por lo tanto representaba un riesgo potencial de pérdidas de producción, debido a la dificultad para obtener soporte de los proveedores o para conseguir refacciones en caso de una falla.
4. Mejora: Mediante el remplazo de esta tecnología se podrían conseguir ahorros o un incremento en la capacidad de producción, alguna mejora menor en la calidad del producto, etc. Es decir, la tecnología actual no presentaba un riesgo al momento, pero su remplazo podría traer beneficios adicionales.

En segundo lugar, se realizó un cálculo llamado RPN (*Risk Prediction Number* – Número de Predicción de Riesgo), donde se evaluó cada uno de los proyectos de remplazo bajo los siguientes parámetros:

- Severidad. Se elegía el grado de severidad que tendría para la Planta el que dicha tecnología fallara.
- Probabilidad y Obsolescencia. Probabilidad de que la tecnología fallara por obsolescencia y de obtener refacciones en el mercado.
- Detección. Grado de prevención o detección de la falla una vez ocurrida.

Los valores que se asignaban para cada uno de estos parámetros se pueden observar en la siguiente tabla (Tabla 3):

Evaluación	10	8	6	4	2
Severidad	Existe un riesgo de seguridad	Paro de Planta o de Unidad productiva	Paro de una Línea de producción	Paro de una máquina	No causa paro inmediato
Probabilidad / Obsolescencia	Ya ha fallado en el pasado	Obsoleto sin refacciones en el mercado	Obsoleto con refacciones en el mercado	Obsoleto con refacciones en Planta	Propuesta de mejora
Detección	No se puede prevenir ni detectar	Muestra alarmas o advertencias	Se mantiene monitoreada por prevención	Se inspecciona constantemente y se restablece	No hay impacto a la producción

Tabla 3: Parámetros para evaluación de proyectos de remplazo mediante RPN

El valor de RPN se calcula multiplicando los valores asignados; es decir, para una tecnología cuya falla provocaría un paro de Planta, que ya había fallado anteriormente y que se mantenía monitoreada para poder prevenirla, el RPN se calcula de la siguiente forma:

$$RPN = 8 \times 10 \times 6 = 480$$

Los proyectos en la página web se mostraron priorizados, en primer lugar, por la categoría (razón de la propuesta de remplazo), y en segundo lugar por el número de RPN, de mayor a menor. De esta forma se pudieron planear los proyectos de remplazo priorizando los que tendrían un mayor impacto o aquellos que prevendrían una mayor pérdida al negocio.

MEDIDAS DE DESEMPEÑO DE PC&IS

El Plan Maestro para la Planta incluía todas las estrategias para cubrir con los tres rubros antes mencionados. Este Plan fue presentado al Director de la Planta y a los Gerentes de Operación y fue una herramienta muy poderosa para obtener los recursos necesarios.

Sin embargo, para la correcta ejecución del Plan, sería necesario evaluar el desempeño del personal de PC&IS, por lo que se propusieron las medidas mostradas en la siguiente imagen (Figura 15), éstas eran evaluadas durante juntas semanales donde participaban todos los líderes de PC&IS de las Operaciones, y que eran lideradas por el líder de PC&IS (por mí en ese momento).

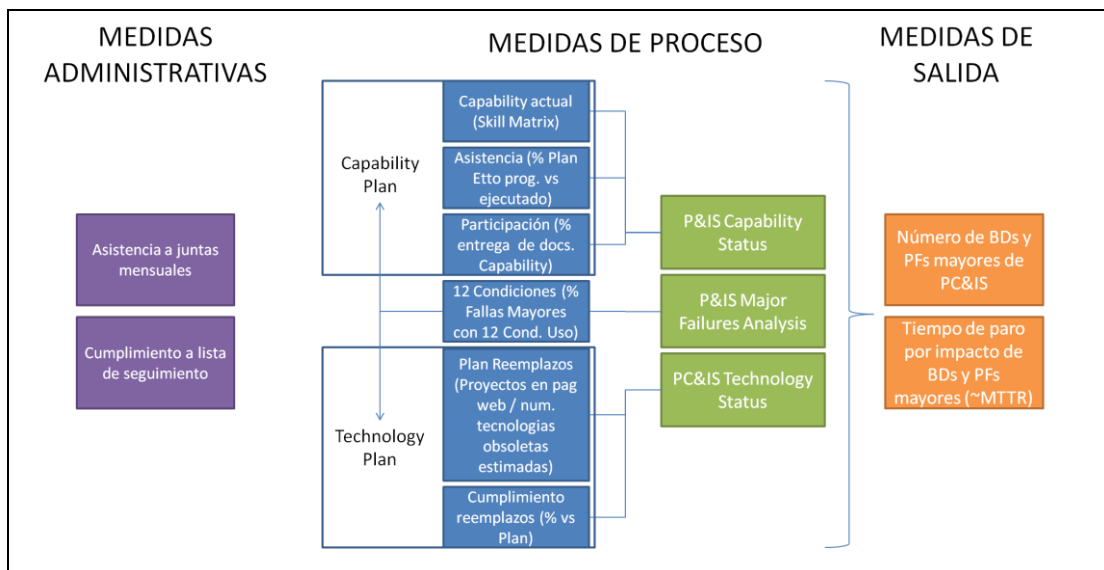


Figura 15: Medidas de desempeño de PC&IS

Estas medidas fueron una excelente guía para establecer claramente la conexión entre las prioridades del negocio (medidas de salida) y el trabajo diario y a mayor plazo (medidas de proceso y administrativas) entre todos los grupos de PC&IS de la Planta.

Dado que incluían la evaluación y el cumplimiento a todos los elementos anteriormente mencionados en el Plan Maestro, constituían una parte fundamental para el éxito de los Líderes de PC&IS.

V. MIGRACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE CONTROL DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DETERGENTE EN POLVO EN UNA PLANTA DE P&G.

1. Introducción: Seguridad Cibernética (Requerimientos por Controles Internos).

Como antecedente a la descripción de uno de los proyectos más importantes de remplazo para la Planta, profundizaré un poco más en el tema de la seguridad cibernética. En este rubro, la Compañía establece los criterios que se deben cumplir para todas las computadoras que se utilizan en las Plantas, dividiéndolas en dos tipos: los equipos y servidores para uso del personal administrativo (Microsoft Office, correo electrónico, etc.), y los utilizados en las áreas de producción para controlar la fabricación de producto (Computadoras de Control con acceso a PLCs, redes industriales y dispositivos de campo). Los criterios de seguridad cibernética cambian dependiendo del tipo de computadora, puesto que sus funciones son muy diferentes; en la siguiente tabla se encuentra un resumen de las diferencias (Tabla 4).

Tipo	Función	Riesgos cibernéticos	Impacto en Negocio	Estrategia de protección
Computadoras y servidores para uso administrativo	Herramienta de los empleados para realizar tareas diarias (e-mail, creación y revisión de documentos, etc.)	<i>Spyware, phishing, virus, trojanos, etc.</i>	Robo de información confidencial o restringida (información comercial, estratégica o de proyectos, del personal, etc.).	Análisis de la computadora (antivirus), actualizaciones y mejoras de software tienen prioridad sobre el desempeño de las computadoras.
Computadoras de Control (en Áreas Productivas)	Herramientas de producción para el control y operación de instrumentos y dispositivos en campo (válvulas, bombas, máquinas de empaque, etc.)	<i>Spyware, phishing, virus, trojanos, etc.</i> Ataques especializados, incluyendo la toma de control remoto de equipos.	Daño a las personas, paro de operación, daño a equipo de producción, copia y/o envío de información confidencial o restringida (recetas, registros de producción, etc.).	El desempeño de la computadora es prioritario respecto a los análisis, actualizaciones o mejoras de software (ej. si la computadora se reinicia, puede parar la producción o mover equipos de forma inesperada)

Tabla 4: Diferencias de seguridad cibernética por tipo de computadora

Como ya mencioné anteriormente, la responsabilidad de mantener las Computadoras de Control protegidas contra estos riesgos forma parte del rol del Líder de PC&IS para la Planta, y es una de las principales responsabilidades, puesto que las leyes estadounidenses (bajo las que se rige la Compañía) son muy severas al encontrar incumplimientos de Controles Internos.

La plataforma de control en el proceso de fabricación de detergentes contenía computadoras de control que ya eran muy propensas a ciertos riesgos cibernéticos, lo cual será detallado en las siguientes secciones.

2. Descripción general del proceso de producción de detergentes y especificación del sub-proceso definido para el proyecto.

El proceso de producción de detergentes consta de varios sub-procesos o etapas que pueden tener una misma o varias Plataformas diferentes de Control. La Plataforma de Control podría ser definida como el conjunto de elementos de automatización (PLCs, redes, dispositivos en campo, etc.) requeridos para el control automático de cierto proceso o etapa de fabricación.

Este proceso está descrito de forma muy general en el siguiente diagrama (Diagrama 4).

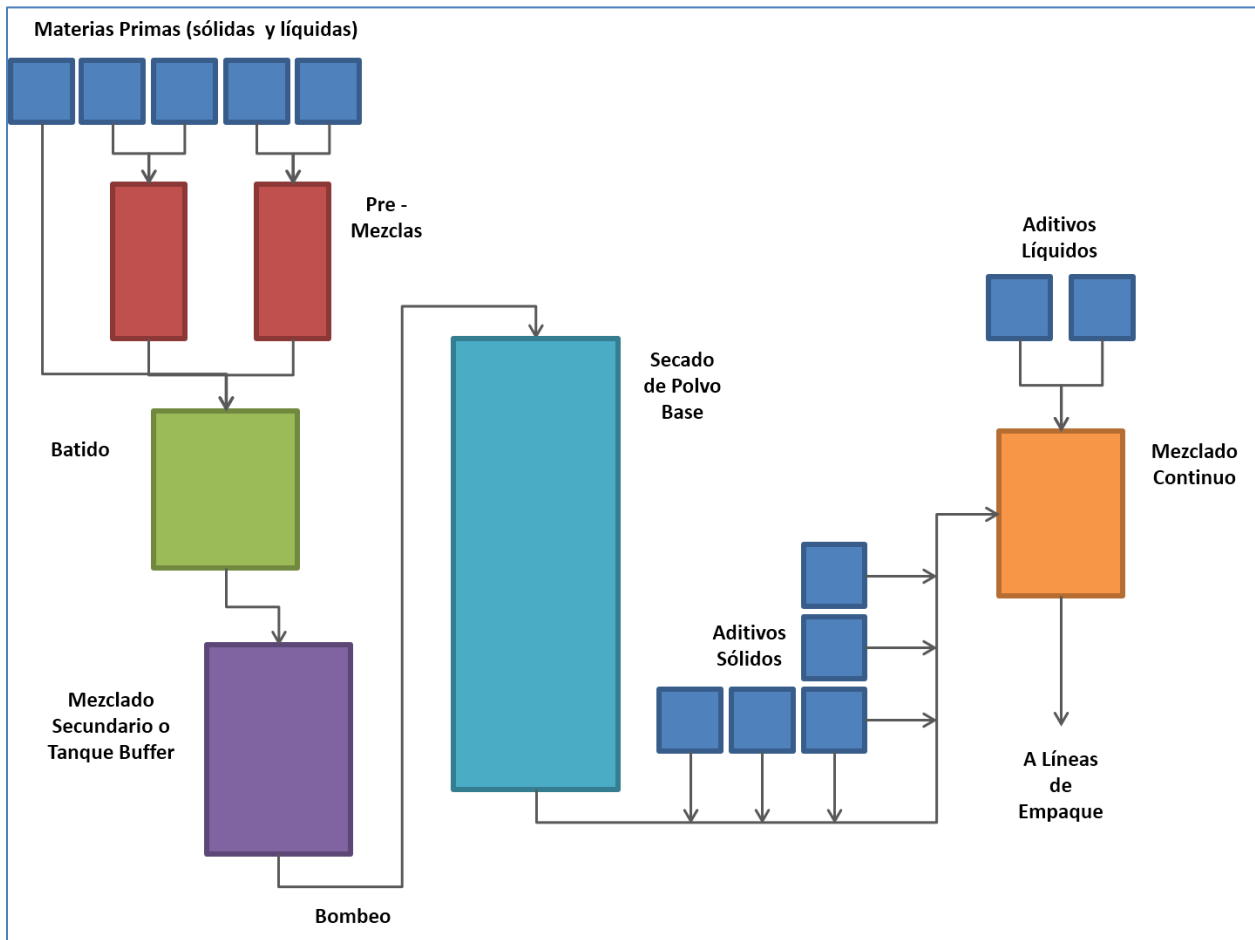


Diagrama 4: Proceso general de fabricación de detergente

Como se puede observar, este proceso consta, básicamente, de tanques de almacenamiento y mezclado estático, así como tuberías y contenedores intermedios para transportar y mezclar la materia prima y los ingredientes. Cada tanque o contenedor es de un material, capacidad y características específicas, para almacenar adecuadamente el material que contiene. Asimismo, las tuberías son del diámetro y especificación requeridos por el tipo de material que transportan. Los materiales o ingredientes pueden

ser ácidos, básicos, corrosivos, etc. La composición y propiedades químicas de la mezcla van cambiando con cada etapa del proceso; a cada parte del proceso donde suceden estas transformaciones químicas le llamamos *punto de transformación*.

El desplazamiento de los ingredientes y de la mezcla se realiza mediante dispositivos electromecánicos de campo, como lo son bombas (centrífugas, de pistón, de desplazamiento positivo, de lóbulos, etc.), bandas, transportadores de tornillo (gusanos), y se controla mediante actuadores y dispositivos electromecánicos como válvulas de corte (automáticas y manuales), celdas de carga o dispositivos de control de masa, válvulas de control de flujo, dispositivos de medición de flujo (máscico o volumétrico), etc. De la misma forma, se requieren puntos de control o medición de las características físicas y químicas del producto, como lo son la presión, la temperatura, la densidad, etc.

El proyecto de migración incluía únicamente el sub-proceso de *Batido* (*Batch*, en inglés); es decir, la *Plataforma de Control de Batidora*. En la siguiente imagen se destaca esta parte dentro del proceso completo (Figura 16).

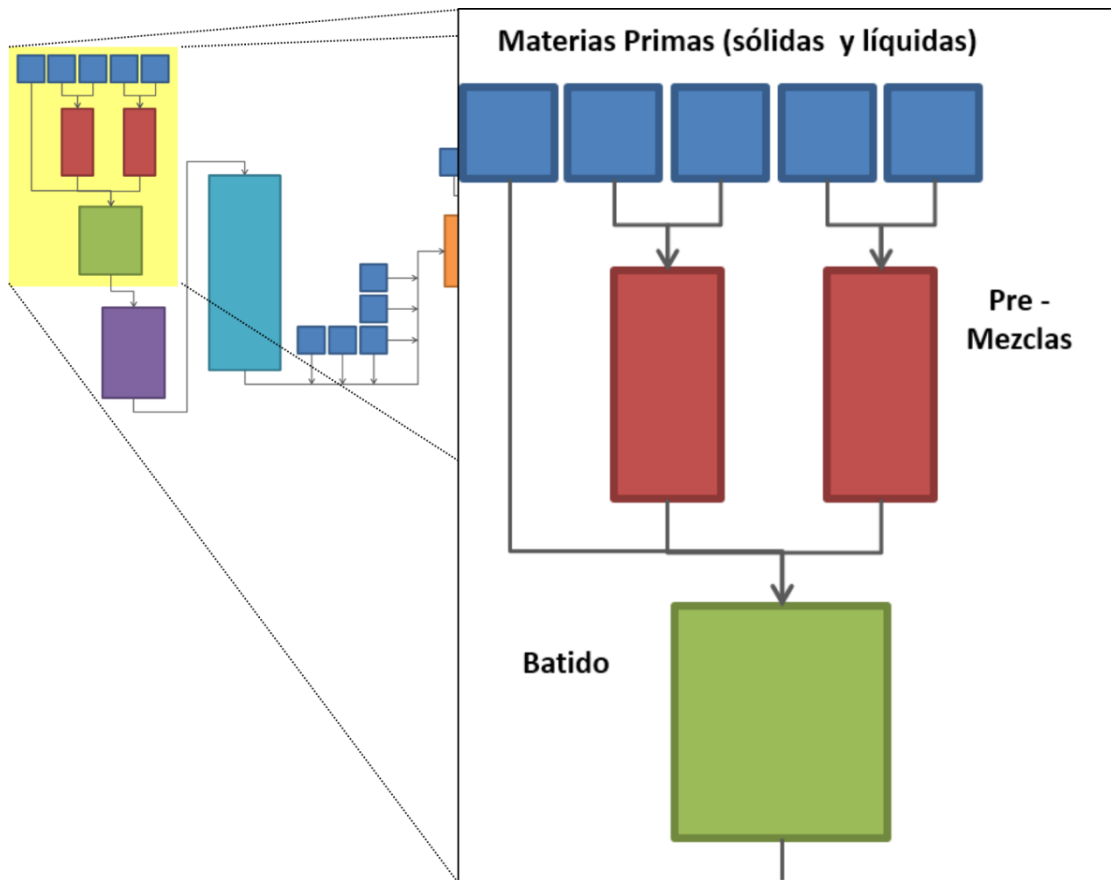


Figura 16: Sub-proceso de Batido dentro del proceso de fabricación de detergente

En esta parte del proceso las materias primas para la producción de detergente, tanto líquidas como sólidas, son adicionadas a tanques de pre-mezcla o directamente al Tanque Principal (Batidora). Esta

última se encarga de hacer una mezcla homogénea mediante un agitador y elementos estructurales dentro del tanque que promueven la disolución de los componentes sólidos y el mezclado óptimo.

La mezcla semi-sólida (*slurry* en inglés) producida por la batidora es transferida mediante un sistema de bombeo con pistones (que utiliza un motor de más de 200hp) hacia el sistema de Secado (inyección de aire precalentado). Una vez que la mezcla se seca, ésta se separa y se transfiere a diferentes sub-procesos de acuerdo a su densidad. Al material con las partículas de densidad y tamaño correctos se le llama polvo base; el polvo de mayor y menor densidades es reprocesado. Al polvo base se le adicionan materiales sólidos y líquidos que complementan su composición y apariencia física, mismos que pasan por un mezclado final antes de su transferencia a las máquinas de empaque.

Cada materia prima (sólida o líquida) se encuentra almacenada en un tanque (líquidos) o silo de almacenamiento (sólidos o polvos). En el caso de los líquidos, el material es comúnmente bombeado desde su tanque de almacenamiento a través de tuberías y mediante el control de válvulas (que puede ser automático o manual) a un *tanque de día* donde puede llevarse a cabo alguna preparación adicional con otros materiales, o simplemente utilizarse como un contenedor temporal. Estos materiales líquidos son enviados del tanque de día a los tranques de premezclado o al tanque principal. Para los sólidos, el material es transferido desde los silos de almacenamiento a *tolvas de día*; desde aquí serán adicionados a los tanques de pre-mezcla o al tanque principal mediante gusanos de transferencia o dosificadores de polvo. El cálculo de la adición se puede realizar mediante un algoritmo de control de adición sencillo utilizando las características físicas del gusano (paso, diámetro, etc.) y la velocidad de su motor; los dosificadores de polvo utilizan algoritmos más complejos, pues son equipos de adición especializados que cuentan con celdas de carga para calcular internamente el flujo de material mediante pérdida y ganancia de peso en la tolva de día y el tanque destino (respectivamente); estos son algoritmos dinámicos y predictivos.

La medición de cada adición de material líquido a la Batidora se realiza mediante medidores de flujo (que pueden ser máscicos o volumétricos). Otros ingredientes líquidos y los ingredientes sólidos se adicionan mediante ganancia o pérdida de peso (GIW o LIW, por sus siglas en inglés) entre el tanque que los contiene y el tanque a donde son transferidos, utilizando controladores especializados y celdas de carga.

Este proceso de adición y mezclado de materiales se puede explicar de forma muy básica mediante la siguiente imagen (Figura 17).

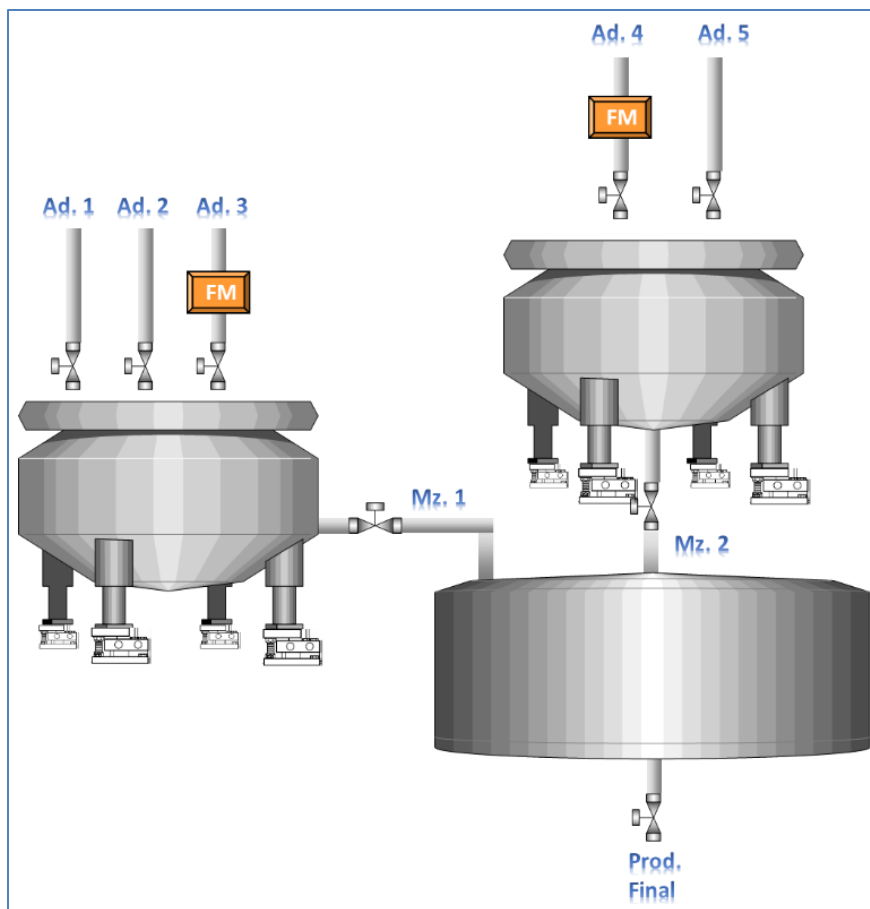


Figura 17: Proceso básico de adición y mezclado de materiales

En esta figura se muestra un sistema con tres tanques. Los tanques pequeños reciben tres y dos adiciones, respectivamente (adiciones 1 a 5), mientras que el tanque grande recibe la mezcla proveniente de cada uno de ellos (mezclas 1 y 2). El producto final se obtiene al combinar las mezclas 1 y 2 en el tanque grande.

Los tanques pequeños cuentan con celdas de carga, lo que permite que las Adiciones 1, 2 y 5 se midan mediante Ganancia de Peso a dichos tanques. Las adiciones 3 y 4 se miden mediante los flujómetros indicados. Bajo esta configuración incluso se pueden realizar adiciones simultáneas a los tanques pequeños, utilizando la ganancia de peso para un material y el flujómetro para otro.

Para la mezcla final, los tanques pequeños hacen la medición de lo que descargan mediante pérdida de peso durante la transferencia de las mezclas al tanque grande. El tanque grande recibe la información de la cantidad de producto que está recibiendo para así realizar la mezcla correcta y obtener producto final bajo las especificaciones deseadas.

Para realizar el control y operación de dichas adiciones y transferencias en un sistema como éste se utilizan equipos de cómputo, PLCs y controladores especializados. Los equipos de cómputo manejan las recetas (las cantidades y el orden en que se debe realizar cada adición), los PLCs realizan el procesamiento

y control de las señales de instrumentos en campo como sensores de nivel y de temperatura (señales de entrada) y envían señales de control a los actuadores en el proceso, como lo son algunas válvulas y bombas (señales de entrada); los controladores especializados se utilizan para realizar el control preciso de las adiciones, pues cuentan con algoritmos programados únicamente para este fin, y se encargan de ejecutar el control de los actuadores de adición, como lo son las válvulas de entrada y salida de tanques, garantizando así que se dosifican las cantidades correctas (logrando incluso un error menor al 0.1% en algunos casos).

3. Antecedentes de la Plataforma de Control de Batidora.

En Planta Vallejo se contaba con una Plataforma o Sistema de Control instalado desde 2005. Este sistema contaba con los siguientes sistemas de información, control y redes:

- Computadoras: 1 Estación de Ingeniería, 3 Servidores, 2 Clientes (PC)
- Procesadores (PLCs): 1 PLC principal
- Controladores especializados: 2 controladores de peso con tarjetas de corte rápido
- Redes: 2 *Routers*, en adición al cableado (más de 300m) y las cajas de conexión

Todos estos elementos se muestran en el siguiente Diagrama de Arquitectura de Red (Diagrama 5).

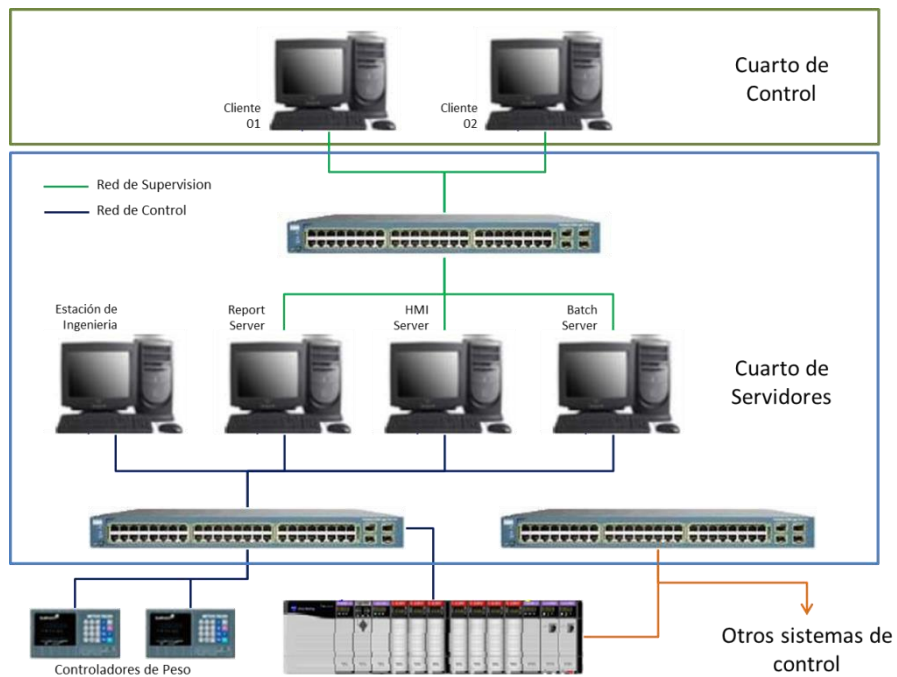


Diagrama 5: Arquitectura de red del sistema de control original

Las especificaciones de los equipos eran las siguientes:

- Servers:
 - Sistema Operativo Microsoft Windows Server 2000 SP3.
 - Hardware Dell PowerEdge 600-800 y Dell OptiPlex GX620.

- Clientes:
 - Sistema Operativo Microsoft Windows 2000 Pro.
 - Hardware Dell o HP (se utilizaban diferentes modelos que aún pudieran soportar el Sistema Operativo de Windows 2000 Pro).
- PLC:
 - Allen Bradley ControlLogix L51 con rack, fuente y tarjetas de entradas y salidas. Firmware del PLC y programa en versión 16.
- Controladores de peso
 - Marca Mettler Toledo
 - Firmware propio del fabricante
- Dispositivos de red
 - Routers Cisco Catalyst

De acuerdo a las especificaciones de los equipos se pueden enlistar los siguientes riesgos de obsolescencia y severidad en caso de una falla:

- Sistema Operativo Windows Server 2000 SP3 y Windows 2000 Pro: Microsoft había dejado de soportar estos Sistemas Operativos desde junio de 2005; incluso el período de soporte extendido para SP4 (Service Pack 4) había terminado en Julio de 2006. Siendo el año 2011, muy pocos proveedores ofrecían soporte a estos Sistemas, y las nuevas versiones de Hardware ya no soportaban estos sistemas operativos obsoletos. En caso de falla de algún equipo, sería imposible instalar este sistema operativo en uno nuevo; adicionalmente, el riesgo de falla de los sistemas operativos aumentaba al no recibir parches de parte de Microsoft contra cualquier nueva vulnerabilidad.
- Los Servidores utilizados de la marca Dell eran equipos que ya no se encontraban disponibles en el mercado, y la configuración del software especializado (control de recetas y monitoreo de adiciones) dependía en cierta medida del tipo de hardware utilizado. Es decir, el software no funcionaría con cualquier modelo (incluso siendo éste compatible con el sistema operativo).
- Modelo y firmware del PLC. Estos estaban aún vigentes y eran soportados por el fabricante (Allen Bradley); sin embargo, los productos similares que ya se utilizaban en la industria eran de mejor calidad y desempeño.
- El controlador de peso tenía un hardware obsoleto desde 2010 y con muy pocas refacciones en el mercado. El firmware también era obsoleto; el proveedor ofrecía una opción de migración a una versión más reciente, pero con un costo muy alto (decenas de miles de dólares).
- Los Routers Cisco Catalyst eran equipos estándar para redes de IT, pero su programación requería de software y personal especializados.

En resumen, y considerando los puntos anteriores: no era posible tener estrategia de soporte robusta para la Aplicación del software de control (llamado AC2K5), pues sólo se contaba con un proveedor que podía dar soporte técnico en caso de fallas; era imposible realizar una migración parcial del sistema, pues la Aplicación de software de control era únicamente compatible con el sistema operativo mencionado, y ningún proveedor asumiría la responsabilidad de actualizar la Aplicación para un sistema operativo más

reciente (este tema se detalla en el siguiente párrafo); y por último, el sistema operativo requerido para el sistema no podía ser instalado en hardware nuevo, debido a incompatibilidades. Es decir, una falla en este sistema era tanto inminente como potencialmente desastrosa para los objetivos de producción y volumen de la Planta; la migración de la Plataforma de Control de Batidora era crítica desde hacía más de dos años, y ya existía un alto riesgo para la confiabilidad de la producción debido a estos problemas.

El desarrollo de este Software de Batidora se había realizado conjuntamente entre dos compañías, debido al alto grado de personalización y a los requerimientos de estandarización entre Plantas que fue solicitado por parte de P&G años atrás. Una de estas compañías estaba basada en Estados Unidos, con fuerte presencia en México para la parte comercial pero no tan fuerte en la parte técnica (soporte a fallas y solicitud de modificaciones); la otra compañía era originaria de E.U., pero sin oficinas ni presencia permanente en México. Durante las etapas finales del desarrollo y la implementación del sistema, así como en los procesos de modificación y actualización del mismo, se involucró a una tercera compañía de origen nacional, la cual desarrolló las habilidades técnicas para soportar y modificar el sistema, y quienes se volvieron el principal contacto técnico para los siguientes años.

A mediano plazo, la involucración de varias compañías, aunada a oportunidades en el desarrollo y sostenimiento de un esquema de soporte técnico adecuado, causó varios problemas de propiedad intelectual y responsabilidad comercial al software de dicha Plataforma de Control, los cuales dificultaron el mantenimiento de la misma y la garantía de su funcionamiento y actualización a largo plazo. En consecuencia, las posibilidades de realizar modificaciones al Sistema eran muy limitadas y dificultaban la implementación de nuevas iniciativas que el negocio requería.

4. Integración a *Masterplan* y análisis de riesgo (RPN).

Dadas las características y riesgos arriba mencionados, este proyecto estaba incluido en el plan de migración de obsoletos desde hacía ya varios meses, dentro de la tabla de administración de tecnologías del Plan Maestro. Dicha migración siempre fue considerada entre las de mayor prioridad en la lista, debido a las siguientes características:

- Impacto al negocio: Se tenían alrededor de cuatro fallas mensuales debidas al sistema de control de Batidora, y cada falla ocasionaba un paro de la producción de 6 horas en promedio. Es decir, se perdía alrededor de un día de producción mensual debido a este sistema.
- Tipo/Prioridad: 01 Seguridad / CSA. Es decir, existía un riesgo de controles internos, debido a las vulnerabilidades del Sistema Operativo que ya no eran soportadas por el fabricante.
- RPN: 384 (Severidad = 8, Probabilidad = 6, Detección = 8). Tanto severidad como detección tienen un valor de los más altos, debido al tan elevado tiempo de paro de operaciones que causaba y a que una falla debida a algún bug de Sistema Operativo o por un ataque de virus eran casi imposibles de predecir o detectar con anticipación.
- Imposibilidad de implementar nuevas iniciativas que requerían modificaciones extensivas al sistema.

El riesgo de mantener operando este sistema se había detectado también mediante las auditorías por Controles Internos para Computadoras de Control; sin embargo, no se había justificado el remplazo. La justificación fue finalmente posible en el año 2011.

5. Toma de decisión y proceso para iniciar la migración. Actividades previas.

En la actualidad existen varias tecnologías o plataformas de control para este tipo de sistemas (*Batch*), tanto comerciales (e.g. FactoryTalk Batch, de Allen Bradley, entre otras), como propias o personalizadas dentro de algunas empresas. Es por esta razón que fue necesario realizar un proceso de selección de la tecnología más apropiada para la Planta, desde varios puntos de vista:

- Elección entre una solución comercial o una solución interna.
- Costo total del proyecto y tiempos de implementación.
- Estrategia de soporte técnico (de emergencia y a mediano-largo plazos).
- Requerimientos técnicos de hardware y software (nivel de especialización).
- Estandarización y estrategias globales para P&G.

Después de revisar todos estos puntos de vista se eligió una plataforma de control propia y desarrollada internamente por el departamento técnico dentro de la Unidad Corporativa de P&G, llamada *Universal Batch*. Esta decisión se tomó básicamente por las siguientes razones:

- Solución comercial vs solución interna.

La plataforma anterior había hecho uso de una solución comercial (FTBatch, en su versión anterior llamada RSBatch), y se había tenido una mala experiencia, debido al nivel de personalización que se solicitó y a la falta de un buen esquema de soporte. *Universal Batch* había sido desarrollado internamente por un grupo de expertos, por lo que se contaría con los niveles de personalización y estandarización requeridos para cualquier Planta de P&G.

- Costo total del proyecto.

El costo de la migración del Sistema de Batidora a un nuevo sistema propio de P&G era más bajo y requería de una menor cantidad de cambios e inversión en infraestructura que las demás opciones. El ahorro por implementar el sistema propio representaba decenas de miles de dólares, debido a los altos costos de las licencias de softwares comerciales y a los equipos de cómputo necesarios para instalarlos.

- Requerimientos de hardware y software.

El sistema es independiente al hardware y sistema operativo utilizados (cualquier versión vigente de Windows o Windows Server se podría utilizar). Esto se debe a que en la nueva plataforma el grueso de la programación especializada, como son el manejo de recetas y fórmulas, y el algoritmo adaptativo-predictivo para el cálculo de adiciones es realizado por el PLC directamente. Es decir, con esta solución sería posible utilizar cualquier computadora (con las capacidades suficientes), así como

un controlador de peso comercial (sin necesidad de un algoritmo predictivo interno y propio de algún proveedor).

- Estrategia de soporte técnico.

El nuevo sistema podría ser soportado internamente por el desarrollador (P&G), mediante una compañía nacional entrenada para ello y con un proceso ya documentado de capacitación, implementación y soporte técnico.

- Experiencias anteriores.

La nueva plataforma ya había sido implementada por el proveedor mencionado y estaba en operación en otras plantas de P&G (especialmente en Latinoamérica), con resultados muy satisfactorios, excediendo las expectativas.

- Estandarización y estrategias globales.

Dicha plataforma fue aceptada globalmente como un estándar de tecnología para este tipo de aplicaciones; un nuevo estándar (basado en la versión actual) estaba siendo desarrollado para sustituirlo, pero no había sido implementado ni validado en una operación sostenida. La discusión de este punto en particular tomó un largo periodo de tiempo, debido al gran esfuerzo que se estaba realizando por utilizar estándares nuevos y el costo que significaría actualizar el sistema en un futuro próximo; sin embargo, y debido a la urgencia de la implementación en Planta Vallejo (que es considerada como la más importante en Latinoamérica para el negocio de HHC), fue posible implementar la versión existente y ampliamente probada.

Como ya fue mencionado anteriormente, este sub-sistema es uno de varios que conforman el proceso de producción de detergentes, y por lo tanto interactúa e influye de formas diversas con los demás; por ejemplo, es un permisivo (condicionante) para otras partes del proceso, pues es la mezcla base de materiales con la que se inicia el proceso de secado y aditivos; de él dependen el *rate* (tasa o velocidad de producción) total de la Torre; y el cambio en alguna de las adiciones podría causar variaciones importantes en la calidad o propiedades del producto final, entre otras cosas. Por esta razón, la migración de este sistema fue incluida inicialmente en un proyecto de migración que consideraba todas las plataformas de control para los procesos de la Torre de producción; sin embargo, finalmente se decidió realizarla de forma independiente y por adelantado debido a la elevada inversión para una migración total y por la criticidad para la operación y los riesgos que representaba.

Como se mencionó anteriormente, se había realizado un análisis global (con todas las plantas de P&G del mundo), donde se eligieron los estándares de tecnología que se utilizarían en esta y el resto de las plataformas de control para producción de detergentes en polvo. Para tomar la decisión, se utilizó principalmente una herramienta llamada “Análisis de la Opción con un Mejor Valor” (*Best Value Option Analysis – BVOA*, por sus siglas en inglés). Esta herramienta fue muy útil para analizar las diferentes opciones mediante la comparación directa y objetiva de cada uno de sus atributos. Gracias al uso de esta herramienta, fue posible la asignación de *Universal Batch* como el estándar para Vallejo y otras Plantas.

Cabe mencionar que, durante mi carrera profesional, esta herramienta me ha resultado muy útil para elegir entre varias opciones y tomar la mejor decisión de manera objetiva.

6. Solución final: descripción y proceso de implementación.

A partir de que la solución final fue definida, se iniciaron las actividades de preparación y planeación del proyecto. Las actividades de planeación y apertura del proyecto van desde la preparación de la documentación básica del proyecto, como estimado de capital, la explicación técnica del proyecto y el cronograma, hasta la entrega de la propuesta final para la aprobación de la Gerencia. Por el monto de capital requerido para ejecutar el Proyecto, fueron necesarias las aprobaciones del Director de la Planta y del Director de Ingeniería para Latinoamérica. A partir de que el proyecto fue formalmente aprobado y que contaba con el capital para realizarlo, iniciamos los preparativos para la implementación.

- Ingeniería eléctrica y actualización de diagramas existentes.

Para iniciar la compra de los materiales necesarios para el proyecto, fue necesario hacer un levantamiento de todas las señales y componentes existentes. La Torre de detergente llevaba muchos años de haberse construido, y tanto el cableado como los tableros eléctricos de la torre tenían muchas oportunidades de mantenimiento, por lo que se necesitaba revisar y actualizar los diagramas eléctricos con el equipo y cableado que realmente estaban instalados en ese momento, así como revisar el estado físico de dichos componentes. Estos diagramas eléctricos se utilizarían como la base para generar los nuevos diagramas y el listado de IO; el listado de IO se refiere a la lista de entradas y salidas entre el PLC y los dispositivos de campo. Este último documento es muy importante, ya que las pruebas para el arranque se realizan componente por componente para garantizar que la programación del PLC, el cableado, la configuración de comunicaciones y el mapeo (distribución de señales en el PLC) fueron hechos correctamente.

En las imágenes siguientes se pueden apreciar ejemplos de algunos diagramas eléctricos (Diagrama 6 y Diagrama 7) y una porción del listado de entradas y salidas (Figura 18) que se obtuvieron como ingeniería eléctrica básica a partir de los levantamientos realizados.

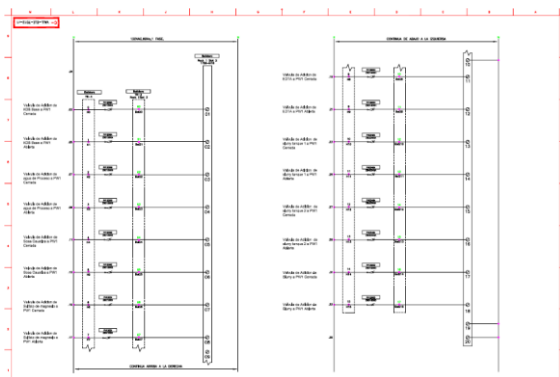


Diagrama 6: Ejemplo 1 de diagramas eléctricos

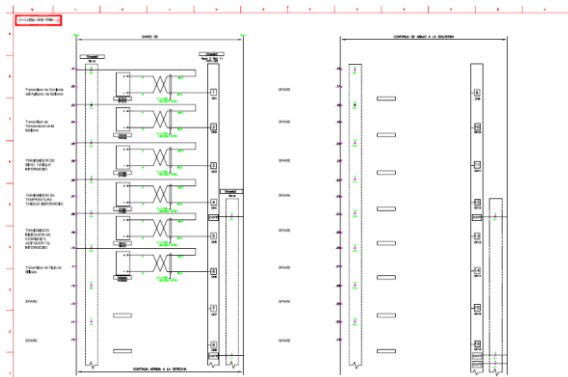


Diagrama 7: Ejemplo 2 de diagramas eléctricos

ITEM	Sistema	SubSistema	TAG	PID	DESCRIPCION	TIPO	PANEL	DIRECCION CLX	Modelo Tarjeta	Densidad	Rack	Slot
H	PW1	KDB Base	ZSC1200A	NA	Valvula de Adicion de KDB Base a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.00	1756-IA-16	16	1	2
2	PW1	KDB Base	ZSO1200A	NA	Valvula de Adicion de KDB Base a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.01	1756-IA-16	16	1	2
3	PW1	Agua PW1	ZSC1200G	NA	Valvula de Adicion de agua de Proceso a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.02	1756-IA-16	16	1	2
4	PW1	Agua PW1	ZSO1200G	NA	Valvula de Adicion de agua de Proceso a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.03	1756-IA-16	16	1	2
5	PW1	Sosa	ZSC1200E	NA	Valvula de Adicion de Sosa Caustica a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.04	1756-IA-16	16	1	2
6	PW1	Sosa	ZSO1200E	NA	Valvula de Adicion de Sosa Caustica a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.05	1756-IA-16	16	1	2
7	PW1	MgSO4	ZSC1200I	NA	Valvula de Adicion de Sulfato de magnesio a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.06	1756-IA-16	16	1	2
8	PW1	MgSO4	ZSO1200I	NA	Valvula de Adicion de Sulfato de magnesio a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.07	1756-IA-16	16	1	2
9	PW1	EDTA	ZSC1200H	NA	Valvula de Adicion de EDTA a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.08	1756-IA-16	16	1	2
10	PW1	EDTA	ZSO1200H	NA	Valvula de Adicion de EDTA a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.09	1756-IA-16	16	1	2
11	PW1	Slurry	ZSL0345A	NA	Valvula de Adicion de slurry tanque 1 a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.10	1756-IA-16	16	1	2
12	PW1	Slurry	ZSH0345A	NA	Valvula de Adicion de slurry tanque 1 a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.11	1756-IA-16	16	1	2
13	PW1	Slurry	ZSL0346A	NA	Valvula de Adicion de slurry tanque 2 a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.12	1756-IA-16	16	1	2
14	PW1	Slurry	ZSH0346A	NA	Valvula de Adicion de slurry tanque 2 a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.13	1756-IA-16	16	1	2
15	PW1	Slurry	ZSC1200D	NA	Valvula de Adicion de Slurry a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.14	1756-IA-16	16	1	2
16	PW1	Slurry	ZSO1200D	NA	Valvula de Adicion de Slurry a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:2:Data.15	1756-IA-16	16	1	2
H	PW1	Desecho Disuelto	ZSC1200F	NA	Valvula de Adicion de Desecho Disuelto a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.00	1756-IA-16	16	1	3
18	PW1	Desecho Disuelto	ZSC1200F	NA	Valvula de Adicion de Desecho Disuelto a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.01	1756-IA-16	16	1	3
19	PW1	EW Base	ZSC1200B	NA	Valvula de Adicion de EWBase a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.02	1756-IA-16	16	1	3
20	PW1	EW Base	ZSO1200B	NA	Valvula de Adicion de EWBase a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.03	1756-IA-16	16	1	3
21	PW1	LB Base	ZSC1200C	NA	Valvula de Adicion de LB Base a PW1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.04	1756-IA-16	16	1	3
22	PW1	LB Base	ZSO1200C	NA	Valvula de Adicion de LB Base a PW1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.05	1756-IA-16	16	1	3
23	PW1	AGUA	ZSC1200GA	NA	VALVULA DE LAVADO PW1 CERRADA	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.06	1756-IA-16	16	1	3
24	PW1	AGUA	ZSO1200GA	NA	VALVULA DE LAVADO PW1 ABIERTA	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.07	1756-IA-16	16	1	3
25	PW1	E-STOP	ESTOPPW1	NA	Paro de Emergencia PW1	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.08	1756-IA-16	16	1	3
26					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.09	1756-IA-16	16	1	3
27					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.10	1756-IA-16	16	1	3
28					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.11	1756-IA-16	16	1	3
29					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.12	1756-IA-16	16	1	3
30	PW1	DUMP	ZSC1200M	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #4 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.13	1756-IA-16	16	1	3
31	PW1	DUMP	ZSO1200M	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #4 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.14	1756-IA-16	16	1	3
32	PW2	E-STOP	ESTOPW2	NA	Paro de Emergencia PW2	DI_120VAC	Batidora	Local:3:Data.15	1756-IA-16	16	1	3
H	PW1	DUMP	ZSC1200J	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.00	1756-IA-16	16	1	4
34	PW1	DUMP	ZSO1200J	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.01	1756-IA-16	16	1	4
35	PW1	DUMP	ZSC1200K	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #2 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.02	1756-IA-16	16	1	4
36	PW1	DUMP	ZSO1200K	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #2 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.03	1756-IA-16	16	1	4
37	PW1	DUMP	ZSC1200L	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #3 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.04	1756-IA-16	16	1	4
38	PW1	DUMP	ZSO1200L	NA	Valvula de Descarga del PW1 a Batidora Compartimiento #3 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.05	1756-IA-16	16	1	4
39	PW2	C1399	ZSC1240B	NA	Valvula de Adicion de C1399 a PW2 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.06	1756-IA-16	16	1	4
40	PW2	C1399	ZSO1240B	NA	Valvula de Adicion de C1399 a PW2 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.07	1756-IA-16	16	1	4
41					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.08	1756-IA-16	16	1	4
42					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.09	1756-IA-16	16	1	4
43					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.10	1756-IA-16	16	1	4
44					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.11	1756-IA-16	16	1	4
45				NA	SPARE	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.12	1756-IA-16	16	1	4
46	PW2	DUMP	ZSC1240D	NA	Valvula de Descarga del PW2 a Batidora Compartimiento #1 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.13	1756-IA-16	16	1	4
47	PW2	DUMP	ZSO1240D	NA	Valvula de Descarga del PW2 a Batidora Compartimiento #1 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.14	1756-IA-16	16	1	4
48					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:4:Data.15	1756-IA-16	16	1	4
H					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.00	1756-IA-16	16	1	5
50					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.01	1756-IA-16	16	1	5
51	CRU	Sosa	ZSC3000B	NA	Valvula de Adicion de Sosa Caustica a Batidora Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.02	1756-IA-16	16	1	5
52	CRU	Sosa	ZSO3000B	NA	Valvula de Adicion de Sosa Caustica a Batidora Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.03	1756-IA-16	16	1	5
53	CRU	Jabon	ZSC1373	NA	Valvula de Adicion de Jabon a Batidora Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.04	1756-IA-16	16	1	5
54	CRU	Jabon	ZSO1373	NA	Valvula de Adicion de Jabon a Batidora Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.05	1756-IA-16	16	1	5
55	CRU	Agua CRU	ZSC3000D	NA	Valvula de Adicion de Agua Jabonosa a Batidora Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.06	1756-IA-16	16	1	5
56	CRU	Agua CRU	ZSO3000D	NA	Valvula de Adicion de Agua Jabonosa a Batidora Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.07	1756-IA-16	16	1	5
57	CRU	Silicato	ZSC3000C	NA	Valvula de Adicion de Silicato a Batidora Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.08	1756-IA-16	16	1	5
58	CRU	Silicato	ZSO3000C	NA	Valvula de Adicion de Silicato a Batidora Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.09	1756-IA-16	16	1	5
59	CRU	Pasta	ZSC3000A	NA	Valvula de Adicion de Pasta a Batidora Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.10	1756-IA-16	16	1	5
60	CRU	Pasta	ZSO3000A	NA	Valvula de Adicion de Pasta a Batidora Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.11	1756-IA-16	16	1	5
61	PW2	Blue15.1	ZSC1240E	NA	Valvula de Adicion de Blue 15.1 a PW2 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.12	1756-IA-16	16	1	5
62	PW2	Blue15.1	ZSO1240E	NA	Valvula de Adicion de Blue 15.1 a PW2 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.14	1756-IA-16	16	1	5
63					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.13	1756-IA-16	16	1	5
64					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:5:Data.15	1756-IA-16	16	1	5
H					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:6:Data.00	1756-IA-16	16	1	6
66					Spare	DI_120VAC	Batidora	Local:6:Data.01	1756-IA-16	16	1	6
67	PW2	DUMP	ZSC1240H	NA	Valvula de Descarga del PW2 a Batidora Compartimiento #2 Cerrada	DI_120VAC	Batidora	Local:6:Data.02	1756-IA-16	16	1	6
68	PW2	DUMP	ZSO1240H	NA	Valvula de Descarga del PW2 a Batidora Compartimiento #2 Abierta	DI_120VAC	Batidora	Local:6:Data.03	1756-IA-16	16	1	6

Figura 18: Porción del listado de entradas y salidas final

- Arquitectura final y nuevos componentes.

La arquitectura del sistema final aprobado se puede observar en el siguiente esquema (Diagrama 8). Con esta arquitectura y la ingeniería eléctrica "as built" fue posible iniciar la compra de equipos.

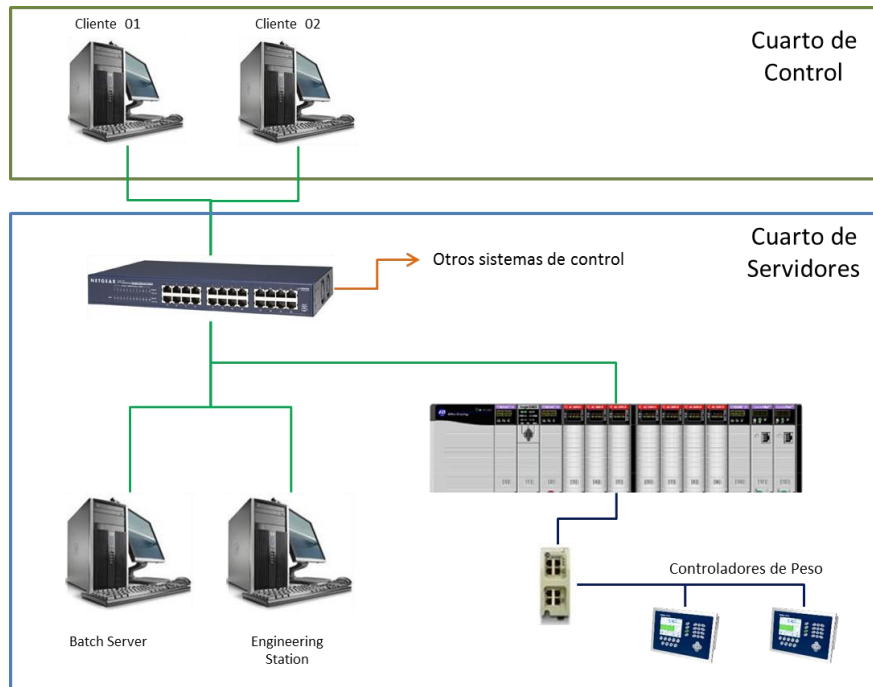


Diagrama 8: Arquitectura de red del sistema de control final

En adición a la compra de componentes eléctricos comunes para los tableros eléctricos de acuerdo al levantamiento previo, como son: relevadores, optoacopladores, clemas, cable (de varios colores, de acuerdo a nuestro estándar de instalaciones eléctricas), fuentes de poder, etc. para instalación o reemplazo de componentes dañados, se realizó la especificación y compra de los nuevos sistemas de información, control y comunicaciones para la nueva arquitectura:

- a. 4 PC comerciales (250Gb en Disco Duro, 2Gb en RAM como mínimo). Se optó por comprar computadoras HP 6000, mismas para las que ya se tenía un respaldo con la configuración aprobada para Controles Internos. Únicamente se incluyó una tarjeta de red EtherNet adicional para hacer posible la comunicación con las diversas redes requeridas (red de control – hacia el PLC, y red empresarial – para actualización de parches y antivirus).
- b. 1 PLC ControlLogix L63. Este PLC era de la misma familia que el existente, pero con mayor capacidad de memoria, requerida para los nuevos bloques de programación que reemplazarían el manejo de recetas y otras funcionalidades que eran realizados por los servidores y controladores especializados en la plataforma anterior. Este PLC reemplazaría al existente utilizando el mismo rack y cableado, por lo que el cambio sería casi transparente para la Planta.
- c. 2 Controladores de peso Mettler Toledo IND780. Estos controladores de peso son utilizados ampliamente en la industria para su uso con celdas de carga; fueron adquiridos con conectividad EtherNet para ser integrados a la red y con tarjetas de salidas digitales de contactos secos, mismas que se necesitan para el cierre rápido de válvulas, que es necesario para realizar la adición de los materiales con la precisión requerida (debajo del máximo error permitido).

- d. 2 Switch Stratix 6000 (Allen Bradley). Estos switches se adquieren para remplazar los Cisco Catalysts de la red de control. Únicamente se mantendría el switch Cisco para la interface con la red empresarial.

Esta nueva arquitectura y la utilización de los componentes descritos permitieron una gran simplificación de este sistema en comparación con el sistema anterior, garantizando la sostenibilidad del sistema a mediano y largo plazo y cumpliendo con las normas de seguridad cibernética.

El siguiente paso antes de ejecutar el cambio de la plataforma fue el de identificar las señales de todos los sistemas de control en la torre que eran interdependientes del sistema de control de batidora. Una vez identificadas las señales y el tipo de comunicación fue necesario documentarlo para incluirlos en las pruebas de IO.

Toda esta información fue desarrollada por nuestro integrador de control, con quien programábamos sesiones de revisión y dudas. Para las revisiones participábamos todo el equipo del proyecto, incluyendo el personal técnico (líderes de PC&IS e instrumentistas), el responsable de la línea de producción, miembros del equipo de arranque de la Planta, y el integrador. Fueron necesarias varias de estas revisiones para llegar a un paquete final con el que se pudiera entregar el paquete de Ingeniería.

7. Entrega del paquete de ingeniería e información técnica.

El paquete de ingeniería consta de varios documentos, como lo son el listado de entradas y salidas (IO List) final y a los diagramas eléctricos “*as built*” que se habían generado y revisado inicialmente, así como lo siguiente (se incluyen algunas imágenes a manera de ejemplo):

- URD (*User Requirements Document*) o también llamado DDS (*Detailed Design Specification*); este documento consolida y/o hace referencia a prácticamente toda la documentación entregada, pues la explicación técnica que detalla el funcionamiento del nuevo sistema.
- Listado de señales interdependientes con otros sistemas.
- Listado de instrumentos de campo (válvulas, motores, paros de emergencia, transmisores de corriente, de temperatura, de nivel, etc.), incluyendo sus identificaciones (tag) en los diagramas de Tubería e Instrumentación (P&IDs – *Piping and Instrumentation Diagrams*, por sus siglas en inglés), así como sus especificaciones técnicas y los parámetros de ajuste (rangos, unidades, alarmas, etc.)
- Listado de las celdas de carga, incluyendo sus identificaciones, la unidad a la que pertenecían y sus capacidades máximas (datos necesarios para la calibración y mantenimiento de cada instrumento).
- Listado de materias primas, así como su método de adición para la mezcla, el canal especificado para el controlador de adiciones, y especificaciones de programación.
- Arquitectura final de red, incluyendo direcciones IP y configuraciones de red para cada equipo (Diagrama 9).

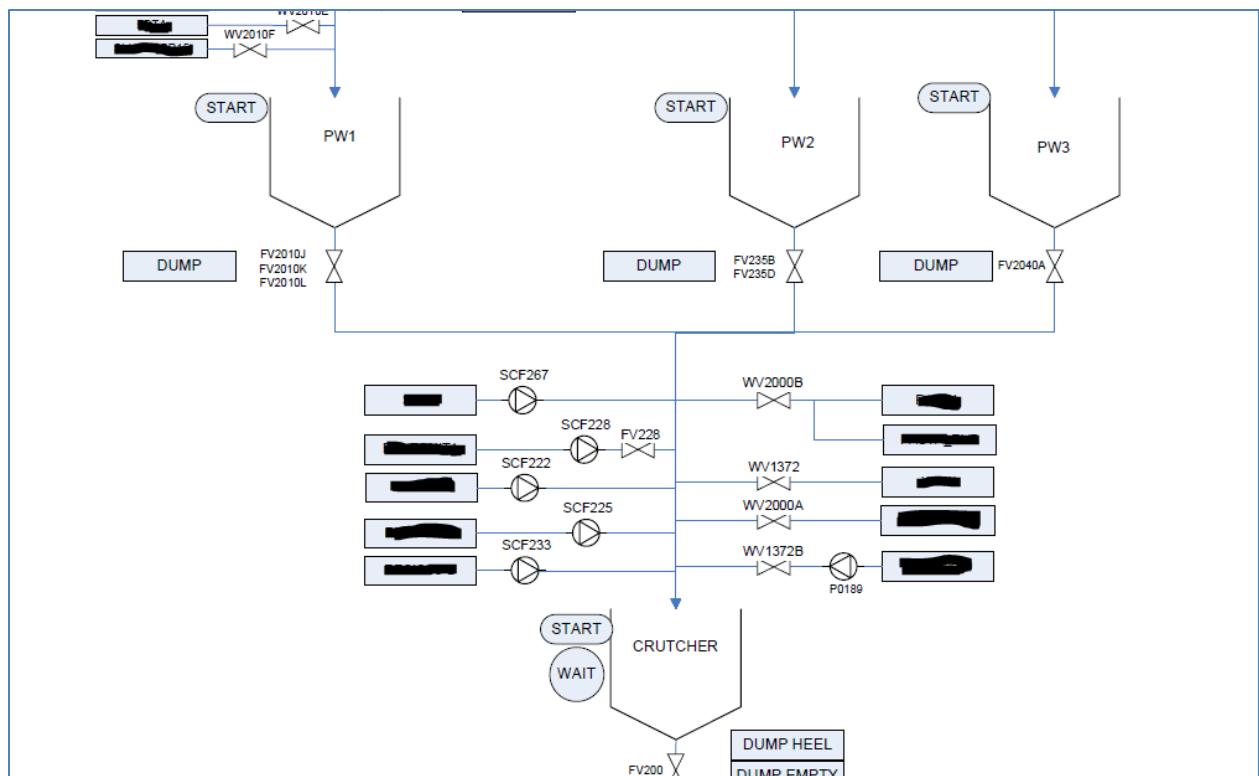


Diagrama 10: Diagrama de fases final

8. Desarrollo del Programa de Control final.

A partir de la entrega, revisión y confirmación de la información antes mencionada, el integrador procedió a iniciar con la programación del PLC y preparación del software para las computadoras, y las pantallas de control.

Para validar que la programación en desarrollo cumpliera con nuestras necesidades, se programaron sesiones de simulación de la operación. Estas sesiones son llamadas Pruebas de Aceptación de la Fábrica o Pruebas de Aceptación con el Proveedor (FAT, *Factory Acceptance Test*; o VAT, *Vendor Acceptance Test*, respectivamente por sus siglas en inglés). Como preparación, el proveedor preparaba un ambiente de simulación para el PLC con la programación en desarrollo y para las pantallas de operación con los gráficos que proponía. Este tipo de sesiones se realizaban para verificar que el funcionamiento de cada equipo era el correcto (tanto en operación normal como en caso de fallas) y para confirmar que se habían cumplido todos los acuerdos previamente documentados en el URD y DDS. Estas sesiones incluso permitían que los operadores y el personal técnico de la Planta tuvieran un primer acercamiento con el nuevo sistema, iniciando así con una capacitación muy básica sobre las nuevas funcionalidades, misma que se ampliaría con las sesiones formales de entrenamiento.

Como resultado de las sesiones de simulación desarrollábamos un listado de las modificaciones requeridas y de las mejoras potenciales que habíamos detectado. Este documento era revisado a detalle

con el integrador para definir si se trataba de defectos de programación que debían corregirse por ser parte del alcance ya definido, o si se trataba de mejoras que se encontraban fuera del alcance inicial.

9. Planeación de entrenamientos y capacitación del personal.

Cuando la programación del nuevo sistema fue finalizada por el integrador, incluyendo las observaciones realizadas durante las sesiones de FAT, se procedió a planear los entrenamientos formales para el personal técnico y operadores de la Planta. El plan de entrenamiento tendría que finalizarse antes del arranque, para que los operadores fueran capaces de utilizar el sistema desde el primer día de la implementación.

La estrategia de entrenamiento estaba conformada por tres tipos de sesiones: entrenamiento para operadores, entrenamiento para formuladores y entrenamiento avanzado (para líderes de PC&IS y para Ingenieros de Proceso). Todas estas sesiones de entrenamiento serían proporcionadas por el integrador, y fue necesario crear la agenda con ellos, designar al personal que asistiría a cada sesión y alinear el plan con la Planta para que fuera posible prescindir del personal durante los días de entrenamiento. El líder de arranque del proyecto realizó un excelente trabajo para planear las coberturas necesarias entre las cuadrillas de operadores, lo cual permitiría que estuvieran un día completo en entrenamiento. Conjuntamente trabajamos en todo lo necesario para poder llevar a cabo las sesiones de entrenamiento durante una semana completa. Las sesiones se hicieron de la siguiente forma:

- Entrenamiento para operadores: este entrenamiento estaba planeado para llevarse a cabo en un día completo (8 horas). Fue necesario programar 4 días de entrenamiento con los mismos temas para poder capacitar a las cuatro cuadrillas de operadores. La agenda se muestra en la siguiente imagen (Figura 19):

Hora	Actividad	Objetivo
8:00 -9:00	Arquitectura del Sistema	Entender cómo será reemplazado el sistema actual y de que se forma el nuevo sistema.
9:00 -11:30	Navegación en HMI	Aprender a navegar en el HMI para obtener información específica.
11:30-13:00	Uso de Objetos en HMI	Aprender el uso de los comandos, comprender los colores usados para equipos como para Batch.
13:00 -14:00	Comida	
14:00-	Manos en Simulación	Aprender a usar Usando
-17:00	Manos en Simulación	Aprender a usar Usando

Figura 19: Agenda de entrenamiento para operadores

- Entrenamiento para formuladores: algunos líderes de cuadrilla y los Ingenieros de Proceso serían los responsables de cargar fórmulas, añadir nuevas fórmulas o modificar fórmulas existentes, las últimas dos siendo necesarias para generar nuevos productos. Se designó un día de entrenamiento completo para estas personas, con la siguiente agenda (Figura 20):

Hora	Actividad	Objetivo
8:00 - 10:00	Bases de la formulación	Entender los criterios de sinfonía
10:00 - 11:00	Pase por la interfaz de formulación	Identificar las partes del formulador
11:00 - 13:00	Construcción de recetas	Fabricación de recetas reales
13:00 - 14:00	Comida	
14:00 - 17:00	Corridas de prueba para corrección de lógica de recetas	

Figura 20: Agenda del entrenamiento para formuladores

- Entrenamiento avanzado. El entrenamiento avanzado se planeó para durar tres días. A esta sesión únicamente asistiría el personal de PC&IS de las Operaciones y de Ingeniería, y era necesario tener conocimiento previo de diversas tecnologías:
 - Nivel intermedio: programación InTouch 10.1, ControlLogix V17.
 - Nivel básico: operación de *Universal Batch*, bases de datos en SQL.

Se eligió a los participantes, que fueron una persona de cada Torre, una persona del equipo de arranque y una persona de Ingeniería. El temario fue el siguiente (Figura 21):

Día 1	Arquitectura de software	UB & FM @CLX Level	
		Control Modules	Configuración
		Phase	Definiciones de operaciones y logística S88
		Phase Data	Integración Signum LA
		Zphase	Definición PIU
	Recipie Manager	Ligando equipos a fases	
Día 2	Material Paths FM	Configuraciones de material, canal, sintonía	
	Canales FM	Configuración	
	Comprendiendo las fallas	Entendiendo los diferentes niveles de fallas	Fallas en canal FM, fallas de equipos, fallas de la fase
		State & Step Index FM	Búsqueda de las fallas en canal FM
		Fallas en Control Module	Búsqueda de las fallas en canal CM
		Fallas de la fase	Búsqueda de las fallas fases
		Entendiendo los pasos de la adición para evitar fallas	Set to complete, corregir, drain time, spill, flow, drump trip point
Día 3	Agregando materiales	Requerimientos HMI	
		Requerimientos CLX	
		Data base handler	
	Implementación	Agregar un material funcional al sistema (HMI, AREA model, CLX)	
	Operational tips	5 casos operativos para aprender a operr casos reales	
	Mantenimiento	Reportes	Purga de datos
		Material paths	Sintonía
		Respaldo de SQL	Back Up-Restore DB
		Ghost	Cómo hacer una imagen y cuándo usarla

Figura 21: Agenda del entrenamiento avanzado

Para garantizar que el aprendizaje se cumplió utilizamos documentos llamados *Step-up cards* (que significa algo parecido a “tarjetas de mejora”, en inglés). Un ejemplo de este documento se muestra a continuación (Figura 22).

010 Universal Batch							Card	Charlie Fu	Evaluation:	Basic, Intermediate, Advanced				
Owner:							Revision #:	1	Evaluator1:		Evaluator2:			
Area:							Universal Batch							
Knowledge/Skill requirement	Basic		Intermediate		Advanced		Date	Evaluator 1	Evaluation	Date	Evaluator 2	Evaluation		
	Target Proficiency	Suggested Training	Target Proficiency	Suggested Training	Target Proficiency	Suggested Training								
Safety/Quality														
Explain the adverse affects that could arise while making online changes of UB system configuration.	2	a,b	3	a-h	4	a-h			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Give an example of what could happen if UB system/ recipe/phase/equipment module is improperly setup.	2	a,b	3	a-h	4	a-h			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Explain what / if any / impact on Finished Product Qualities are derived from UB.	4	a,b	3	a-h	4	a-h			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Fundamentals														
Access to the UB web site	2	a,b,g	3	a,b,g	4	a,b,g			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Explain how to get UB license	2	l	3	l	4	l			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Identify the components of the S88 Equipment Model and Procedure Model	2	a,b	3	a-h,k	4	a-h,k			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Hardware (Identify the Hardware componets that make up a batching operation. Describe the fuction of each component)														
PC used for Intouch UB HMI ¹ or UB View/UB Tool ²	2	a,b	4	a-d,g	4	a-d,g			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
PLC	2	a,b	4	a,b,g	4	a,b,g			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
PC for SQL DB (for UB) and for UB Configurator and Recipe Manager	2	a,b	4	a,b,e,i	4	a,b,e,i			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
UB system architecture	2	a,b	4	a-i	4	a-i			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Software (Identify the components of UB. Explain each componets function)														
UB engine, WW Intouch ¹ (or UB View and UB Tools ²)	2	a,b	3	a,b,g	4	a,b,g			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Recipe Manager ³	2	a,b	3	a,b,f	4	a,b,f			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
UB Configurator and UB Recipe Manager ⁴	2	a,b	3	a,b,e	4	a,b,e			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
SQL Server witht UB database	2	a,b	3	a,b,g	4	a,b,g			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Batch Report ⁵	2	a,b	3	a,b,g	4	a,b,g			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		
Report Plus ⁶	2	a,b	3	a,b,i	4	a,b,i			1 2 3 4 5			1 2 3 4 5		

Figura 22: Porción de una Step-Up Card

El documento consta de un listado de habilidades o temas (primera columna). En las columnas subsecuentes hacia la derecha se muestra el nivel necesario en cada una de esas habilidades y los entrenamientos recomendados para llegar a ese nivel, dependiendo del nivel de maestría que se quiere adquirir (Básico, Intermedio o Avanzado). Los números mostrados van en la misma escala del 1 al 5 que se mencionó anteriormente para la Matriz de Habilidades, donde 1 significa que la persona no sabe o no puede hacerlo y 5 que es un experto en el tema.

10. Actividades finales: pruebas y arranque del proyecto.

Después de todos los preparativos, planeación, y compra de los materiales, llegó el momento de la ejecución y el arranque. Para llevar el control de las tareas, se realizó un cronograma minuto a minuto con Microsoft Project; la siguiente es una imagen de dicho cronograma donde se puede apreciar el detalle de las actividades (Diagrama 11):

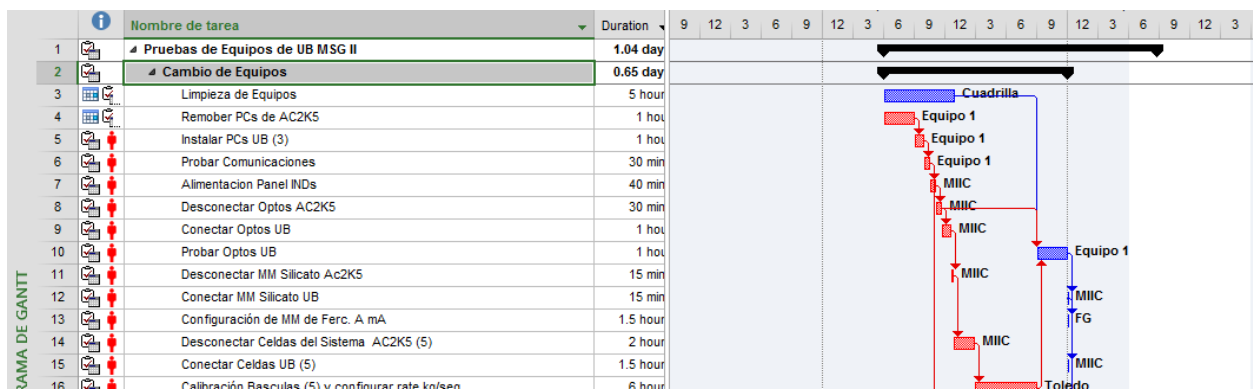


Diagrama 11: Porción del cronograma de arranque

Los grupos principales de actividades se puede observar en la siguiente imagen (Diagrama 12):

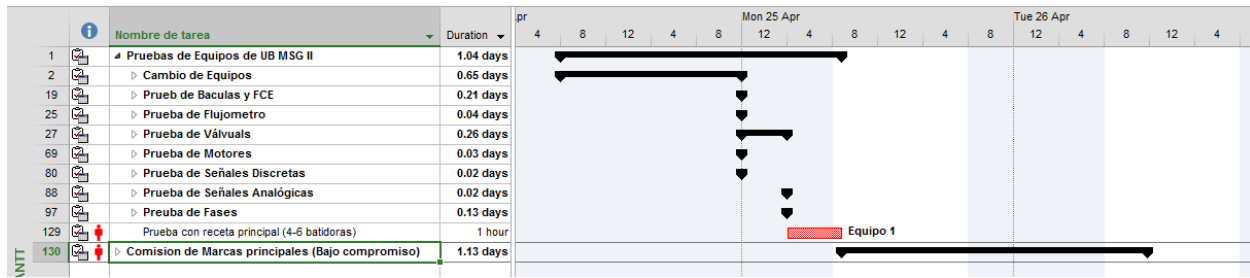


Diagrama 12: Grupos principales de actividades dentro del CPS

- Cambio de Equipos. Las actividades realizadas incluyeron: una limpieza rápida de los equipos, remover las| computadoras, procesadores y controladores de peso anteriores y remplazarlos con los nuevos equipos, energizar los nuevos equipos y conectarlos a la red para realizar pruebas básicas de comunicación, instalar los nuevos controladores de peso y los optoacopladores para el control de cierre rápido de las válvulas, conectar los flujómetros y las celdas de carga existentes al nuevo controlador, recalibrar las celdas de carga (con ayuda del proveedor certificado para realizar esta actividad), y llevar a cabo una reconfiguración de la red, para garantizar la correcta comunicación de los nuevos componentes a través de la red EtherNet. Utilizamos formatos para documentar las actividades realizadas. La imagen de este documento se puede observar a continuación (Tabla 5).

3. Check List de Cambio de Equipos			
Item	Descripción	Revisado	Comentario
1	Realizar Respaldo de HMI AC2K5		
2	Realizar Respaldo de Batch Server AC2K5		
3	Realizar Respaldo de Report Server AC2K5		
4	Realizar Respaldo de CLX AC2K5		
5	Realizar Respaldo de Red Cnet AC2K5		
Item	Descripción	Revisado	Comentario
6	Remover Batch Server AC2K5 e identificar sus cables de Ethernet		
7	Remover HMI Server AC2K5 e identificar sus cables de Ethernet		
8	Remover HMI Cliente 01 AC2K5 e identificar sus cables de Ethernet		
9	Remover HMI Cliente 02 AC2K5 e identificar sus cables de Ethernet		
10	Remover Report Server AC2K5 e identificar sus cables de Ethernet		
Item	Descripción	Revisado	Comentario
11	Identificar Cables de Ethernet de HMI admix 01		

Tabla 5: Ejemplo de checklist para cambio de equipos

- Prueba de equipos. Cuando se finalizó el remplazo e instalación de nuevos equipos, procedimos a realizar las pruebas formales y documentales de cada uno de los dispositivos de campo para

todos los materiales involucrados, incluyendo las básculas (celdas de carga), los flujómetros y las válvulas, los motores, los sensores de nivel, así como los transmisores de temperatura, presión, etc. (señales digitales y analógicas). Se utilizó el documento ya mencionado en la parte referente a los equipos; una imagen de dicho documento es la siguiente (Tabla 6: Ejemplo de checklist para prueba de equipos):

4. Verificación de IO					
4.1 Agitador de la batidora P300					
ITEM	TAG	DESCRIPCION	DIRECCIÓN CLX	Revisado	Comentario
104	P300HC	Agitador de la Batidora	Local:8:1.Data.07		
275	P300STR	Agitador de la Batidora	CNBR_REM_S0:9:O.Data.02		
H	ITT1212	Transmisor de Corriente del Agitador de Batidora	CNBR_REM_S0:11:1.Ch0Data		
4.2 Agua Jabonosa a Batidora WV3000D					
ITEM	TAG	DESCRIPCION	DIRECCIÓN CLX	Revisado	Comentario
259	WY3000D	Valvula de Adicion de Agua Jabonosa a Batidora	CNBR_REM_S0:8:O.Data.02		
55	ZSC3000D	Valvula de Adicion de Agua Jabonosa a Batidora Cerrada	Local:5:1.Data.06		
56	ZSO3000D	Valvula de Adicion de Agua Jabonosa a Batidora Abierta	Local:5:1.Data.07		
4.3 Gusano Alimentador de Bentonita SCF373					
ITEM	TAG	DESCRIPCION	DIRECCIÓN CLX	Revisado	Comentario
89	SCF373HC	Gusano Alimentador de Bentonita Operando	Local:7:1.Data.08		

Tabla 6: Ejemplo de checklist para prueba de equipos

- Prueba de fases. Las fases se referían a la adición de cada material; después de haber probado la respuesta y correcta configuración y programación de los dispositivos de campo, era necesario probar la secuencia de adición para cada uno de los materiales de forma independiente. De esta forma se realizaron las pruebas de fases, iniciando la secuencia de adición de cada uno de los materiales de forma independiente, y verificando que los dispositivos de dicho material (válvulas, bombas, gusanos, etc.) fueran respondiendo en el orden correcto.
- Prueba con recetas y comisión de las marcas principales. Finalmente, al terminar las pruebas de fases, el sistema estaba listo para preparar producto de acuerdo a la receta completa. Estas pruebas fueron las que duraron más tiempo, pues era necesario revisar la calidad del producto y hacer la cantidad de producto necesario para verificar la repetitividad del proceso de una forma confiable.

La ejecución del proyecto fue un éxito, y las pruebas de receta, así como la comisión de los productos principales resultaron exitosas. De esta forma se documentó que el nuevo sistema era capaz de producir producto dentro de los estándares de calidad esperados, y que podía ser utilizado de forma normal a partir de ese momento. De cualquier forma, se solicitó continuar con la producción “sin compromiso de

cédula” lo que significaba que continuaríamos produciendo durante algunas horas, pero que podríamos parar sin afectar el compromiso de producción. De esta forma, fuimos capaces de solucionar dudas de los operadores y de parar el proceso para verificar dudas. Finalmente, el sistema se liberó para continuar con la producción normal, y no hubo ningún problema con el producto entregado.

Las siguientes son fotos del equipo de trabajo durante las pruebas.



Figura 23: Fotos del Equipo del Proyecto durante el arranque

11. Solución de defectos y mejoras al proyecto.

Durante las pruebas y durante los primeros días después del arranque se fueron encontrando defectos menores y áreas de mejora, mismos que se documentaron en el *PSU List* (Lista de *Post Start-Up* – Después del Arranque, por sus siglas en inglés). Posteriormente al arranque del proyecto se dio seguimiento a dicha

lista de pendientes, dando solución a cada uno de ellos o dejando pendientes aquellos que no se habían considerado en el alcance inicial del proyecto para que pudieran ser realizados como mejoras futuras. La siguiente es una imagen de dicho listado; en ella se pueden observar elementos ya entregados y otros que ya se habían vencido. Al final todos fueron cerrados o incluidos en planes a futuro (Tabla 7: Parte del listado de defectos posteriores al arranque).

DRAGON BALL - UB MSG2		Updated:	10 Pendientes abiertos	
		16/06/2011	90.38% Completion rate	
Actividades	Resp.	Fecha	Statu	Notas
Hacer SOP para purga de informacion de Reportes en Batch Server	M. Rosales	04-may-11	Late	
Reconfigurar y confirmar adquisicion de datos en SPC después de la migración	M. Bedolla	Done	Done	
Retirar Netgear sobrante de multifunciones con su eliminador	M. Bedolla	09-may-11	Late	
Realizar ghost de computadoras UB	I. Cruz	10-may-11	Late	
Instalar clientes de BigFix en las máquinas - Instalar al cliente restante y servidor	A. Fragoso	10-may-11	Late	
Instalar licencias de formulador	M. Bedolla	13-may-11	Late	
Actualizar y entregar elementales de Batidora	R. Galván	Done	Done	
R. Galván revisa Nuevas Iniciativas de MSG2 para incluir pretrabajos requeridos.	R. Galván	15-may-11	Late	
Wonderware 7.5-10.1; Architecture and troubleshooting; step-up card/qualifications (95%)	M. Rosales	23-may-11	Late	
Integrar las nuevas iniciativas en el Masterplan de Batidora Total Planta (tiempos) - Pag. web	R. Basurto	31-may-11	Late	
Comprar gabinete para IND 780	R. Basurto	Done	Done	
Subir informacion Feedmaster y UB a la pagina del proyecto	R. Basurto	Done	Done	
Enviar documentación de Start Up a M. Rosales (DDS, PPT, manual INDS, etc.)	R. Basurto	Done	Done	
Configurar historicos de todas las señales analogicas.	R. Galván	Done	Done	
IP para los procesadores de ODOS y Batidora	R. Galván	Done	Done	
Preguntar de nuev si hay DTIs de las Batidoras en Rioboo	R. Basurto	Done	Done	A subir en la página
IP para las maquinas nuevas tienen que estar en el rango del nuevo sistema	R. Galván	Done	Done	
VLAN para este proyecto	R. Basurto	Done	Done	
Se tienen que arrancar los cambios de IP para no incluir de los cambios de batidora	R. Galván	Done	Done	
Cambio de tarjeta de ConrolNet para comunicación de bombeo del 1er rack al tercero	R. Galván	Done	Done	
Hacer plan de coberturas en el arranque	J. Franco	Done	Done	
Pedir libro de validaciones de Medellín a contacto	J. Franco	Done	Done	

Tabla 7: Parte del listado de defectos posteriores al arranque

A partir de la operación con este nuevo sistema, se pudieron observar mejorías en el proceso y en la calidad del producto; sin embargo, también se observaron oportunidades en el entrenamiento de la gente, por lo que fue necesario contar con apoyo del proveedor durante algunos días para asegurarse de que la gente podía asesorarse con ellos y revisar cualquier duda. Al final, los operadores lograron trabajar con el sistema de forma 100% autónoma, exitosamente.

VI. RESULTADOS.

El proyecto fue exitoso y fue reaplicado en la otra torre de detergente, nuevamente bajo mi liderazgo como gerente del proyecto. En esa segunda ocasión, nos dimos a la tarea de reducir tiempos de implementación (y, por consiguiente, de paro de la operación), así como de evitar problemas con el entrenamiento de la gente. En ambas tareas fuimos exitosos y aprovechamos muy bien la experiencia pasada. Logramos reducir en un 50% los tiempos de implementación, pruebas arranque del proyecto, y evitamos tener al proveedor en la Planta después de terminadas las pruebas con las recetas.

La Planta tuvo muchos beneficios a partir de esta implementación: fueron capaces de crear y modificar recetas para nuevos productos de manera mucho más eficiente, rápida y con un bajo costo, pues ya no era necesario contar con un proveedor en la Planta. Asimismo, tuvieron beneficios de ahorro de materiales, puesto que el nuevo sistema era más eficiente en el control de las cantidades adicionadas, con lo que se pudo reducir las tolerancias de error de adiciones y utilizar una menor cantidad de los

materiales más caros. En cuanto a fallas y paros en la operación, estos también se vieron reducidos drásticamente, pasando de un paro de 8 horas al mes en promedio, a cero paros durante meses; tanto el integrador como yo dejamos de recibir llamadas de emergencia durante la noche o fines de semana, caso que era muy común antes de realizar la migración.

El trabajo en equipo con todos los involucrados en esta intervención fue realmente importante. Desde el inicio trabajé de manera muy cercana con el líder de arranque del proyecto (Martín); él tenía mucha experiencia en la operación de las torres de detergente, por lo que su conocimiento fue de gran ayuda para la selección del equipo de trabajo, planeación del proyecto, y entendimiento técnico de los trabajos y necesidades de la gente y de los equipos. Fue muy importante involucrar a todo el personal de las operaciones desde temprano durante el proyecto, pues realmente se sentían energizados e integrados como equipo de trabajo. Mucho del éxito de este proyecto fue gracias a todos ellos y al excelente trabajo del integrador.

VII. CONCLUSIONES

Durante mi experiencia en P&G he tenido la fortuna de trabajar con mucha gente distinta, en equipos muy diversos y con tecnologías muy diferentes y variadas. He aprendido a tratar con todos ellos y ellas de forma armónica y a valorar las diferencias en personalidad y puntos de vista de todos los que he conocido, así como su experiencia y sus conocimientos también diferentes. En cuanto a las tecnologías, ha sido muy interesante conocer tanta variedad y encontrar la oportunidad de estandarizar en algunos casos y en muchos otros de también encontrar que cada una tiene diferentes usos, ventajas y desventajas, y que no siempre se puede estandarizar.

En este reporte tuve la oportunidad de hacer un recorrido por muchas de las actividades que he realizado en mi carrera profesional. Me da gusto ver que en actividades más recientes he podido aplicar y utilizar mi experiencia y conocimientos adquiridos en actividades que inicié desde muy temprano en el trabajo. Esta ventaja ha sido en parte también porque he tenido la oportunidad de especializarme y desarrollarme principalmente en un mismo campo de trabajo: PC&IS.

Es curioso que como Ingeniero Mecánico me haya dedicado a trabajar en el campo de la electricidad, electrónica y mecatrónica. Sin embargo, no me extraña, pues a finales de mi carrera yo ya había descubierto mi gran gusto por la mecatrónica; pero nunca pensé que estaría dedicado a ese campo tantos años después de haber terminado la carrera.

En todo lo que he escrito puedo ver que también he realizado muchas cosas fuera de la parte técnica. Todo el trabajo con planes maestros, desarrollo de estructuras organizacionales, planeación estratégica para uso y remplazo de tecnologías, etc. me ha dado muchas herramientas que estoy seguro de que continuaré utilizando durante el resto de mi carrera y en cualquier camino diferente que tome algún día.

Escribir este reporte me ha hecho sentir orgulloso de todo ese trabajo, y me motiva a seguir aprendiendo sobre temas diferentes, y sobre todo a seguir tratando y trabajando de cerca con gente diferente. Me siento orgulloso también de que he logrado hacer una excelente relación con toda la gente con quienes

he trabajado; creo que en general he dejado una huella positiva en sus vidas, y eso me hace sentir muy bien.

VIII. REFERENCIAS

Todas las imágenes y los materiales aquí incluidos son propiedad de P&G y fueron utilizados únicamente para ilustrar el trabajo realizado.

Página global de Procter & Gamble: <http://www.pg.com>

Página de Procter & Gamble México [http://www.pg.com/es LATAM/marcas-productos-p-and-g.shtml](http://www.pg.com/es_LATAM/marcas-productos-p-and-g.shtml)