



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Guía para el desarrollo de
documentación para
proyectos de seguridad
crítica**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Eléctrico
Área Eléctrica Electrónica

P R E S E N T A

Francisco Adrián Corzas Pineda

ASESOR DE INFORME

M. en C. Edgar Baldemar Aguado Cruz



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

INDICE

1. OBJETIVO.	3
2. INTRODUCCIÓN.	3
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	5
3.1 La Empresa y su Objetivo de Mercado.	5
3.2 Misión Visión de la Empresa.	6
3.3 El puesto que actualmente desempeño en la Empresa.	7
4. MARCO TEORICO.	8
5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.	13
6. DEFINICION DEL PROBLEMA.	13
7. METODOLOGÍA (DESARROLLO DEL PROYECTO)	15
7.1 El Control Documental.	15
7.2 Aplicación del Control Documental en Planes.	15
7.3 Aplicación del Control Documental en Manuales.	17
7.4 Aplicación de Control Documental en Formatos.	18
7.5 Análisis de la Información.	20
8. PARTICIPACIÓN PROFESIONAL.	21
9. RESULTADOS Y APORTACIONES.	25
10. CONCLUSIONES.	27
11. GLOSARIO.	28
12. BIBLIOGRAFÍA.	28

1. OBJETIVO.

El presente trabajo tiene como objetivo el mencionar una plantilla o un marco de los documentos que se deben de desarrollar, así como el contenido básico que deben de tener cuando son desarrollados/utilizados en proyectos de seguridad crítica (Los proyectos de seguridad crítica son considerados aquellos que por su naturaleza un fallo repercutiría en pérdidas humanas o muy cuantiosas en términos económicos) y que con el uso adecuado pueden ayudar a incrementar la Fiabilidad [G1] y Disponibilidad [G2]. Considero que en mi experiencia no es poca cosa el mencionar la documentación necesaria para realizarlo ya que he estado en empresas que por el trabajo que realizan debieran de tener un marco documental mucho más robusto que les permita desarrollar todas las acciones de prevención y en su caso de contención/corrección de los incidentes que pudieran surgir de las actividades que desarrollan y que por la ausencia de esa documentación no les es posible determinar las acciones necesarias a seguir.

Empresas como las de transporte de pasajeros en autobuses, trenes, aviones, así como las de soporte crítico de datos son las que tendrían que tener todo el soporte de Safety (Seguridad), EHS (Medioambiente Salud y Seguridad por sus siglas en inglés), Políticas de Calidad y Medio ambiente como mínimo y en casos más estrictos de Eco-Diseño, Ética, etc. De ahí la necesidad de desarrollar un estándar mínimo de un conjunto documental que cumpla con los requerimientos de seguridad, calidad e ingeniería para desarrollar y mantener dichos equipos en óptimas condiciones.

También el contar con esta documentación ayudara a tener los datos necesarios para hacer análisis en bases de datos y así poder mejorar/mantener la Fiabilidad y Disponibilidad.

2. INTRODUCCIÓN.

Desde que empecé a laborar fue en una empresa de origen extranjero que se dedica a la generación de tecnología ferroviaria y donde las medidas de seguridad y normativas que se tenían que cumplir fueron para mí una experiencia diaria. El tener equipo de seguridad la documentación y registros que llenar que solicitaban al hacer nuestras labores diarias eran al principio para mí un poco engorrosas y tal vez hasta un poco burocráticas, sin embargo, el día al día me fui acostumbrando a su uso y termine por amoldarme a este tipo de trabajo, robusto, desde cualquier punto de vista que se quiera ver.

La información que se generaba de nuestras actividades abarcaba un amplio espectro desde el inicio de nuestras labores y anteponiendo siempre la seguridad de nuestra persona con equipos de seguridad y de bloqueos a la energía (LOTO) [G3], registros de la actividad diaria, registros de los mantenimientos realizados, desarrollo de formatos de NCR [G4] si detectábamos alguna desviación en los equipos, así como poner toda esa información disponible en distintas bases de datos antes de terminar el día y en algunas ocasiones hacer inspecciones especiales solicitadas por Ingeniería a algún equipo debido a que los registros de los controles de **ayuda a mantenimiento** [G5] habían detectado algún comportamiento anormal.

En su momento no valoraba este esfuerzo que se realizaba por las áreas de mantenimiento y no “veía” el aporte que se hacía a las áreas de soporte (Ingeniería, Calidad, Industrialización, Logística). Con el tiempo y mi crecimiento en la empresa me permitió ser encargado de mantenimiento y así mismo el tener que

desarrollar los manuales de los equipos los procedimientos y controles necesarios para el funcionamiento de los diferentes procesos que se realizan, el dar al cliente la capacitación del uso de los equipos y hacer un traspaso de la información técnica requerida para hacer las labores de mantenimiento.

Pero no fue sino cuando pase al área de Ingeniería y posteriormente de Calidad donde entendí y valore todos los procesos y protocolos que se realizaban antes y durante el diseño, en el inicio de la producción del prototipo, la producción en serie, la puesta a punto de los equipos y finalmente su liberación para la explotación comercial y su paso a los equipos de mantenimiento que vi lo importante que eran esos procesos pude ver como la información era utilizada para hacer cálculos de **Fiabilidad [G1]** y **Disponibilidad [G2]**, el documentar los servicios de mantenimiento para que en caso de algún problema poder demostrar el cumplimiento con las normas internacionales, el poder hacer uso de las **estadísticas** para determinar el crecimiento de fallas y poder actuar en consecuencia y evitar la caída de los indicadores contractuales (generalmente Fiabilidad y Disponibilidad), el hacer los expedientes de los equipos para comprobar que todos los protocolos de seguridad se habían cumplido. Pero lo más importante es el asegurar que los equipos funcionaran no solo como se esperan si no con seguridad tanto para las personas encargadas de su producción si no sobre todo de los usuarios finales y el darles un equipo seguro que bajo ninguna circunstancia pondrá en riesgo su integridad física.

Fue entonces cuando tuve la oportunidad de trabajar en una empresa dedicada al mantenimiento de equipos de soporte crítico (soporte a servidores bancarios) como lo son los UPS, Plantas de Emergencia y Aires Acondicionados, donde pude entender de mala manera como la ausencia de esos protocolos y procesos que se realizaban de forma tan metódica tenían no solo una razón funcional de ser si no que sobre todo todos ellos se enfocaban de alguna manera a hacer los equipos más eficientes pero sobre todo más seguros.

En ese lugar pude apreciar que no se tenían registros de los mantenimientos realizados y por lo tanto no se podía demostrar ante el cliente el cobro de los servicios realizados, no había un histórico de fallos ni de los equipos más problemáticos ni de piezas más recurrentes al hacer los correctivos y todo eso tenía problemas muy graves al momento de querer hacer una propuesta económica al cliente para la continuidad del servicio o para proponer nuevos servicios a otros clientes por qué no se tenía un registro confiable de los fallos ni de los costos del servicio encareciendo las ofertas y licitaciones y por lo tanto disminuyendo las oportunidades de crecimiento.

El tratar de implantar las acciones correctivas en ese lugar fue muy difícil porque no se tenía una cultura de cambio y había mucha reticencia desde al management a realizar acciones que permitieran tener un mejor control de los servicios realizados. De ahí que el realizar cambios siempre será muy importante tener el apoyo del Director Manager o Project Manager y que tengan ellos como líderes de un proyecto que se debe de hacer que debe de tener y por qué lo debemos de hacer.

Por eso me planteé la necesidad de tener un marco documental mínimo que lejos de entorpecer las actividades diarias sea usado para controlar los diversos procesos de una empresa y que le de las herramientas para poder controlar fallas, costos e indicadores que se generen **bases de datos** para poder detectar problemas, resolverlos y tomar acciones para que estos no vuelvan a suceder o se reduzcan a un mínimo aceptable incrementando la satisfacción del cliente y en un futuro tener la información que permita reducir costos, y tener la información necesaria para ofrecer una oferta más competitiva en caso necesario.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

3.1 La Empresa y su Objetivo de Mercado.

La empresa donde he tenido la oportunidad de desarrollarme profesionalmente es de origen Frances y está dedicada al desarrollo de tecnología ferroviaria, esta empresa es capaz por si sola de hacer un sistema ferroviario completo desde la vía, sistema de pilotaje automático, sub estaciones, catenaria, boletaje y por supuesto los trenes.

En cuanto a los trenes tiene una oferta amplia donde ofrece desde tranvías y trolebuses pasando por metros, trenes suburbanos, trenes de cercanías trenes de gran velocidad y alta gran velocidad ostentando actualmente el récord de velocidad de trenes sobre vía férrea a una velocidad de 574.8 Km/h.

Algunos de sus productos:



Tranvía.



Metro.



TGV (Tren de Gran Velocidad).

3.2 Misión Visión de la Empresa.

La empresa cuenta con varias políticas corporativas y cada una de ellas con sus propios compromisos y reglas todas son obligatorias y en cada uno de sus ámbitos deberán de aplicarse sin excusa ya que en su conjunto definen los compromisos que se tienen con el cliente, con los trabajadores y con la sociedad.

- Política de Calidad y Seguridad Ferroviaria
- Política de Medio Ambiente Salud y Seguridad.
- Política de Sustentabilidad y Responsabilidad Corporativa.
- Política de Ética & Compliance.
- Política de Seguridad.
- Política de Eco Design.

A continuación, menciono los compromisos de las políticas más importantes de la empresa en que laboro y de cualquier organización, la política de Calidad y Seguridad y la política de Medio Ambiente Salud y Seguridad.

Política de Calidad y Seguridad Ferroviaria.

NUESTRO COMPROMISO CON LA EXCELENCIA

CLIENTES

Lograr la satisfacción del cliente mediante:

- entregar oportunamente los más altos niveles de conformidad, seguridad y confiabilidad de nuestros productos y servicios.
- asegurar, mediante las demostraciones apropiadas, una buena disponibilidad y protección contra ciberataques durante el ciclo de vida del proyecto/producto.
- cumplir sus expectativas, explícitas e implícitas.

SEGURIDAD

Desarrollar y entregar, para nuestros clientes y para sus clientes, una gama de productos y servicios con un alto nivel de seguridad,

- basado en las normas de seguridad ferroviaria, y procesos internos que cumplen con las normas, códigos de prácticas,
- formalmente demostrados y evaluados,
- mantenidos y continuamente mejorados por el retorno de experiencia.

CALIDAD

Dar confianza en el logro de los más altos niveles de confiabilidad y disponibilidad de calidad para un producto o servicio, mediante:

- dominar la calidad de las actividades de todas las diferentes funciones involucradas en la empresa, en cada paso del ciclo de vida,
- mejorar continuamente sus procesos y estándares,
- satisfacer los requisitos aplicables
- implementar un enfoque de "prevención de fallas"
- garantizar la contención y cierre oportunos de los problemas que se enfrentan en las operaciones.

Política de Medio Ambiente Salud y Seguridad.

NUESTROS COMPROMISOS EHS

Cero accidentes severos
Cuidar la Seguridad y Salud de las Personas
Cero daño ambiental

NUESTRA ESTRATEGIA EHS: DE REACTIVA A PRO-ACTIVA

Liderazgo Activo en EHS Visible

Gerencia de línea toma responsabilidad EHS y lidera con ejemplo.

Desempeño en EHS

Impulsar la mejora continua del Desempeño de EHS a través de objetivos medibles.

Valioso Sistema de Gestión de EHS

En base a procesos internos para garantizar el cumplimiento de normas y regulación junto con Ecodiseño (ver política de Ecodiseño), se evalúan los riesgos de EHS y se toman medidas proactivas para la prevención de incidentes y enfermedades ocupacionales y para mejorar continuamente a través del retorno de la experiencia.

Compromiso de la Fuerza Laboral

Cultura reforzada de EHS tanto para empleados como contratistas.

Organización y Personas

Profesionales de EHS locales competentes y compartidos, con el respaldo de la experiencia de la región y del "metier". Garantizar las competencias y la capacitación en EHS para todos los niveles de organización.

Esta política se revisa periódicamente y se comunica a todos los involucrados.

3.3 El puesto que actualmente desempeño en la Empresa.

El puesto que actualmente ocupo en la empresa es el de **Ingeniero de Calidad del Proyecto del MP68** y en forma resumida la **descripción de mi puesto** es el que se encarga de la calidad del proyecto desde la implementación de la filosofía ISO 9000 así como del aseguramiento de la **seguridad/calidad** de los procesos y cumpliendo también con las normas propias de la empresa.

Mis **responsabilidades y funciones** principales son:

- Implementar el Sistema de Gestión de la Calidad (**SGC**) en el proyecto y verificar el cumplimiento de la norma ISO 9000:2015. Así como de las normas internas de la empresa.
- Cuidar y verificar el cumplimiento del ciclo "V" del Proyecto, y por lo tanto verificar el cumplimiento de todas las revisiones programadas a todas las áreas se cumplan.
- Guiar y Realizar Auditorías al Proyecto (Externas), Internas y a Proceso para asegurar el cumplimiento de la norma ISO y de las normas internas de la empresa.
- Dar seguimiento a las NCR que surjan, así como su cierre y detección de causa raíz.

- Vigilar que los procesos se desarrollen dentro de los estándares de seguridad ferroviaria de la empresa y en caso de detectar alguna desviación reportarla y abrir un proceso 8D para asegurar el correcto seguimiento y cierre de la desviación de seguridad detectada.
- Ayudar al control de la documentación y vigilar el correcto uso y aplicación de los procesos establecidos por Ingeniería.

- Detectar áreas de oportunidad, así como avisar al manager y al proyecto de cualquier desviación detectada ayudando a encontrar la causa y vigilar la mejora continua del proyecto.
- Aplicar diferentes herramientas de control como **Demerits [G6]** y **QRQC [G7]** para poder ayudar en el control de las desviaciones y la retroalimentación para la mejora continua de los procesos.
- Auditar al proveedor para asegurar que los servicios y/o materiales que se integren a la cadena de producción cumplan con las especificaciones marcadas por Ingeniería.
- Generar los estadísticos necesarios para el control de las NCR y otros indicadores de calidad.

Estas son en términos generales las principales actividades que realizo en la empresa y al proyecto al que estoy asignado (**MP68**)

4. MARCO TEORICO.

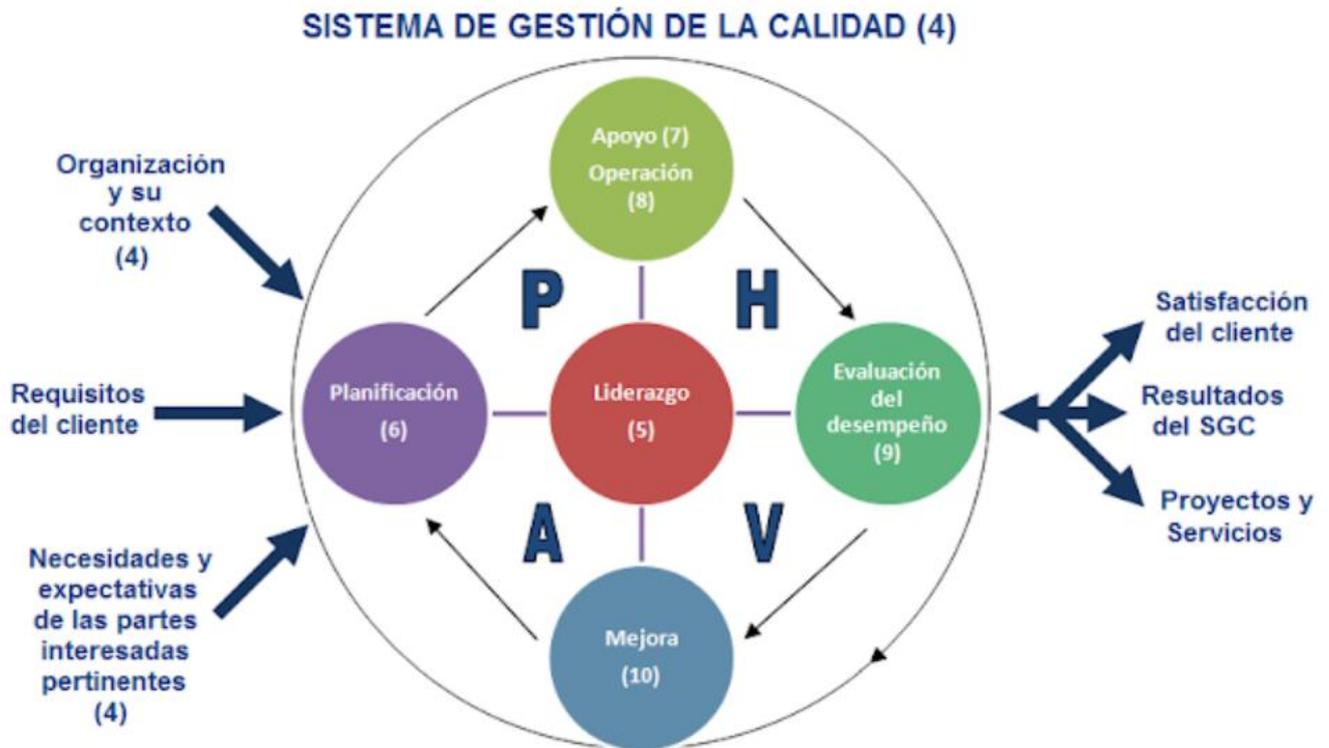
El Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

EL **SGC** es un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para brindar la confianza en el sistema o en la organización y que nos permite dar la certeza adecuada a nuestros procesos y a nuestros clientes de que los procesos cumplen con estándares y normas que nos hacen cumplir con los requerimientos de nuestros clientes y de nuestros productos.

Un **SGC** debe de estar **documentado** y con una serie de planes, manuales procedimientos, fichas/formatos que nos permitan controlar, registrar y estandarizar los proceso que se desarrollan en nuestra organización. Sus principales principios están basados en los siguientes conceptos:

- Centrado en el cliente: Entender sus necesidades conceptos y estándares a cumplir.
- Liderazgo: Los líderes (alta dirección) crearan el ambiente para centrar los objetivos de la organización.
- Enfoque basado en procesos: Los recursos y las necesidades se manejan como si fuera un proceso.
- Mejora Continua: Basado en procesos PDCA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).
- Basado en Hechos: Las decisiones se harán haciendo análisis en datos y en la información.
- Pensamiento basado en Riesgos: Este concepto se introduce en el SGC y se busca que la organización detecte sus riesgos y los controle elimine o disminuya.
- Partes Interesadas: La nueva versión de la norma ya no solo habla de clientes también de partes interesadas, esto incluye el ámbito de la organización, proveedores, autoridades o cualquier otra "parte interesada" en las actividades de la organización.
- Gestión del conocimiento: Este nuevo punto se agrega para que la organización defina que conocimiento es requerido para el sistema para operar correctamente.
- Control de los procesos externos: Se habla de la posibilidad de contratar procesos o subprocesos a terceras empresas.

Los conceptos anteriores son representados en es siguiente esquema del SGC.



Esquema del SGC ISO 9001:2015.

Para nuestro objetivo que es el **control documental** debemos de entender que el desarrollo de la documentación en un **SGC** es algo elaborado, pero de gran importancia ya que el plasmar información ya sea escrita o grafica en documentos que deben de tener un cierto orden y jerarquías y que nos permitirán obtener de forma ordenada información para controlar y mejorar nuestro sistema, de ahí que el marco normativo de este proceso está muy bien identificado tanto en normas así como su aplicación y en algunos casos hasta su contenido mínimo, sin embargo el llegar a un objetivo normativo que permita cumplir con los requerimientos de empresas que tienen una serie de procesos formales en varios sentidos y permitan tener una serie de registros en varios procesos es importante .

Es muy posible que encontremos bibliografías que mencionen que la nueva normativa 9001:2015 sea muy flexible y simplificada y *que no nos exija el tener muchos documentos o registros de nuestros procesos* pero cuando aparte de la norma ISO se tienen que cumplir normas propias de algunas de las industrias como lo pueden ser Fito sanitarias, Automotrices, Aeroespaciales o como en el caso de este trabajo las Ferroviarias se vuelve necesario tener un **sistema documental más robusto**, pero a final de cuentas será la organización la que decida cual y cuanta documentación requiere para demostrar la eficacia de sus procesos es decir que responda a sus necesidades, que sea **practico eficaz y útil**.

Este trabajo se basa en que la empresa maneja equipos que dan servicios y que son de extrema seguridad/confiabilidad y que se rigen en la norma ISO 9000 por lo que deben de tener en cuenta el siguiente control para la documentación cumpliendo los siguientes capítulos de la norma:

Para el **SGC** la norma marca las siguientes cláusulas:

Capítulo 4 (Completo)

4.1 Comprensión de la Organización.

4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad.

4.4 Sistema de gestión de la Calidad.

Específicamente para el control Documental se debe de cumplir con:

Capítulo 7.5.1 Generalidades El sistema de gestión de la calidad de la organización debe incluir:

- a) La información documentada requerida por la norma.
- b) La información documentada que la organización determina como necesaria para la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Capítulo 7.5.2 Creación y actualización. Cuando se crea y actualiza la organización debe de asegurarse de que lo siguiente sea apropiado:

- a) La identificación y descripción (por ejemplo, título, fecha, autor número de referencia).
- b) El formato (por ejemplo, idioma, versión del software, gráficos) y sus medios de soporte (por ejemplo, papel, electrónico).
- c) La revisión y aprobación con respecto a la idoneidad y adecuación.

7.5.3.1 Control de la información documentada. La información documentada requerida por el sistema de gestión de la calidad y por esta Norma Internacional se debe de controlar para asegurarse de que:

- a) Este disponible y adecuada para su uso, donde y cuando se necesite.
- b) Esta protegida adecuadamente (por ejemplo, contra pérdida de la confidencialidad, uso inadecuado o pérdida de integridad).

7.5.3.2 Para el control de la información documentada, la organización debe tratar las siguientes actividades según corresponda:

- a) Distribución, acceso, recuperación y uso;
- b) Almacenamiento y preservación, incluida la preservación de la legibilidad;
- c) Control de cambios (por ejemplo, de versión).
- d) Retención y disposición.

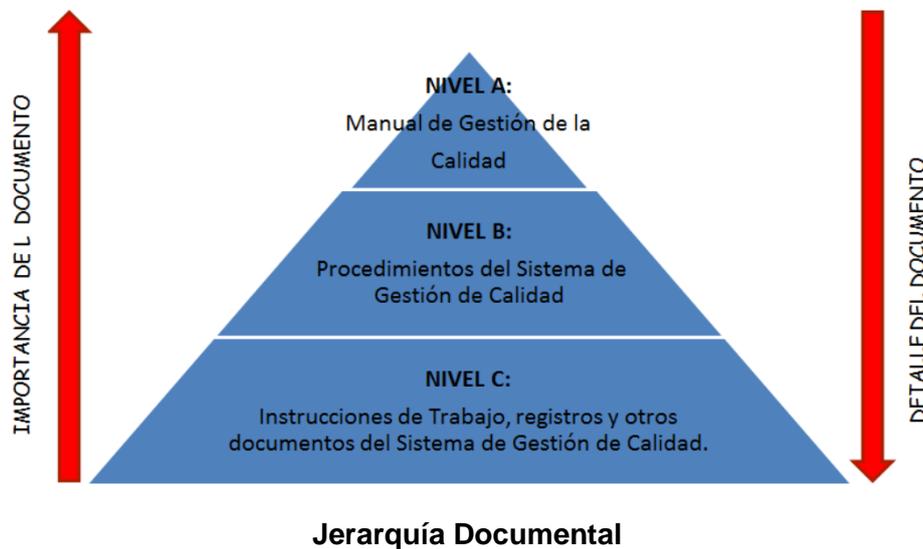
La información documentada de origen externo, que la organización determina como necesaria para la planificación y operación del sistema de gestión de la calidad se debe de identificar según sea adecuado y controlar.

Todos estos apartados básicamente mencionan la forma en que se debe de:

- Generar para la eficacia del SGC.
- Su identificación y descripción, así como su formato.
- Que esté disponible para su uso, protegida.

Aun cuando la norma ISO:9000 2015 no tiene documentos mínimos y de alguna manera flexibiliza mucho el control documental **no quiere decir que el control documental haya desaparecido**, sino que simplemente se ha flexibilizado para que se ajuste a la organización de ahí que el hecho de tener documentación es necesario darle además de lo mencionado en la norma ISO:9000 2015 también hay que darle estructura y para eso la norma **ISO 10013** nos puede ayudar ya que en ella menciona como podemos hacerlo.

La **norma ISO 10013** menciona una forma que va jerarquizado y ligado uno con respecto al otro, la norma **ISO 10013** muestra muy claramente como debe de ser esta jerarquía. (ver siguiente imagen).



Como podemos ver ya tenemos no solo una jerarquía documental sino que además tenemos los tipos de documentos que debemos de generar (si así lo requiere nuestro **SGC**) y que tipo de contenido o actividades son requeridas en cada uno de ellos.

Nivel de Gestión: en este nivel tenemos los **Planes** en ellos obtendremos una **guía** de cuáles serán los objetivos por alcanzar y con qué recursos dispondremos algunos puntos importantes a incluir son:

- Objetivos y Políticas. (se incluye obligaciones contractuales)
- La estrategia de la ejecución
- La organización y su estructura
- Recursos Humanos necesarios
- Riesgos, partes interesadas
- Se mencionan los planes que de deben de crear y en su caso definición de puntos importantes en ellos.
- Comunicación con el cliente

También se debe de mencionar como poder llegar a esos objetivos. Esta documentación y cualquier otra que se genere debe de ser del conocimiento del cliente y se le debe de difundir y en su caso si hay actualizaciones se le debe de notificar.

Nivel de Manuales: En este nivel se mencionarán las actividades a realizar y de forma general dirá las actividades que deberán de realizarse para cumplir con el mantenimiento de los equipos o en su caso de las actividades a realizar por el personal en cada proceso e incluirá de forma mínima los siguiente:

- a) Deberá de cumplir con los apartados de la norma mencionados en el marco teórico (Capitulo 4) o lo que corresponda.
- b) Deberá de mencionar las características del personal que pueda intervenir en las actividades a realizar.
- c) Deberá de mencionar el equipo mínimo de seguridad personal
- d) Incluida la herramienta necesaria para realizar cada actividad
- e) Estará indicado con un símbolo de seguridad del producto en aquellas actividades que sean criticas para preservar la calidad y la seguridad del producto/proceso.
- f) Dirá claramente los consumibles que deberán de ser utilizados.
- g) En su caso definirá y referenciará los formatos que deberán de ser llenados en cada actividad.
- h) Hará una clara referencia de los tiempos entre mantenimientos y mencionará cuales deben de ser las actividades que realizar en cada tipo de intervención.
- i) Mencionará las actividades que se realizarán para aislar la energía de los equipos y definirá la forma de trabajo seguro para el personal.
- j) Definirá las pruebas de entrada a mantenimiento y las pruebas de salida a explotación comercial

Nivel de Instrucciones de trabajo: En este nivel de documento se tendrán las siguientes características:

- Se cumplirán con los apartados de la norma mencionados en el marco teórico.
- Se dirán con lujo de detalles las actividades a realizar y en su caso se usarán ayudas visuales.
- Se incluirán datos específicos a ser revisados.
- En caso de cambiar algún componente se referirá el equipo retirado y el colocado.

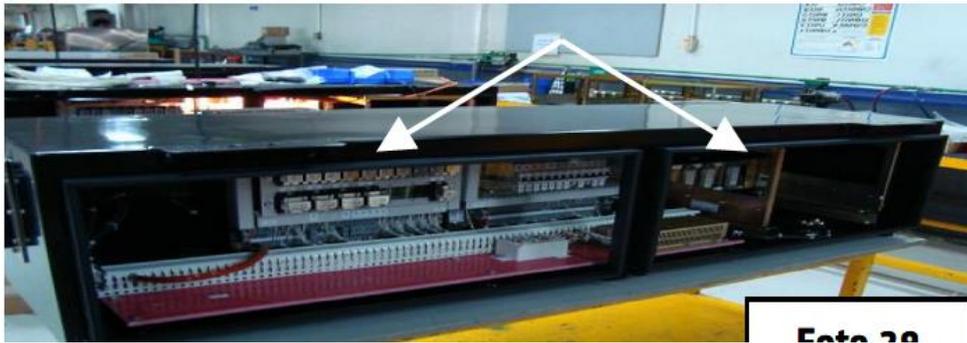
- Se mencionarán los puntos críticos de seguridad.
- Se colocarán las firmas de los responsables de la intervención para tener trazabilidad.
- La realización del formato deberá de ser amigable en su llenado y fácil de comprender así mismo la información contenida deberá de ser fácil de extraer para un análisis posterior.
- De preferencia deberá de incluir la firma del cliente.

En este último nivel se forma la retroalimentación de los procesos a las partes superiores de control de la organización como las áreas soporte de Ingeniería, Calidad o Industrialización.

De ahí que el nivel de la calidad de la información no deberá de ser escatimada ya que muchos datos que de esta parte del proceso se obtengan serán de mucho valor para la mejora continua del SGC y de la organización a través del análisis de bases de datos.

5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

En el 2006 la empresa había ganado un proyecto de modernización de trenes MP82 se modernizaron 25 trenes donde se cambió por completo la cadena tracción-frenado por una nueva con tecnología a base de IGBT, en este proyecto (MP82) participe en el mantenimiento y desarrollo manuales de capacitación y formatos de trabajo los cuales fueron utilizados y aprobados por el cliente, ayudaron a la realización de los trabajos diarios y a documentar las actividades más críticas de cada proceso. En la siguiente imagen se puede el modulo de control del equipo de tracción.



Modulo de Control del Equipo de Tracción.

Fue un trabajo que me permitió desarrollar entre muchas cosas la experiencia para realizar líneas de producción en diferentes sitios y coordinadas entre sí, el desarrollo de bases de datos para resolver problemas de los equipos y a elaborar diferentes tipos de documentación, así como conocer su estructura y características.

6. DEFINICION DEL PROBLEMA

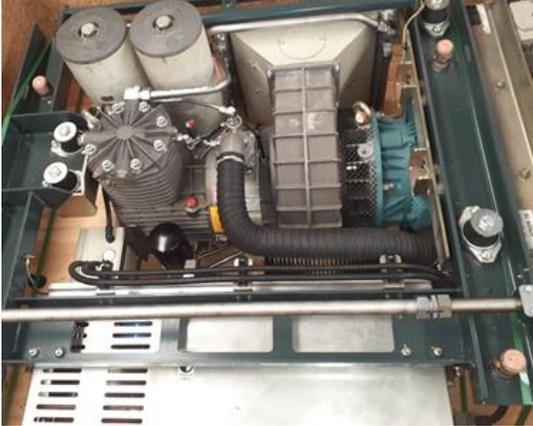
La empresa gano un nuevo proyecto donde era un reto mucho más grande para todos no solo por que representaba modernizar más trenes (85 Trenes) si no que además se tenía que hacer en la mitad de tiempo de cómo lo habíamos hecho antes el requerimiento pedía entregar un tren completamente modernizado en 15 días naturales y además incorporaba 2 subsistemas más del tren (Puertas y Generación de Aire).

Las acciones para realizar que implicaban una curva de aprendizaje mucho más rápida y el coordinar equipos de trabajo en al menos dos unidades (una en Holanda y otra en México). Teniendo además que coordinar el envío de suministros de varias partes entre ellas Estados Unidos, Francia, Holanda, España.

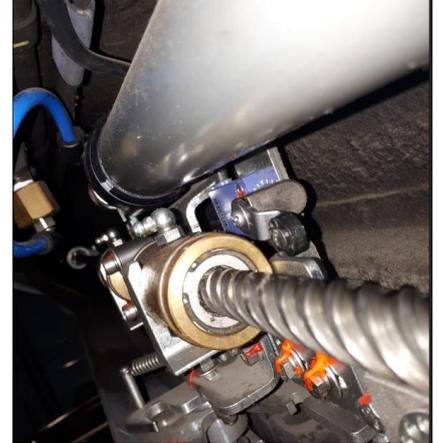
Las líneas de ensamble estarían en México por lo que la documentación oportuna y aprobada por el cliente para poder iniciar los trabajos era básica por lo que la coordinación de trabajo entre las áreas de ingeniería, calidad, producción e industrialización fueron muy importante para poder tener lista esa documentación, ya que sin ella no era posible iniciar los trabajos.

En las siguientes imágenes se pueden apreciar los subsistemas que se incluyeron en esta nueva etapa.

Compresores y Puertas:



Compresor



Puertas.

y teníamos que involucrar más proveedores de otros países teniendo que hacer el desarrollo de la ingeniería la industrialización y el tren prototipo en solo un año y una vez establecida la línea de producción debíamos de ser capaces de modernizar y realizar todo el protocolo de pruebas a un tren en tan solo 15 días naturales.



Trenes a Modernizar (Tipo)

En mi caso lo que aporte al proyecto fue entre otros el desarrollar parte de la **documentación** requerida para el proyecto y no solamente requería del desarrollo documental completo, ya que se contemplaba muchas más áreas como la **seguridad del producto**, industrialización y **registros más completos** y detallados. Que debían ser revisados y aprobados antes de poner la línea de producción a funcionar ya que no era opción el iniciar sin tener la documentación lista.

En algunos casos como lo fue la seguridad del producto nos asesoramos con colegas de la empresa basados en Chile y Brasil que nos pudieron guiar para poder desarrollar nuestros propios documentos de seguridad y que finalmente fueran validados por nuestros supervisores en Francia.

7. METODOLOGÍA (DESARROLLO DEL PROYECTO).

7.1 El Control Documental.

En función de las características mencionadas en el capítulo 4 (**Marco Teórico**) empecé a desarrollar los planes que me fueron encomendados que en mi caso entre otros fueron:

- Plan de Calidad
- Plan de Seguridad del Producto.
- Fichas de NCR y de procedimientos como **Demerits**.

Aplicando lo mencionado anteriormente y tomando en cuenta el desarrollo que tendría para la extracción de datos para un posterior análisis (sobre todo en las fichas de intervención y las de Producto No Conforme) se cumplió con los documentos de la siguiente forma:

7.2 Aplicación del Control Documental en Planes.

Como se menciona en la página 11 (jerarquía Documental) los planes desarrollados para el proyecto cumplen con el propósito de dar las referencias y guías para la elaboración de los controles específicos del producto así como la estructura general del proyecto esto es los recursos tanto materiales como humanos necesarios para cumplir con los requisitos planteados en el contrato celebrado con el cliente , mencionando el organigrama de trabajo que tendrá el proyecto y definiendo los responsables de cada área, así como las áreas de riesgo que se vislumbran en ese momento, también se definen las líneas de comunicación con el cliente , que medios y quienes serán los responsables de establecer contacto.

También define cuáles serán las políticas tanto de calidad, EHS, etc. Todo lo mencionado anteriormente es el cumplimiento de varios puntos de la norma por lo que el documento no solo es la guía de los procesos que se desarrollaran sino además es la aplicación misma de la norma, este mismo proceso de desarrollo de la documentación deberá de realizarse en todo documento ya que deberá de cumplir con dar soporte a los procesos y que además en lo posible deberá de cumplir con algún apartado de la norma.

A continuación se puede ver un ejemplo de un plan (Plan de Calidad), en la imagen se mencionan los puntos que tan solo en la caratula se cumplen con los requerimientos de la norma. (Ver plan de Calidad del Proyecto).

Plan de Calidad del Proyecto.



Propósito

Este Plan de Calidad da las guías y referencias para controles específicos aplicados al desarrollo del producto, adquisición del producto, y al proceso de implementación. El Plan de Calidad (PQP) asegura el cumplimiento de con todas las provisiones y requerimientos del contrato celebrado con el Sistema de Transporte Colectivo Metro de la Ciudad de México (STC-CNCS-173/2014), adhiriéndose también a los lineamientos y estándares de Alstom TLS México

Ámbito de Aplicación

Este plan de calidad es de aplicación para el Proyecto de "Sustitución de los Equipos de Tracción Frenado de 85 Trenes así como Sistemas de Puertas y Generación de Aire" que circularan en la Ciudad de México. Este plan afecta a todas las Direcciones y a todos los niveles de Alstom implicadas en las actividades antes mencionadas así como todas aquellas decisiones que influyan de forma decisiva en la obtención de la Calidad requerida contractualmente.

Exclusiones

Este Plan de Calidad no incluye el Plan Medio ambiental del Proyecto.

Firmas

	Nombre	Posición	Fecha	Firma
Escrito por:	CORZAS Francisco	Project Quality & Safety Engineer	20/05/2015	ACOMIS

Plan de Calidad del Proyecto. (Ejemplo)

Como se puede ver en el ejemplo se cumple con:

- a) Codificación
- b) Versión.
- c) Fecha de realización
- d) Quien elaboro
- e) Y por último la herramienta de control documental (ACOMIS) permite entre muchas cosas que:
 - 1) Este Disponible
 - 2) Se asegura en el tiempo (respaldo)
 - 3) Esta protegida contra distorsión o degradación ambiental
 - 4) Control de numero de versiones.
 - 5) Difusión a los interesados.
 - 6) Control para el proceso de validación.

7.3 Aplicación del Control Documental en Manuales.

Para los manuales su objetivo fue el mencionar cada una de las actividades a realizar mencionando, sobre todo:

- Periodicidad de mantenimiento (Mensual, Semestral, Anual, Bianual etc.).
- Actividades para realizar.
- Equipos para mantener.
- Y si aplica mencionar los procedimientos y Fichas que apliquen a ca actividad.

Para el caso de lo manuales es el primer nivel de documentación para el personal operativo de ahí que su lenguaje, explicación y detalle sea el suficiente para que cualquier personal al leerlo le quede claro y sin lugar a dudas de la(s) actividad(es) a realizar por lo que no se debe de escatimar en colocar imágenes planos , explosivos, notas referencias o cualquier otra ayuda visual para que las actividades queden claras al operario.

Un ejemplo de manual se puede ver que cumple con los puntos mencionados anteriormente.

Manual de Mantenimiento.

	Manual de mantenimiento sistema de tracción – frenado para trenes MP68 Y NM73	ENG-TLMEX-MP68-MAN-005
		Rev.: 00

Cada RG o 250.000 operaciones

Desmontar el equipo del tren y enviarlo al taller interno para su mantenimiento.

- ✓ Limpieza general con aire a presión.
- ✓ Revisar el estado de los ruptores auxiliares, resistencia óhmica menor a 0.5 ohm.
- ✓ Limpieza general de todas las partes con trapo y alcohol isopropílico.
- ✓ Limpiar la grasa sucia del tornillo sinfín, después engrasar nuevamente el tornillo sinfín con grasa Roshfrans BAT 3.
- ✓ Verificar el correcto funcionamiento del IX.

Aplicar los procedimientos:

- "Manual de mantenimiento del LTRM 300".
- "Protocolo de Pruebas para Inversores".

4.4.3.2 Correctivo

Ejemplo de Manual. (1)

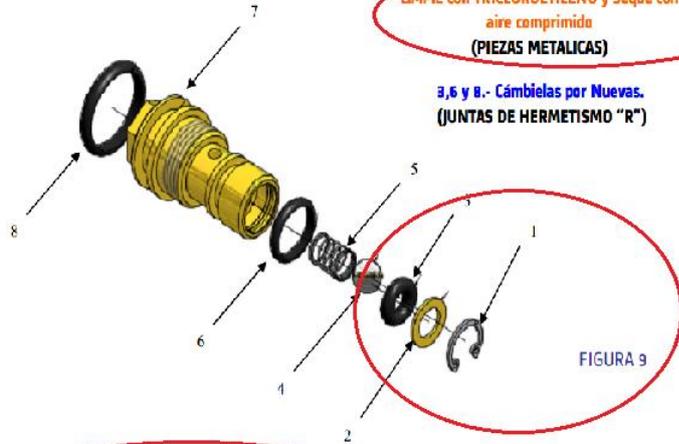
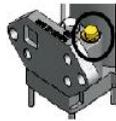
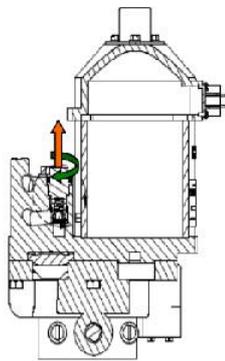
Otros puntos que un manual debiera de cubrir son:

- Colocación de logo de seguridad del producto cuando así aplicara.
- Mención clara de los consumibles a utilizar.
- Ayudas visuales para determinar correctamente la actividad.
- Acciones de verificación o advertencias.

7.3.3- DESMONTAJE PARTE NEUMÁTICA "EMDI" -- VALVULA CHECK --



- Desmontar el conjunto valvula de Check. Inicie con la secuencia de desmontaje como lo muestra la Figura 9.



Verifique que las piezas móviles no presenten una holgura anormal
LAS PIEZAS DEFECTUOSAS SERÁN CAMBIADAS

Ejemplo de Manual (2).

Del ejemplo anterior podemos ver que cumple con:

- a) Colocación de logo de seguridad del producto cuando así aplicara.
- b) Mención clara de los consumibles a utilizar
- c) Ayudas visuales para determinar correctamente la actividad.
- d) Acciones de verificación o advertencias.

7.4 Aplicación de Control Documental en Formatos.

En el caso de los formatos es normalmente el punto final de la cadena documental pero no por eso menos importante, en este tipo de documentos recae la obtención de información para el análisis y toma de decisiones por lo que todos los campos a llenar serán útiles y fáciles de llenar el objetivo será que el operario solo coloque una sola línea (una paloma un "Ok", etc.), también deberá de contar con un campo para observaciones donde el operario podrá retroalimentar algún punto no considerado en el formato.

También deberá de considerarse que el formato tenga en lo posible la misma configuración que la base de datos para poder hacer un "traspaso" de la información de una forma fácil y rápida tanto para un sistema manual o automático.

Un ejemplo de formato puede ser el siguiente.

8.2.5	MTN-TLMEX-MP68-WMS-003	Estado general de juntas centrales de puertas y guía inferior.							
COMPROBACIÓN FUNCIONAL DE PUERTAS DE ACCESO A PASAJEROS COSTADO B									
8.2.3	MTN-TLMEX-MP68-WMS-001	Comando de apertura de puertas y leds ámbar encendidos.							
8.2.3	MTN-TLMEX-MP68-WMS-001	Comprobación KFS.							
8.2.3	MTN-TLMEX-MP68-WMS-001	Comprobación de anuncio de salida "VAD" y "LAD".							
8.2.3	MTN-TLMEX-MP68-WMS-001	BKP comprobación (manual cada 15,000 ± 1,500 km).							
8.2.3	MTN-TLMEX-MP68-WMS-001	Tiempo de apertura (2.5 ± 0.5 segundos).							
8.2.3	MTN-TLMEX-MP68-WMS-001	Tiempo de cierre (2.5 ± 0.5 segundos a dos tiempos).							
8.2.3	MTN-TLMEX-MP68-WMS-001	Comando de cierre de puertas con "cierre sostenido y leds ámbar apagados.							
8.2.4	MTN-TLMEX-MP68-WMS-003	Cierre/apertura de puerta en un movimiento constante, sin ruidos extraños.							
MANTENIMIENTO DE PUERTAS DE ACCESO A PASAJEROS COSTADO B									
8.2.6	MTN-TLMEX-MP68-WMS-003	Estado general del mecanismo de accionamiento de puertas.							
8.2.6	MTN-TLMEX-MP68-WMS-003	Estado general del cableado en las clemas.							
8.2.6	MTN-TLMEX-MP68-WMS-003	Operación y estado general del mecanismo de condensa.							
8.2.6	MTN-TLMEX-MP68-WMS-003	Estado general de pletinas neumáticas.							
8.2.6	MTN-TLMEX-MP68-WMS-003	Estado general de juntas centrales de puertas y guía inferior.							
Página 4									
Realizado por									
Nombre y firma STC-CMS Vo.Bo. trabajos de Mantto.					Nombre y firma STC-CSFT Vo.Bo. trabajos de Mantto.				

Formato de Mantenimiento I1 (Ejemplo)

Del ejemplo anterior cumple con:

- Están referenciadas las actividades.
- Fácil de llenar.
- Contiene la firma del que desarrollo la actividad.
- Contiene la forma del cliente.
- Tiene advertencias de seguridad.

Otro ejemplo de formato es el de atención de Falla y NCR con los siguientes campos.

Intervention sheet train I	
RO	MC
#N/A	
Railsys	
No. Tren : Train # :	85
No. Motrices : Motrices N # :	M090
	MX090-099
Nº de carro reportado en falla : Reported failed car # :	M090
Descripción del equipo en falla : Failed equipment description :	
#N/A	
Código funcional Functional Code	
#N/A	
No. serie montado : Serial number mounted :	
#N/A	

Del ejemplo anterior cumple con:

- Taller donde Fallo.
- Tipo de mantenimiento.
- Tren
- Carro.
- Equipo
- Número de Serie montado
- Número de Serie Desmontado
- Falla y Sub sistema que fallo.

7.5 Análisis de la Información.

El análisis de la información es uno de los puntos de mejora marcados en la norma, ya que es la **Verificación** y evaluación de los procesos, así como de la verificación del cumplimiento de lo acordado con el cliente, sin este análisis no es posible saber el comportamiento de los equipos o productos y si estamos produciendo con la calidad solicitada por el cliente, también es la base del proceso de mejora continua sin este análisis no es posible establecer las debilidades de nuestro proceso/producto y por ende no podemos establecer su mejora.

También como lo solicita la norma es la forma de confirmar/determinar los riesgos mencionados al inicio, evaluarlos y saber si es necesario tomar acciones para mitigarlos o definir nuevos riesgos y sus acciones.

De los **formatos anteriores** se deben obtener los datos e información más importante para vaciar en la base de datos como se muestra en la siguiente tabla.

#	Tren	Carro	Estructu	Subsistema	Equipo	Tablero	Bornes	Posición	Desviación
3	Tren 79	M.0021	BB	Sistema tracción/frenado	MDC	N/A	N/A	N/A	Se le pide a validación probar MDC
4	Tren 79	R.3175	BB	Sistema neumatico	Sistema neumatico	N/A	N/A	N/A	El tren 79 llege con otro tipo de ALD
5	Tren 79	R.3175	Interiores	Sistema de alimentación de alta KAA tensión		N/A	N/A	N/A	No enciende compresor cuando se percha por alimentadora, galle conmuta

Este tipo de bases de datos serán la base de cualquier análisis que se desee hacer ya que como en este caso podremos saber:

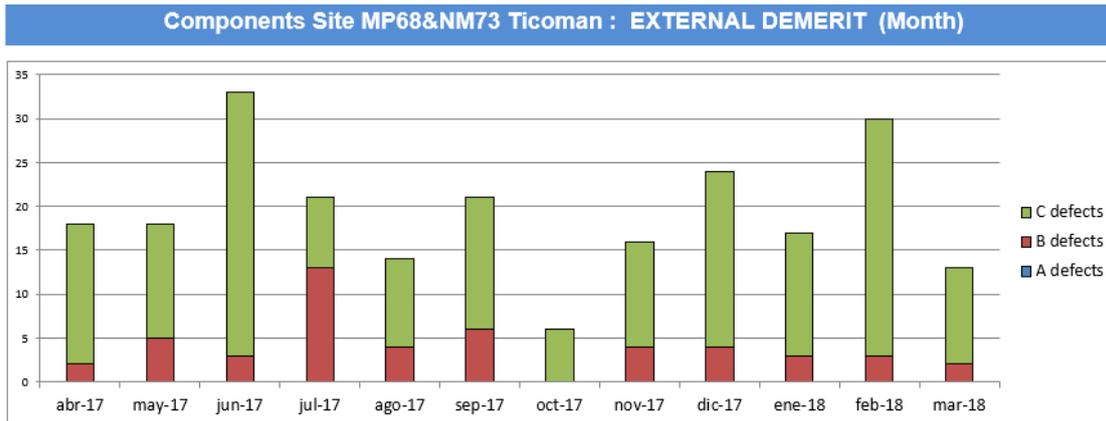
- Taller Problemático.
- Tipo de Falla más recurrente.
- Organizar por tiempo/frecuencia
- Equipos con más fallas
- Sistemas con más fallas
- Relacionar falla vs equipo de intervención.
- Evaluar tipo de falla vs Tiempo de interv.

Al tratarse de equipos de seguridad los datos que impliquen una falla deberán de ser categorizados y ponderados también en su afectación a la seguridad, esto es:

- Azul (A) y con una ponderación de 100 si tiene el fallo una afectación a la seguridad (Ferroviaria)
- Rojo (B) y con una ponderación de 25 si tiene un fallo que afecte al funcionamiento.
- Verde (c) y con una ponderación de 3 si tiene una afectación en el terminado o estético.
-

El objetivo de este tipo de catalogación de los fallos es para poder destacar los fallos más relevantes (Seguridad) de los meramente estéticos ya que el trato y celeridad para su atención tendrán que estar acorde al tipo de fallos que se presente.

Un grafico con este tipo de criterios se puede ver en la siguiente Grafico donde los fallos están presentados por mes y con una ponderación por tipo de fallo.



DEFECT COTATION : A = 100; B = 25, C=3 , D=1

	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	Last Year	M.S.D.Q. YTD	Target Year End
A defects	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
B defects	2	5	3	13	4	6	0	4	4	3	3	2		44	
C defects	16	13	30	8	10	15	6	12	20	14	27	11		144	
Demerit	98	164	165	349	130	195	18	136	160	117	156	83	0	1532	
Qty of Delivered Product	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	189	188	2257	
M.S.D.Q. (1)	0.5	0.9	0.9	1.9	0.7	1.0	0.1	0.7	0.9	0.6	0.8	0.4	0.0	0.7	

Gráfico de Fallos Ponderado y por Mes.

Para poder hacer un análisis mas puntual la base de datos deberá de permitir hacer un desglose del tipo de fallos, entre otros y deberá de considerar sistema, subsistema, numero de serie, etc.

Estos y otros datos son los que al ser considerados en el **desarrollo de la documentación** nos permitirá hacer este y muchos más análisis.

8. PARTICIPACIÓN PROFESIONAL.

En la elaboración de este trabajo he mencionado lo importante del desarrollo documental, así mismo el fuerte sustento que da al momento de hacer los análisis de fallos o de comportamiento de los equipos o productos, esta misma filosofía fue aplicada por mi parte en el proyecto, donde pude aportar en estas dos vertientes (Control Documental y Análisis de la información).

Control Documental.

En cuanto al control documental, tuve la oportunidad de desarrollar la siguiente documentación tratando en todo momento de cumplir con los estándares marcados anteriormente. Los documentos que debí de generar entre otros fueron:

1) **Quality Plan.**



Plan de Calidad

Este documento lo desarrolle planteando en el la estrategia de la calidad del proyecto mencionando entre otras cosas la política de calidad, estrategia de atención de las No Conformidades, manejo y tención de las desviaciones del proyecto, así como la definición de los responsables de la calidad del proyecto.

2) **Management Plan**



Manual de Mantenimiento.

Este Plan marca la estrategia del proyecto las actividades y alcances a desarrollar en todos los campos y es la fuente referencial de todos los documentos del proyecto. Este trabajo lo desarrolle en conjunto con el PM (Project Manager), encargándome actualmente de el por completo realizando las actualizaciones correspondientes cuando así es requerido.

3) **Project Safety Plan** (Define los riesgos y acciones de mitigación del proyecto).

EDITADO	Project Engineer	Nicolás ROJAS	11-01-2016	
VERIFICADO	RAMS Engineer – RS Lapa	Guilherme NAMINDOME		
VALIDADO	RAMS Manager RS Lapa	Alexandre FACINI		
APROBADO	PrQSM for Modernization MP-68 & NM-73 Project	Francisco CORZAS		
1 / 56	PLAN DE SEGURIDAD			ENG-TLMEX-MP68-MAN-008

Plan de Seguridad.

El Plan de Seguridad (Ferroviaria) es uno de los documentos mas importantes del proyecto ya que en el se define la estrategia que comprobara el cumplimiento de la seguridad del producto, se definen los documentos a ser realizados (Hazar Log, Safety Autorización, Control Plan etc.) los cuales son entregables al cliente para demostrar el cumplimiento de la seguridad del producto.

4) **Diversos formatos** (Ej. No Conformidades.)



Reporte de NCR

En este formato se busco tener los campos necesarios para poder determinar las causas raíz que pudieron tener los fallos de cada uno de los productos reportados como No Conforme.

Análisis de la Información.

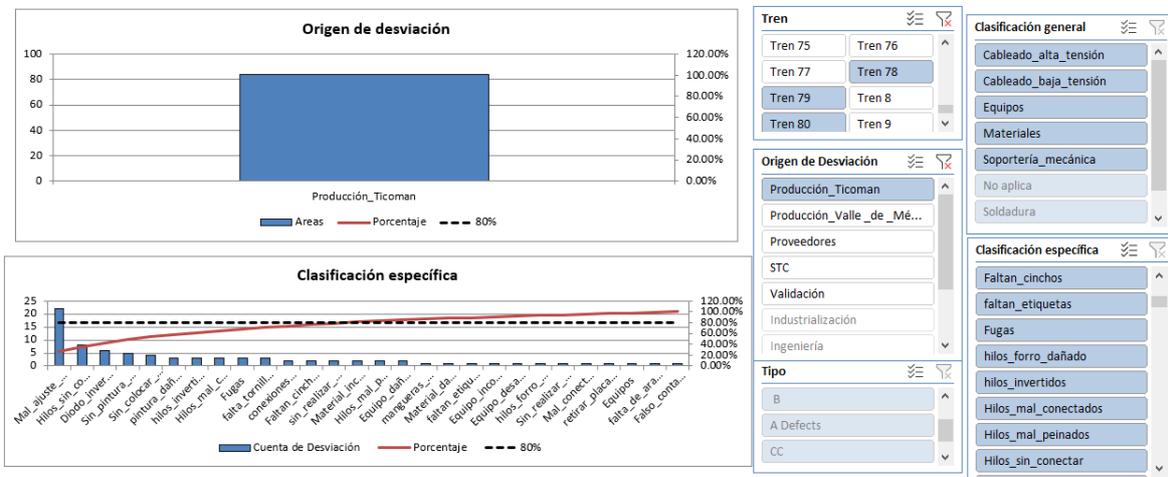
La aportación del análisis de la información que realice fue atreves del proceso de Demerits, este proceso consiste en hacer una base de datos con los fallos detectados en dos puntos del proceso uno antes de la inspección de calidad por parte del cliente (Internal) y otro en conjunto con el cliente al terminar la inspección interna (Exernal).

El objetivo será hacer una detección previa al cliente y hacer las correcciones necesarias para que cuando el cliente realice su inspección los errores detectados sean menores, la Calidad Interna deberá de detectar siempre más fallos o desviaciones que la calidad del cliente.

Con las desviaciones detectados realice una base de datos que comparaba las detecciones internas con las Externas y con esa información se detectaban con un análisis de Pareto los puntos más importantes a atacar. Esta información se presentaba a los equipos de trabajo involucrados para acordar junto con ellos un plan de acción que corrigiera las desviaciones o las retornara a un mínimo aceptable.

Al hacer nuevamente el ejercicio después de implantar las acciones se evaluaban nuevamente las desviaciones detectadas (Internal y External) comprobando que las acciones implementadas hayan sido eficaces y si así lo fue detectar el nuevo fallo mas representativo y actuar en consecuencia, este circulo no es otro que el marcado por Deming en su proceso PDCA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) que también está incluido en la norma.

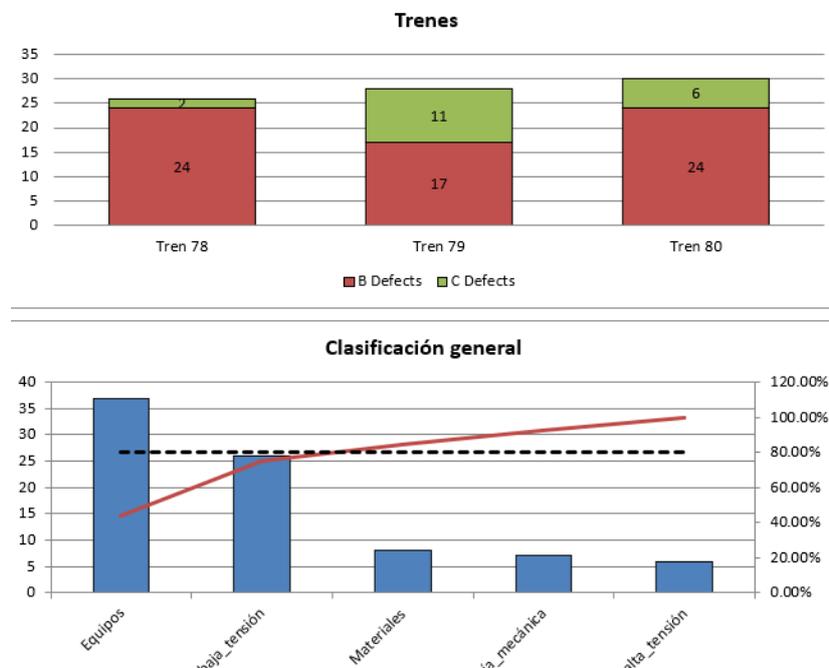
Como ejemplo de lo anterior se tiene las siguientes graficas donde se observa el comportamiento de fallos de los trenes 78 79 y 80. Y el origen de la desviación fue el taller Ticoman, Las desviaciones fueron catalogadas en un análisis 80/20 teniendo como principal fallo a atender un mal ajuste de puertas.



Análisis de Fallos.

Este tipo de análisis daba la oportunidad de que organizaran reuniones con **los equipos de trabajo** y se tomaran acciones correctivas que ayudaran o disminuyeran las fallas, **se invitaba al cliente** para que conociera las acciones que se realizaban y observara el trabajo realizado por Calidad con las diferentes áreas.

Ver siguientes presentaciones que se realizaban para informar de los hallazgos y acciones a realizar.



Grafica de trenes analizados con 80/20

Como se puede observar de las graficas anteriores, la información de cada tren esta categorizada y ponderada como defectos B y C (no aparecen defectos A o de Seguridad) en la grafica inferior están clasificados por equipo/subsistema y con un análisis 80/20 para poder detectar fácilmente el fallo a analizar.

Dentro de los fallos detectados en lo posible se mostraban las evidencias detectadas para poder ser mas claros en lo detectados.



Algunas de las Causas Analizadas.

Como algunos ejemplos más comunes fueron las siguientes causas

- Mal colocadas.
- Sin pintura testigo.
- Mal acabadas.

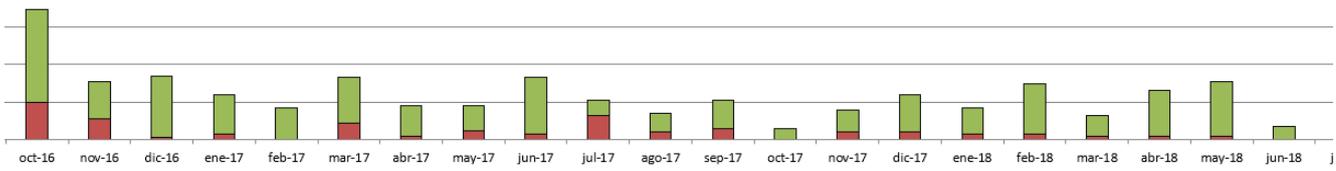
Este método fue realizado por casi 3 años en la línea de producción de Ticoman y Valle de México.

9. RESULTADOS Y APORTACIONES.

De los análisis anteriores pude aportar a que los fallos en los equipos disminuyeran y junto con todo el equipo se obtuvieran algunos de los siguientes resultados:

- Cero fallos que afectan a la seguridad en casi 3 años.
- Disminución de fallos de forma consistente y continua en la producción de los talleres.
- Mejora en la imagen de la empresa.

Todo esto lo podemos observar en los siguientes gráficos:



Control de Fallos a lo largo del tiempo.

En esta grafica se puede ver la disminuci3n constante de los fallos y de su criticidad (no hay fallos de seguridad (color azul) y los fallos funcionales casi desaparecen quedando sobre todo est3ticos o de acabado.

En el siguiente grafico no se precian fallos de seguridad (al producto o ferroviaria).

dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	0	3	2	5	3	13	4	6	0	4	4	3	3	2	2	2	0	10	1	3	7	5	6	9	3	17
33	21	17	24	15	13	30	8	10	15	6	12	20	14	27	11	24	29	7	22	25	16	21	4	12	9	13	9
124	138	51	297	98	164	165	349	130	195	18	136	160	117	156	83	122	137	21	316	100	273	238	137	186	252	114	452
188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
0.7	0.7	0.3	1.6	0.5	0.9	0.9	1.9	0.7	1.0	0.1	0.7	0.9	0.6	0.8	0.4	0.6	0.7	0.1	1.7	0.5	1.5	1.3	0.7	1.0	1.3	0.6	2.4

Cero fallos con afectaci3n a la seguridad en casi 3 a1os

Por lo que la eliminaci3n de los fallos que afectaran a la seguridad del producto llegaron a pr3cticamente cero. Y como consecuencia de todo lo anterior la disminuci3n de los tiempos de entrega del producto. Todos estos esfuerzos fueron reconocidos por el cliente al equipo d3ndonos una evaluaci3n general del a1o anterior de 9.6 (m3ximo 10).

Otro valor a1adido debido a esta iniciativa (entre muchas otras) fue que la entrega de los trenes a la explotaci3n comercial fue en los 15 trenes con cero defectos menores (Cero defectos).

10. CONCLUSIONES.

De la información generada fue importante para el proyecto ya que sin ella no hubiera sido posible iniciar los trabajos de remodelación o modernización de los equipos, ya que aun cuando son base para que producción, Ingeniería o industrialización inicien sus trabajos era un punto contractual el tener terminada la documentación para poder iniciar los trabajos era un objetivo contractual que se **tenía que cumplir**. De ahí la importancia de generar la información.

Con respecto al análisis de la información por el proceso de **Demerits** y de otras bases de datos (como las usadas en el mantenimiento) permitieron que los indicadores contractuales (Fiabilidad, Disponibilidad y Ahorro de Energía se alcanzaran) por lo que todas las *aportaciones* que pudo hacer el control documental dieron frutos.

El proyecto está en este momento en un periodo de mantenimiento, pero la documentación que se genera no es estática son documentos vivos y que requieren de actualizaciones constantemente es esa la tarea que aun hoy se sigue realizando.

En el ámbito profesional puedo decir y estoy convencido que los conocimientos recibidos en la carrera fueron desde mi experiencia muy útiles no solo para poder entender los diversos equipos que tiene un tren ya que en el encuentras desde equipos neumáticos, eléctricos, electrónicos y de control y es necesario entender el concepto de funcionamiento de cada uno de ellos para poder realizar cualquier manual de servicio y operación de mantenimiento.

Especialmente puedo afirmar que las materias de:

- Electricidad y Magnetismo
- Física Experimental
- Calculo
- Ecuaciones Diferenciales
- Dinámica de Sistemas Físicos.
- Electrónica
- Laboratorios de Termodinámica y Termo fluidos
- Maquinas síncronas y de Corriente Directa

Estas entre muchas otras me permitieron entender y aplicar mis conocimientos a este gran mundo que son los trenes. Pero creo que la mayor aportación que me pudo dar el estudiar Ingeniería fue el tener una mente analítica que te permite razonar y analizar los problemas que enfrentas en la vida laboral, sin esta forma de pensar que nos da la facultad no es posible enfrentar los diversos problemas se presentan el día al día.

El control documental, así como la generación de información es en gran medida el resumen de todo lo aprendido y entendido tanto de los conocimientos adquiridos en la escuela como de lo aplicado en la vida profesional.

11.GLOSARIO.

- G1** **Fiabilidad:** Probabilidad de que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función bajo ciertas condiciones durante un tiempo determinado.
- G2** **Disponibilidad:** El grado en que un sistema, subsistema o equipo se encuentra en un estado específico operable y comprometible al comienzo de servicio, cuando el servicio se solicita en un momento desconocido, es decir, aleatorio. En pocas palabras, la disponibilidad es la proporción de tiempo que un sistema está en condiciones de funcionamiento. Esto a menudo se describe como una tasa capaz de funcionar. Matemáticamente, esto se expresa como 100%.
- G3** **LOTO:** Siglas en ingles que significan Lock Out Tag Out (Fuera seguro Fuera Etiqueta). Herramienta de Seguridad para aislar energía de equipos que serán intervenidos durante un mantenimiento o manipulación de algún tipo.
- G4** **NCR:** Siglas en Ingles que significan Non Conformity Report (Reporte de No Conformidad), Reporte que se usa para el manejo e identificación de equipos(s) que han tenido un fallo o falla.
- G5** **Controles de Ayuda al Mantenimiento:** Son básicamente Controles Programables que manejan y registran las variables de funcionamiento de diversos sistemas o subsistemas registrando en unidades de memoria eventos de un mal funcionamiento y que permiten al Ingeniero de Mantenimiento poder detectar o prevenir problemas de los equipos.
- G6** **Demerits:** Proceso de Calidad que busca detectar las desviaciones en la PRODUCCION y antes de la explotación comercial para analizar su causa y en conjunto con el área de producción tomar acciones medibles para eliminarlas o reducirlas a un mínimo aceptable.
- G7** **QRQC (Quick Response of Quality Control):** Es una respuesta rápida de calidad donde se analizan las causas de una manera ágil.

12.BIBLIOGRAFÍA.

- B1** **Reliability for Growth Process TLS.....Goran Bralic**
- B2** **Norma ISO 9000:2015.....Bureau Veritas Rev Enero 2016.**
- B3** **Norma ISO 10013.....Bureau Veritas Rev 2005.**
- B4** **Reliability Centred Maintenance.....Groom Simon 2006.**