



Universidad Nacional Autónoma de México

**Facultad de Estudios Superiores Acatlán
Coordinación de Posgrado**

Especialización en Sistemas de Calidad

El mapping como herramienta de gestión en el mantenimiento a equipos de cadenas comerciales

Tesina

Que presenta

Heber Gerzayn Oviedo López

Para obtener el Grado de Especialista en Sistemas de Calidad

Tutora

Dra. Nelly Karina Jiménez Genchi

Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi mamá, a Co.
A mi papá, a Topher.

Agradecimientos

A mi asesora Dra. Nelly Karina Jiménez Genchi por todo el apoyo a lo largo del tiempo y por siempre recibirme con un buen gesto cada vez que retomaba este proyecto.

A la FES Acatlán por ser un lugar espléndido.

Contenido

Introducción	1
Capítulo 1 Mantenimiento en las Empresas Multipunto.....	3
1.- La importancia del Mantenimiento en las cadenas comerciales	3
1.1 Metodología	4
1.2 Objetivos	6
1.3 Pregunta de investigación	6
1.4 Tipo de investigación.....	6
1.5 Recopilación y procesamiento de datos.....	6
1.6 Presentación de resultados	7
Capítulo 2 Antecedentes	8
2.1 Programas de Mantenimiento en Sistemas Multipunto o cadenas comerciales.....	8
2.1.1 Historia del mantenimiento	8
2.1.2 Tipos y estrategias de mantenimiento	10
2.1.3 Objetivos del mantenimiento.....	12
2.1.4 Subcontratación del mantenimiento	14
2.1.5 Breve análisis costo-beneficio de la subcontratación	16
2.2 Introducción al Mapping	19
2.2.1 Definición de los SIG y generalidades del Mapping	19
2.2.2 El mapping como herramienta de calidad.....	23
2.3 Generalidades de los equipos auxiliares	25
2.4 Caracterización de los equipos auxiliares.....	26
2.4.1 AA y Refrigeración	27
2.4.2 Ventilación	27
2.4.3 Plantas de emergencias.....	27
2.4.4 UPS (Uninterruptible Power Supply)	28
2.5 Sistemas de mantenimiento.....	29
2.5.1 Análisis de equipos	29

2.5.2 Planeación	33
2.5.3 Organización.....	37
2.5.4 Control.....	37
Capítulo 3 Aplicación.....	39
3.1 Integración del mapping como una herramienta de gestión en programas de mantenimiento de sistemas multipunto o cadenas comerciales.	39
3.2 ANTAD selección de información (Recopilación de información)	39
3.3 Análisis de los equipos y clasificación de la información	42
3.4 Carga de capas en mapping	43
3.5 Análisis de información con infografías	44
Conclusiones	53
Anexo A	54
Referencias.....	60

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo integrar el mapping como una herramienta de gestión en programas de mantenimiento de sistemas multipunto o cadenas comerciales. La inquietud al respecto de este tema surge ya que en mi experiencia profesional tuve la oportunidad de administrar servicios de mantenimiento a nivel nacional en el área de telecomunicaciones, lo que me permitió acercarme a este tipo de mantenimientos e identificar acciones de mejora. Una de estas acciones es el integrar en la base de datos de los equipos, a los que se está realizando el mantenimiento, información geográficamente referenciada lo cual permite tener un mejor entendimiento de la localización, distribución, interconexión y cercanía entre los sitios que cuentan con equipos. Es por lo que se plantea este trabajo para profundizar al respecto de los beneficios, si es que estos existen, de integrar al mapping como herramienta de gestión.

Para poder llevar a cabo este estudio se requiere de una base de datos que contemple cuando menos tres aspectos: 1.- Información del establecimiento comercial, 2.- Información georreferenciada y 3.- Información de los equipos instalados. Dado que por confidencialidad no es posible tener acceso a una base de datos con estas características en lo que se refiere a las telecomunicaciones, se planteó realizar este ejercicio con información abierta por lo que se eligieron las tiendas comerciales como base ya que existe información en el INEGI que cumplen los puntos 1 y 2 del listado anterior. Por otro lado, ya que no es posible acceder a la información del punto 3 (Información de los equipos instalados) dado que esta no es información abierta, se realizará una simulación que nos proporcione un acercamiento a lo que en la práctica se podría estar viendo en lo que respecta a los equipos instalados.

Como puede verse este trabajo no está enfocado en una empresa en particular, lo que se pretende realizar es trabajar con una base de datos genérica que cumpla con los tres apartados de información enlistados en el párrafo anterior y tomarla como base para verificar los beneficios que puede tener el hacer uso del mapping en este tipo de mantenimientos; con esto se deja abierto el poder aplicar este tipo de herramientas a cualquier empresa o industria que requiera realizar trabajos similares (no necesariamente de mantenimiento) en sitios que se encuentren distribuidos en determinada área geográfica.

En este caso, ya que se está trabajando con servicios de mantenimiento, el trabajo se lleva a través de la combinación de dos procesos: el programa de mantenimiento y el mapping, con la finalidad

de agilizar la toma de decisiones que impacta directamente en la reducción de costos en el proceso de mantenimiento. Para lograr el objetivo, la tesis está integrada por tres capítulos:

Capítulo 1: Describe la importancia del mantenimiento de sistemas multipunto y la metodología empleada para desarrollar la investigación.

Capítulo 2: Se explican los programas de mantenimiento y el mapping en equipos auxiliares de sistemas multipunto.

Capítulo 3: Se analiza la viabilidad de integrar el mapping como una herramienta de gestión en programas de mantenimiento de sistemas multipunto.

Capítulo 1

Mantenimiento en las Empresas Multipunto

1.- La importancia del Mantenimiento en las cadenas comerciales

Al mencionarle a alguien la frase venta al menudeo posiblemente lo que le venga a la cabeza en primera instancia sería una tienda de la esquina o tal vez un mercado donde compra sus víveres día a día pero haciendo una extrapolación a esto su pensamiento iría entonces hacia las grandes cadenas comerciales o tiendas de conveniencia y una vez más dando un paso hacia adelante se pensaría en las tiendas departamentales o las especializadas en determinado producto de consumo como: ropa, comida, medicina, salud, entretenimiento, etcétera y de repente se ha pasado desde la tienda de la esquina hasta los grandes conglomerados de tiendas que pueden tener zonas de impacto tan grandes como estados, países o incluso algunas de ellas tienen ventas a nivel mundial. Al pensar en esto se comienza a ver las implicaciones que tiene el poder hacer que estas tiendas generen ingresos, la cantidad de dinero que se maneja y la gran fuente de empleos que son; en estas tiendas trabajan todo tipo de profesionistas, técnicos, personal administrativo, ayudantes generales, vendedores y muchos otros empleados que requieren de herramientas y equipos para realizar sus trabajos los cuales abarcan cualquier cantidad de sistemas para llevar a cabo sus tareas en cada jornada laboral. Pensemos ahora en una tienda en particular, en los equipos que requieren el inmueble en si para brindar el servicio para el que fue creado, y cuando se llega a este punto, habría que hablar de los equipos auxiliares; esos equipos que el cliente común no ve y de hecho no tiene que ser consciente de ellos; al cliente no le importa cómo se le suministra la energía a la tienda pero requiere que esté ahí, no le interesa como funciona un aire acondicionado pero se queja si no está presente, no le importa cómo se manejan los inventarios de la tienda o cual es la logística para que el producto llegue al anaquel, pero cambia de tienda si no encuentra el producto que requiere; con lo anterior se quiere evidenciar que el cliente es indirectamente sensible a todos los equipos auxiliares y al funcionamiento de estos pero él no lo sabe, va a la tienda a cubrir una necesidad y estos equipos auxiliares son los que dan el soporte al servicio que se está ofreciendo. Consideremos entonces que en cada tienda se requieren de estos equipos auxiliares los cuales suministran todos estos servicios y dado que están operando continuamente, se les debe de dar el mantenimiento adecuado para que cumplan su función y tiempo de vida. Ahora, volvamos a pensar en grande y multipliquemos la cantidad de equipos auxiliares por cada una de las tiendas que mencionamos al inicio esto nos da un mundo de equipos a los que hay que darles mantenimiento para que sigan operando y lo cierto es que el *core business* de las empresas de consumo no está enfocado en esto por lo que, es aquí donde la industria de mantenimiento especializada hace su aparición.

Si bien el mantenimiento ha tenido presencia en el entorno humano desde que el hombre comenzó a usar maquinas simples el gran auge y su importancia no se vieron en la medida correcta hasta la llegada de la revolución industrial. En el contexto histórico han sucedido muchos cambios conceptuales para el mantenimiento y esto ha hecho que llegemos hasta el punto en el que estamos actualmente, pero es importante mencionar que el mantenimiento se había venido pensando principalmente en las plantas industriales donde se generan productos por lo que el gerente de mantenimiento, los técnicos, los ayudantes, prácticamente todo el personal que se requiere para realizar el mantenimiento están ahí, en sitio, en la planta; esto hace que todos los esfuerzos se concentren en un solo lugar. Pero ahora retomemos la idea de cadenas comerciales en donde su área de impacto considera Entidades Federativas completos o un país entero y recordemos que las personas que están en cada una de estas tiendas no son especialistas en mantenimiento industrial y que sus equipos auxiliares requieren de un programa de mantenimiento para que pueden cumplir cuando menos su vida útil. Todo lo anterior nos presenta una problemática muy interesante que integra a la logística para colocar al técnico especialista que realizará el mantenimiento en un lugar y en un momento específico. Es cierto que esta problemática está presente desde que las tiendas comerciales han extendido su área de acción, y que existen empresas especializadas en atender dichos servicios, y se ha venido haciendo ya sea con personal de una sola empresa que tiene oficinas regionales para atender servicios en un área mucho más amplia o por otro lado subcontratando servicios con empresas locales para atender con mayor rapidez. Lo cierto es que el nivel de gestión que se requiere para brindar estos servicios es muy alto, la complejidad del control para dar seguimiento y que el cliente no caiga en cuenta de la existencia de los equipos auxiliares por su ausencia, es sumamente grande. Existen muchas técnicas conocidas para la gestión de estos servicios y en la medida de la capacidad del personal para utilizarlas, se llegará a tener un mayor entendimiento de los sistemas y atacar eficientemente los problemas adicionales que se presenten. En este sentido se pretende integrar el mapping como una herramienta de calidad en programas de mantenimiento a equipos auxiliares en cadenas comerciales para facilitar la toma de decisiones que impacten directamente en la disponibilidad de los equipos considerando la rentabilidad de cada servicio.

1.1 Metodología

Las etapas en las que se realizará la investigación, las cuales conforman la metodología, son las siguientes:

Planear: Se presentarán los elementos primordiales de los programas de mantenimiento, así como el alcance de estos y la utilidad que tienen en el contexto de sistemas multipunto o cadenas comerciales.

Hacer: Se integran ambos procesos, información del programa de mantenimiento e información geográficamente referenciada.

Verificar: Se realiza una simulación para verificar que la integración de ambos procesos da los resultados esperados facilitando la toma de decisiones.

Actuar: Ajustar los parámetros necesarios para que la toma de decisiones sea óptima en base a lo que se identificó en la simulación.

Como se mencionó, la propuesta que se estará usando en este trabajo será la integración de dos procesos: 1) Programa de mantenimiento y 2) Diseño de mapas digitales con TileMill (“Mapping”).

Considerando a los programas de mantenimiento como un proceso, estos tendrían diferentes entradas como son: Mano de obra, Materiales, Contratos, Servicio del taller, Renta de equipos, Contenedor de herramientas, Gastos generales de mantenimiento, Gastos generales de la compañía o la planta las cuales entran al proceso denominado “Programa de mantenimiento” cuyo productos son, por ejemplo: Disponibilidad, Confiabilidad y tiempo medio entre fallos, Tiempo medio para la reparación, Tasa de proceso, Tasa de calidad, Eficacia global del equipo¹. Por otro lado en el mismo sentido el “mapping” se considera también como un proceso con sus respectivas entradas y salidas. Lo que se quiere realizar es integrar ambas metodologías en donde las entradas de “Proceso mapping” sean los productos del “Programa de Mantenimiento” y con esto optimizar la toma de decisiones; lo anterior se ilustra en el diagrama 1.1.

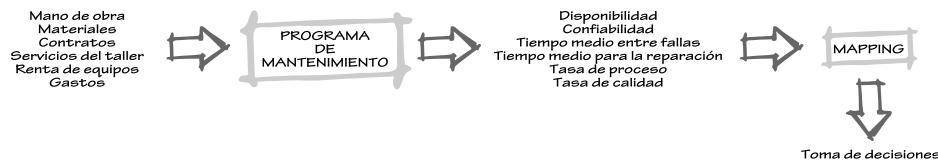


Diagrama 1.1 Procesos Mantenimiento-Mapping
Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, es importante entender que las entradas al mapping no son solamente las salidas del primer proceso ya que la información intrínseca del Programa de Mantenimiento también es relevante para que el mapping se pueda llevar a cabo, así también es importante el considerar que las decisiones que se tomen impactan directamente, como retroalimentación, a las entradas de nuestro programa de mantenimiento, con lo anterior el diagrama 1.2 identifica gráficamente la metodología que se estará utilizando en nuestro estudio.

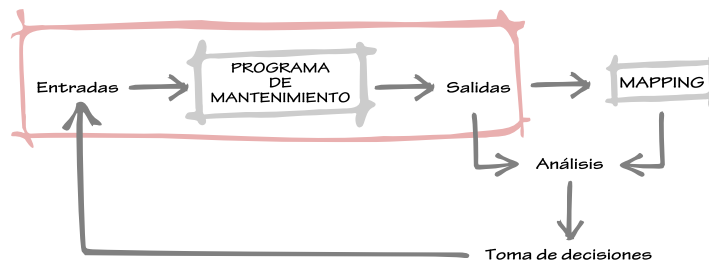


Diagrama 1.2 Proceso Mantenimiento-Mapping con retroalimentación
Fuente: Elaboración propia

¹ Duffuss, Salih et al., *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*, 1ª ed., México, Limusa-Wiley, 2000, p 31 y 32

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Integrar el mapping como una herramienta de gestión en programas de mantenimiento de sistemas multipunto o cadenas comerciales.

1.2.2 Objetivos específicos

Describir los programas de mantenimiento en sistemas multipunto.

Explicar los programas de mantenimiento y el mapping en equipos auxiliares de cadenas comerciales.

Presentar las generalidades del mapping así como un programa de mantenimiento para equipos auxiliares.

1.3 Pregunta de investigación

La pregunta principal que pretende responder este trabajo consiste en ¿Es el mapping una herramienta que permite al tomador de decisiones optimizar la gestión del mantenimiento de equipos auxiliares en sistemas multipunto o cadenas comerciales?

1.4 Tipo de investigación

Esta investigación se puede concebir de tipo explicativa y exploratoria, si bien los temas principales que aquí se tratan: Sistemas de mantenimiento, Equipos auxiliares y Servicio multipunto son bien conocidos y se ha trabajado con ellos por muchos años, lo cierto es que la integración del mapping, siendo esta una herramienta que se ha venido desarrollando más fervientemente en los últimos lustros, es lo que hace a esta investigación de tipo explicativa ya que pretende mostrar cómo integran las herramientas ya conocida con esta tecnología que actualmente nos solamente se está aplicando en esto, si no en cualquier base de datos que tenga referencias espaciales, explorando así el alcance de esta herramienta en múltiples campos que integran tan diversas ramas del conocimiento como se pueda imaginar.

1.5 Recopilación y procesamiento de datos

Como se verá en los capítulos siguientes para evaluar el mapping como una herramienta para la toma de decisiones referentes al mantenimiento es necesario contar con una base de datos geográficamente referenciada para identificar la localización de los sitios en donde se cuente con los equipos auxiliares a los que se les dará mantenimiento; esta base de datos se obtendrá de Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y la Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales (ANTAD) pero para evaluar la herramienta como útil se tienen que realizar pruebas con una base de equipos instalada y con situaciones en donde ya se tenga información referente a la periodicidad de los mantenimientos de los equipos y a cómo se han presentado fallas de estos a lo largo del tiempo, en este sentido no se cuenta con esta información por lo que se generaran ejercicios con problemáticas comunes en el mantenimiento de este tipo de equipos, así también la base de los equipos se simulara en función de lo que en la práctica se utiliza en locales con las características que se están estudiando.

Lo anterior va muy de la mano con el tipo de investigación que se está realizando (explicativa y exploratoria) ya que esta permite centrar el estudio en características cualitativas no tanto como en cuantitativas lo que nos da un margen para trabajar con una mezcla de bases de datos; una de la que se tiene certeza como lo es la de georreferencias mezclada con otra que pretende generar el tipo de problemática que se presenta más comúnmente en los sistemas que se quieren estudiar.

1.6 Presentación de resultados

Esta es la parte medular de la investigación ya que el mapping se enfoca en la presentación de información geográficamente referenciada en mapas basados en un análisis previo lo cual al integrarse nos facilita la comprensión de la problemática permitiéndonos una toma de decisiones mucho más eficiente. Esta presentación de los resultados se hará por infografías que muestran entre otras cosas la localización de los sitios, segmentación de estos en función a la problemática presentada, información puntual de cada sitio y como se están relacionando los sitios entre sí. Entiéndase que si bien esta es alguna de la información que se presenta eso no excluye que una vez conociendo la forma de aplicar el mapping en los ejercicios presentados se puede generar información puntual dependiendo de la problemática con la que se está enfrentando.

Capítulo 2

Antecedentes

2.1 Programas de Mantenimiento en Sistemas Multipunto o cadenas comerciales

En este capítulo se explican los programas de mantenimiento y el mapping en equipos auxiliares de sistemas multipunto.

Según la norma UNE-EN 13306 el mantenimiento se define como:

Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento destinado a conservarlo o devolverlo al estado en el cual pueda desarrollar la función requerida

Esta definición engloba a lo que se considera actualmente como mantenimiento pero se debe de tener un marco histórico para comprender mejor que es lo que nos ha llevado a esta definición.

2.1.1 Historia del mantenimiento

Como es de suponerse existen varias concepciones históricas del mantenimiento dependiendo del enfoque y los límites que al autor considere, a continuación se presentan tres tablas de distintos autores que resumen el avance a lo largo de la historia en este sentido:

Generaciones del mantenimiento		
Generaciones	Época en que aparece	Principales fundamentos
Primera	Desde el inicio de la Revolución Industrial	Mantenimiento correctivo puro
Segunda	A partir de la Segunda Guerra Mundial	Mantenimiento preventivo sistemático
Tercera	Década de los 80	Mantenimiento predictivo o por condición Análisis de fallos RCM* TPM**
Cuarta	Década de los 90	World Class Management y la eficacia de la gestión
Quinta	Siglo XXI	Terotecnología. Visión técnico económica de los activos y del costo de ciclo de vida

*Mantenimiento basado en fiabilidad

**Mantenimiento productivo total

Tabla2.1 Generaciones del mantenimiento

Fuente: García Garrido, Santiago. *La contratación del mantenimiento*. Pág. 5.

Evolución del mantenimiento industrial			
Técnicas orientadas al:			
Cuidado físico de la máquina		Cuidado del servicio que proporciona la máquina	
¿? – 1914	1914 – 1950	1950 – 1970	1970 - ¿??
Correctivo (MC)	Preventivo (MP)	Productivo (PM)	Productivo Total (TPM)
Enfoque máquina	Enfoque máquina	Enfoque al servicio que prestan las máquinas	Enfoque al servicio que prestan las máquinas
Sólo se intervenía en caso de paro o falla importante	Con establecimiento de algunas labores preventivas	Importancia de la fiabilidad para la entrega del servicio al cliente. Se busca la eficiencia económica en el diseño de la planta	Lograr eficiencia PM a través de un sistema comprensivo y participativo total de los empleados de producción y mantenimiento

Tabla 2.2 Evolución del mantenimiento industrial

Fuente: Dounce Villanueva, Enrique. *La productividad en el mantenimiento industrial*. Pág. 4.

Evolución histórica del Mantenimiento					
Etapa	Sucede aproximadamente	Producción - Manufactura		Mantenimiento e ingeniería de fábricas	
		Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	Antes de 1950	El producto	Generar el producto	Hacer acciones correctivas	Reparar fallos imprevistos
II	Entre 1950 y 1959	La producción	Estructurar un sistema productivo	Aplicar acciones planeadas	Prevenir, predecir y reparar fallos
III	Entre 1960 y 1980	La productividad	Optimizar la producción	Establecer tácticas de mantenimiento	Gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	Entre 1981 y 1995	La competitividad	Mejorar índices mundiales	Implementar una estrategia	Medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	Entre 1996 y 2003	La innovación tecnológica			
VI	Desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimiento – Predicciones – Pronósticos – Gestión de activos			

Tabla 2.3 Evolución histórica del mantenimiento

Fuente: Mora Gutiérrez, Luis Alberto. *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. Pág. 11.

La división histórica que presentan los autores comienza después de la revolución industrial, dado que antes de ésta las máquinas no tenían injerencia en los procesos productivos, así también la evolución de la conceptualización avanzó comenzando con un enfoque primigenio correctivo, lo que seguramente implicaba una cantidad importante de paros en los equipos y cuyas reparaciones eran realizadas por los operarios de éstas, por lo que el desarrollo lógico es la prevención como lo marcan

los autores en etapas subsecuentes, con esto el área de mantenimiento en las empresas surgió como un ente independiente que interactuaba principalmente con el área de producción. A partir de aquí se pueden identificar dos vertientes del mantenimiento que son el RCM que se basa principalmente en la tecnología y el TPM que trata de volver a involucrar al operador de la máquina en el proceso de mantenimiento de esta. En la tabla 2.4 se observa que estos enfoques son totalmente distintos entre sí.

TPM Mantenimiento Productivo Total	RCM Mantenimiento Basado en Fiabilidad
<ul style="list-style-type: none"> • Algunas tareas las realizan los operarios – limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes- • El operario se implica en el cuidado de la máquina 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de los equipos • Análisis de modelos de fallo • Aplicación de técnicas estadísticas • Tecnología de detección
Basado en la motivación e implicación del equipo humano	Basado en la tecnología

Tabla 2.4 Comparación de tipos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

La siguiente etapa es integradora ya que el TPM y el RCM no son excluyentes uno de otro:

“TMP y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas el RCM impulsa el mantenimiento y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después algunas de las tareas son transferidas a la producción, en el marco de la política de implantación de TMP. En otras plantas en cambio es la filosofía TMP la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la detección de tareas y frecuencia en determinados equipos”²

En general, la etapa actual del mantenimiento considerada por García Garrido (2003) se centra en la gestión de los activos integrando ambas filosofías de mantenimiento

2.1.2 Tipos y estrategias de mantenimiento

Se han mencionados distintos tipos de mantenimiento como lo son el preventivo, el correctivo, el predictivo, entre otros según la norma UNE 13306 la división de estos en una visión general es la siguiente:

² García Garrido, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. 1ª ed. Madrid, Diaz Santos, 2003, p 2.

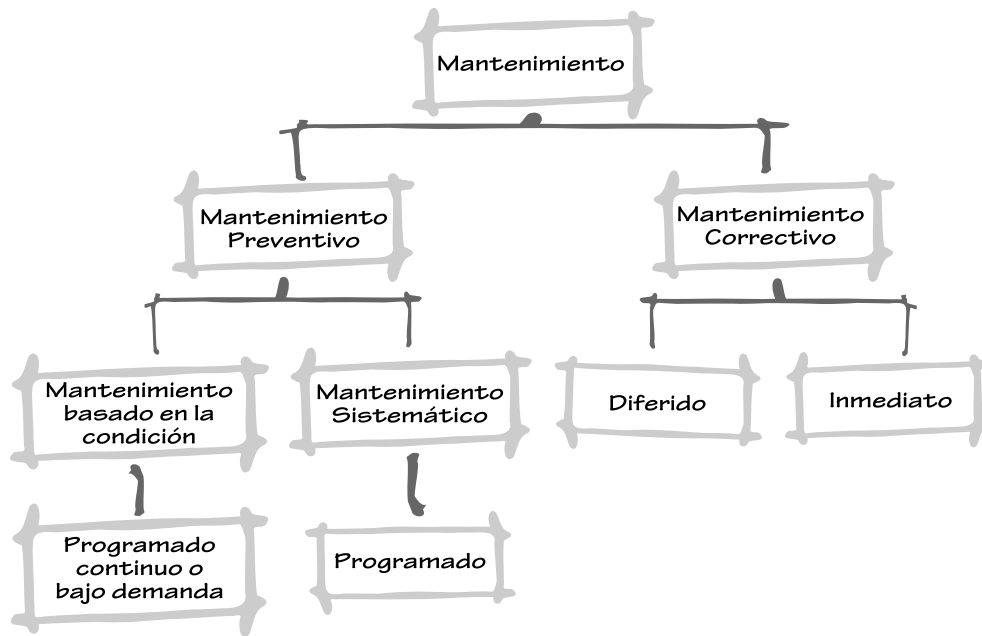


Diagrama 2.1 Mantenimiento visión general
UNE 13306 2003

Las definiciones de todos estos tipos de mantenimiento se exponen en la *Norma UNE 13306 Terminología del mantenimiento* la cual es relativamente sencillo de localizar en cualquier buscador de internet, por lo que aquí solamente se presentarán las definiciones del preventivo y correctivo por considerarse primordiales:

Mantenimiento preventivo: Mantenimiento ejecutado a intervalos predeterminados o de acuerdo con unos criterios prescritos y destinados a reducir la probabilidad de fallo o la degradación de funcionamiento de un elemento

Mantenimiento Correctivo: Mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería y destinado a llevar un elemento a un estado en el que pueda desarrollar una función requerida

Es importante señalar que no es posible aplicar directamente un solo tipo de mantenimiento a un conjunto de equipos y que se requiere saber cuál tipo de mantenimiento se le debe de dar a cada equipo específico por lo que es aquí donde entran las estrategias de mantenimiento las cuales se presentan en la Tabla 2.5, que se definen como *una mezcla de los diversos tipos de mantenimiento en unas proporciones determinadas y que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto*³

³ García Garrido, Santiago. Op Cit., p 18

Estrategias de mantenimiento							
Estrategia	Tareas para realizar						Descripción general
	Inspección Visual	Lubricación	Reparación de averías	Mantenimiento condicional	Mantenimiento preventivo sistemático	Puesta a cero periódica	
Correctivo	√	√	√				Modelo básico Aplicable a equipos con bajo nivel de criticidad Equipos que cuyas averías no suponen ningún problema
Condicional	√	√	√	√			Aplicable a equipos de poco uso o con probabilidad de fallo muy baja Se realizan pruebas y de ser necesarias se programan intervenciones
Sistemático	√	√	√	√	√		Se realizan tareas sin importar el estado del equipo No se espera a la presencia del fallo para realizar las tareas definidas Se realizan pruebas para ver definir si se requieren tareas mayores Para equipos de disponibilidad media
Alta disponibilidad	√	√	√	√	√	√	Equipos que no pueden sufrir averías Equipos con disponibilidad mayor al 90% En las revisiones se sustituyen todas las piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo Su objetivo es cero averías
Subcontratado							No se tienen los conocimientos suficientes No se tienen los medios necesarios

*Otras consideraciones: Existen equipos sometidos a normativas legales que regulan su mantenimiento por lo que habrá que considerar estos como un apartado especial en las estrategias de mantenimiento

Tabla 2.5 Estrategias de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia⁴

2.1.3 Objetivos del mantenimiento

Tomando en cuenta la definición que marca la Norma UNE 13306⁵ referente a los objetivos del mantenimiento la cual los describe como *las metas asignadas y aceptadas para las actividades de mantenimiento*, se entiende que el concepto es muy amplio y depende principalmente de lo que

⁴ La tabla presentada se realizó como un resumen de lo que se puede revisar en detalle en: García Garrido, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. 1ª ed. Madrid, Díaz Santos, 2003, p 19-23.

⁵ UNE

cada empresa tenga estipulado en su estrategia de mantenimiento, sin embargo las líneas generales de los objetivos se centran en los siguientes puntos:

- Establecer los objetivos acordes con los de la empresa
- Reducir al mínimo las paradas en la producción
- Mejorar las instalaciones al mínimo costo
- Reducir los costos
- Participar activamente en grupos de Mejora de calidad y de Seguridad
- Evitar la degradación de las instalaciones y sus consecuencias en la calidad del producto fabricado
- Dar primicia a sus clientes
- Mejorar las competencias del personal a través de su formación
- Cumplir la reglamentación vigente
- Aplicar acciones permanentes dirigidas a conseguir cero accidentes⁶

Otra forma de identificar los objetivos es referenciada hacia la mejora de los indicadores técnicos y económicos que la norma UNE 13306 menciona:

Indicador	Objetivo
Costo de ciclo de vida	Disminuir el costo de ciclo de vida
Eficacia del mantenimiento	Aumentar la eficacia del mantenimiento
Eficiencia del mantenimiento	Aumentar la eficiencia del mantenimiento
Tiempo de funcionamiento medio entre fallos	Aumentar el tiempo de funcionamiento medio entre fallos
Tiempo medio entre fallos	Aumentar el tiempo medio entre fallos
Tiempo de reparación medio	Disminuir el tiempo de reparación medio

Tabla 2.6 Objetivos e indicadores del mantenimiento
Fuente: UNE 13306 Terminología del mantenimiento

Estos son los indicadores que la norma plantea, pero dependiendo de cada empresa y el tipo de equipos a los que se da mantenimiento, pueden generarse otros indicadores que sean relevantes, con base en los cuales se consideran objetivos de mantenimiento específicos

Por otro lado y de forma complementaria según el informe AMPC 706 – 132 (1075) los objetivos del mantenimiento son:

- Mejorar las operaciones del mantenimiento
- Reducir la cantidad y frecuencia del mantenimiento
- Reducir los efectos de la complejidad de los sistemas
- Reducir el nivel de especialización técnica en mantenimiento referido al personal

⁶Duffuss, Salih et al., *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*, 1ª ed., México, Limusa-Wiley, 2000,

Reducir la cantidad de aprovisionamiento

Optimización de la frecuencia y cantidad de mantenimiento preventivo a realizar

Mejorar y asegurar la máxima utilización de las instalaciones de mantenimiento

Mejorar la organización del mantenimiento

En resumen, las diferentes formas de entender los objetivos del mantenimiento se centran en las siguientes seis áreas:

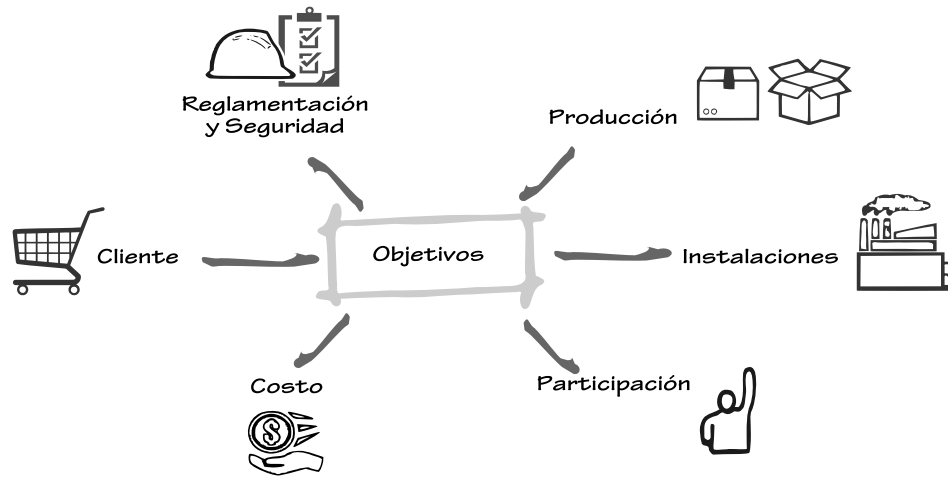


Diagrama 2.2 Objetivos del mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Subcontratación del mantenimiento

Cuando se aborda el tema de mantenimiento industrial comúnmente solo se piensa en las acciones que se deben de llevar a cabo en una planta para que esta continúe realizando la función requerida para producir el o los bienes para los que fue creada, por lo que es muy común que se pase por alto el hecho de que las industrias de servicio también requieren quien gestione el mantenimiento de éstas. En la actualidad y con los cambios drásticos que la competencia ha generado en los mercados ya no solamente se debe de centrar el concepto de mantenimiento industrial en una sola localización geográfica como lo era cuando se centraba en una planta; si pensamos en la cantidad de cadenas comerciales que gestionan el mantenimiento de cada uno de sus locales nos enfrentaríamos a un problema que, si bien es fundamentalmente centrado en el mantenimiento como lo es cuando se toma en cuenta solo una planta, lo cierto es que la logística que se tiene que considerar para dar servicio a esta cantidad de puntos de atención impacta determinadamente en los esfuerzos que se requieren para dicha tarea. Pensemos en los socios de la ANTAD, si bien algunas de estas cadenas comerciales atienden solamente un mercado local que considera municipios específicos o cuando mucho una Entidad Federativa de la República Mexicana, las hay también que atienden un mercado nacional dando servicio a las principales ciudades de la República Mexicana y en algunos casos tienen puntos de venta en otros países, por lo que habría que entender que cada

uno de estos locales tiene sus requerimientos de mantenimiento para continuar dando el servicio que se espera ofrezca.

Hay que entender que el tipo de negocio que estas cadenas comerciales están explotando es el de la venta al menudeo, por lo que el hecho de tener que dar mantenimiento a sus equipos auxiliares es algo externo a su core-business y dado que no poseen el know-how necesario para realizar dichos mantenimientos tienden a tercerizar este servicio.

Si bien esta es una de las principales razones por la que se externalizan estos mantenimientos se pueden considerar otras más como se muestra en el diagrama 2.3:



Diagrama 2.3 Razones para la externalización del mantenimiento

Fuente: García Garrido, Santiago. *La contratación del mantenimiento Industrial*. Pág. 6.

Se entiende que cada tipo de negocio que requiera que su mantenimiento se realice por un tercero será en mayor o menor medida por cada una de las seis razones que se identifican arriba. Una vez que se ha decidido que el mantenimiento de los equipos auxiliares de determinado punto de venta se realizaran por un tercero y dado que estas cadenas están integradas por tiendas multipunto las posibilidades para ofrecer dicho mantenimiento a la totalidad de los establecimientos caerían en una de estas tres opciones: a) que cada local gestione el contrato de mantenimiento de sus equipos, b) que dicho contrato se gestione por zonas o c) que el contrato se gestione desde su corporativo; este tercer caso es el más frecuente, dado que permite homologar los servicios en todas las tiendas comerciales sin importar en que región se realicen estos. El hecho de subcontratar este servicio de mantenimiento nos da muchos beneficios pero también tiene sus consecuencias negativas:

Resumen de las ventajas e inconvenientes de la contratación externa del mantenimiento

Ventajas:

Externalización del riesgo. Los costos son conocidos.

Flexibilidad de la plantilla.

Externalización de conflictos laborales.

Ausentismo, bajas, rotación y formación pasan a ser problema del contratista.

Disponibilidad inmediata de las mejores herramientas y de los mejores medios técnicos para el mantenimiento.

Acceso inmediato a nuevas tecnologías.

Personal de mantenimiento más especializado en una tecnología concreta.

Mejora en la gestión del stock de materiales y disminución del inmovilizado (lo soporta el contratista).

Posibilidad de obtener mejores resultados técnicos, o al menos, mejores posibilidades de exigirlos.

Mayor facilidad para la implantación de mejoras organizativa.

Posible reducción de costos.

Inconvenientes y riesgos:

Encarecimiento del mantenimiento y pérdida de competitividad.

Aparición de la subcontratación.

Pérdida del control de los resultados técnicos.

Pérdida del conocimiento.

Orientación de los contratistas a los resultados económicos, no a los resultados técnicos.

Alta rotación de las plantillas de la empresa contratista⁷.

Una vez que se han identificado las ventajas y desventajas que tiene la subcontratación del mantenimiento es necesario puntualizar que para llevar a la práctica esto se requiere de compromisos contractuales para tener un sustento legal, en caso de ser necesario. Esto último, se entiende como un trabajo conjunto con las áreas legales de ambas partes para que cumpla con los requerimientos que la legislación industrial vigente dicta; este punto no es el estudio del presente trabajo, sin embargo se considera pertinente el identificar las partes principales que las cláusulas de un contrato de mantenimiento deben de tener⁸.

2.1.5 Breve análisis costo-beneficio de la subcontratación

Una pregunta que se genera al hablar de la subcontratación de cualquier servicio es si es posible que ese trabajo se realice con el personal propio integrando ese trabajo a la operación cotidiana de la empresa y de no ser así por qué sería mejor el subcontratar dicho servicio. Una respuesta general a esta pregunta se tiene con lo mencionado en el apartado anterior -razones para la externalización del mantenimiento y ventajas e inconvenientes- pero se requiere de una razón más contundente para tomar esta decisión en la práctica. Es por lo que se plantea aquí un breve análisis costo beneficio de la subcontratación para el caso de estudio. Entiéndase que este no es un ejercicio

⁷ Duffuss, Salih et al., *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*, 1ª ed., México, Limusa-Wiley, 2000,

⁸ Se considera pertinente el estudio detallado de las partes de un contrato de servicios de mantenimiento, un documento que lo contempla es: *La contratación del mantenimiento industrial* de Santiago García Garrido

exhaustivo ya que para ello se requeriría el realizar corridas financieras de diversos escenarios lo cual no está contemplado en los objetivos de este trabajo.

Se tienen dos alternativas⁹:

- 1.- Realizar los servicios de mantenimiento por cuenta de la empresa
- 2.- Subcontratar los servicios de mantenimiento

Identificando que los beneficios están dados por la diferencia de ingresos y gastos:

$$B = I - G$$

Y haciendo la suposición realista a corto plazo de que los ingresos para ambas alternativas son los mismo implicaría que $\min\{G_1, G_2\}$ es la opción que maximizaría los beneficios, entonces nos podemos centrar únicamente en los gastos para nuestro análisis.

Consideremos entonces los siguientes costos:

Costos administrativos $-C_{adm}$ -: Al considerarse empresas grandes con amplia capacidad administrativa se puede suponer que $C_{adm\ 1} \approx C_{adm\ 2}$ aunque en el corto plazo al arranque del proyecto esto podría ser distinto

Costo de implantación $-C_{imp}$ -: Al tener un menor conocimiento sobre el tema de mantenimiento, la empresa que opta por realizar los servicios de mantenimiento por cuenta propia incurre en costos más elevados que al subcontratar ya que implementar este tipo de servicios es comenzar prácticamente desde cero en una nueva rama de negocio, por lo tanto se entiende que para este costo en particular $C_{imp\ 1} > C_{imp\ 2}$

Costo de personal de mantenimiento $-C_{per}$ -: Bajo el supuesto de que se cuenta con un mercado laboral perfecto y que la capacidad de reclutamiento de personal de ambas empresas es alta se puede conceder el supuesto de que $C_{per\ 1} \approx C_{per\ 2}$

Costo de refacciones y consumibles $-C_{ref}$ -: En este apartado se contempla tanto la capacidad de acceder a proveedores calificados que puedan suministrar las refacciones y consumibles especializados, así como se incluye el hecho de contar con la posibilidad de almacenar estos. Dado que las empresas subcontratadas se especializan en este sector en particular es más probable que hayan desarrollado a sus proveedores en comparación a una empresa que esté entrando recientemente a este sector del mismo modo las empresas subcontratadas deben de contar con almacenamiento de refacciones cuyo costo se distribuye entre diversos proyectos mientras que si se opta por la alternativa 1 el costo de almacenar es mayor ya que prácticamente este costo se concentra en un único proyecto por lo que $C_{ref\ 1} > C_{ref\ 2}$

⁹ De aquí en adelante cada alternativa se identificará como un subíndice

Costo de herramienta $-C_{herr}$:- Este costo es más elevado para la alternativa 1 ya que nuevamente sólo se usa en un proyecto, así también, podría considerarse como un costo de implementación con lo que el arranque de los servicios sería mucho más costoso en comparación con la alternativa 2 en donde es probable que dicha herramienta incluso ya se haya depreciado por lo que se tendría que $C_{herr 1} > C_{herr 2}$

Costo de paradas y tiempo perdido $-C_{par}$:- De ser el caso que se hayan completado los servicios preventivos y que no se requieran mantenimientos correctivos al optar por la alternativa 1 se estaría incurriendo en costos por pérdida de tiempo siendo el caso que en la alternativa 2 podría usarse este personal en otros servicios de proyectos alternos con lo que este costo sería menor, entonces se tiene el caso de $C_{par 1} > C_{par 2}$

Otros costos $-C_{otros}$:- Entre esos costos se pueden contemplar los imprevistos, el incremento de los costos a lo largo de la vida del proyecto, el acceso a nuevas tecnologías, seguros y límites de responsabilidad entre otros, en estricto sentido se podría realizar un análisis detallado al respecto de cada uno de estos costos pero para fines de este trabajo se contemplarán como $C_{otros 1} \approx C_{otros 2}$.

Por lo que tenemos:

$$\max B = \max\{I - G\} \text{ dado que } (I_1 = I_2) \Rightarrow \min\{G_1, G_2\}$$

Entonces sabiendo que:

$$G_i = \sum C_{k i}; i = 1, 2$$

Para cada opción se tiene:

$$G_i = C_{adm i} + C_{imp i} + C_{per i} + C_{ref i} + C_{herr i} + C_{par i} + C_{otros i}; i = 1, 2$$

Comparando las alternativas y dado que $C_{adm 1} \approx C_{adm 2}$, $C_{per 1} \approx C_{per 2}$ y también $C_{otros 1} \approx C_{otros 2}$ entonces se tendría que¹⁰:

$$g_1 = C_{imp 1} + C_{ref 1} + C_{herr 1} + C_{par 1} > C_{imp 2} + C_{ref 2} + C_{herr 2} + C_{par 2} = g_2$$

Hasta este punto se podría pensar que la alternativa por la que se debería de optar es la de subcontratar pero en realidad hace falta contemplar el margen de ganancia (M) que tendría la empresa subcontratada la cual es desconocido, lo que si es conocido es el precio al que estaría

¹⁰ Nótese la diferencia entre G y g. El primer caso contempla todos los costos por el contrario para g únicamente se están considerando los costos que difieren en magnitud entre las alternativas

ofreciendo sus servicios (P) por lo que la decisión debería de estar en función de esto con lo que se tendría lo siguiente:

Se opta por la alternativa 1 si:

$$G_1 < G_2 * M = P$$

Se opta por la alternativa 2 en el caso en que:

$$G_1 > G_2 * M = P$$

En el caso en que $G_1 = G_2 * M = P$ se es indiferente entre las alternativas.

Es importante el realizar este ejercicio al estar en la situación en la que se puede optar por subcontratar estos servicios, es relevante remarcar nuevamente que este es un análisis sencillo y que para la decisión que se está tomando sea la óptima se deberían de realizar corridas financieras en las que se contemple el tiempo de vida del proyecto y que cuando menos se considere la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VPN (Valor presente Neto) para validar la factibilidad financiera del proyecto.

2.2 Introducción al Mapping

Se ha hecho mención en múltiples ocasiones de datos referenciados geográficamente o que tienen una localización específica por lo que se requiere de herramientas que gestionen este tipo de información para poder continuar con el análisis que se está planteando. Es así, como se presenta el Mapping como el instrumento capaz de cumplir con los requerimientos de nuestro proyecto

2.2.1 Definición de los SIG y generalidades del Mapping

Para hablar del mapping como tal, es necesario primero conocer que es un Sistema de Información Geográfica (SIG). En un sentido muy general, un SIG es una serie de elementos que manejan una base de datos, los cuales son principalmente de naturaleza espacial o que están indexados u organizados a partir de un listado de referencia para ser manejados espacialmente¹¹

Lo anterior implica el diseño y construcción de la base de datos dependiendo de los requerimientos de los usuarios integrando así el software y hardware necesarios en función de la aplicación específica. El diagrama 2.4 presenta los elementos que se consideran relevantes para la construcción de un SIG

¹¹ Lopez Blanco, Jorge, *SIG en estudios de geomorfología ambiental y recursos naturales*, 1ª ed, México, FFyL UNAM, 2005, p 16.

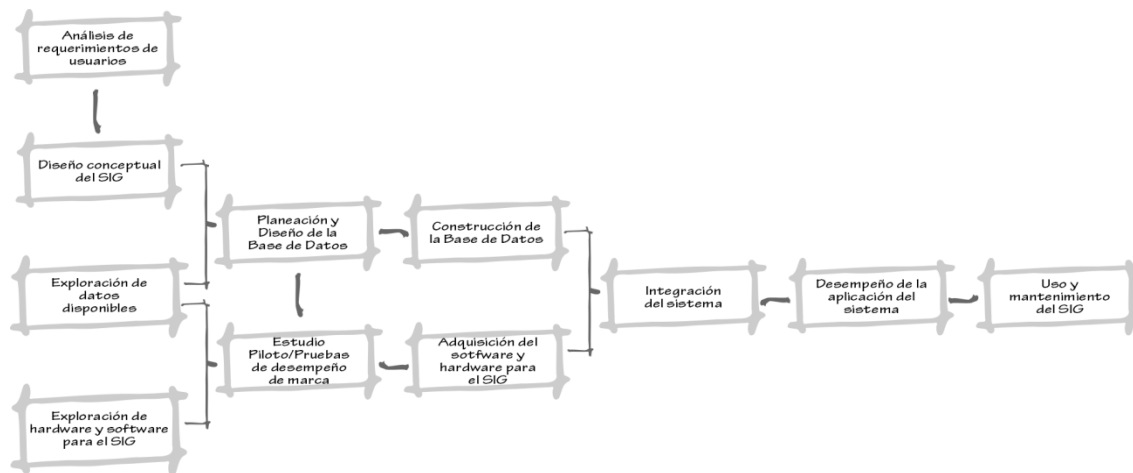


Diagrama 2.4 Elementos para la construcción de un SIG

Fuente: Santillana Guzmán, Humberto. *La planeación estratégica a través de los SIG*. Pág. 34.

Con base en el diagrama 2.4 se procede a dar una definición más específica de lo que es un SIG; es de suponer que dado que la aplicación de los SIG es muy amplia las definiciones que se han generado varían dependiendo del autor y del área de conocimiento en que se aplica determinado SIG, según los principales autores la definición de SIG es la siguiente:

Departamento del Medio Ambiente. Gran Bretaña¹²: Un sistema para capturar, guardar, corroborar, manejar, analizar y desplegar datos, los cuales están espacialmente referenciados

Aronoff¹³: Cualquier conjunto de procedimientos manuales o basados en computadora, utilizados para guardar y manejar datos geográficamente referenciados

Carter¹⁴: Una entidad institucional que refleja una estructura organizada que integra tecnología con una base de datos, expertos y soporte financiero continuo a través del tiempo

Parker¹⁵: Una tecnología de información, la cual permite guardar, analizar y desplegar ambos tipos de datos espaciales y no espaciales

Dueker¹⁶: Un caso especial de sistema de información donde la base de datos consiste en observaciones sobre características distribuidas espacialmente, actividades o eventos, los cuales

¹² Department of the Environment (Doe) (1987) Handling Geographic Information. HMSO, London

¹³ Aronoff, S. 1989. Geographic Information Systems: A Management Perspective. Ottawa, Canada : WDC Publications

¹⁴ Carter, J. R., 1989, On defining the geographic information system. In Fundamentals of Geographic Information Systems: A Compendium, (Falls Church, Virginia: ASPRS/ACSM) pp. 3-7

¹⁵ Parker H. D. (1989) The unique qualities of a geographic information system: a commentary. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54 (11):1547-49

¹⁶ Dueker K. J. (1979) Land resource information system: a review of fifteen years experience, Geo-Processing 1: 105-28

son definibles en el espacio como puntos líneas o áreas. Un SIG maneja datos acerca de esos puntos, líneas o áreas, para llamarlos en las consultas y análisis ad hoc

Smith, Menon, Starr y Estes¹⁷: Un sistema de base de datos en donde la mayoría de ellos están indexados espacialmente y sobre los cuales conjuntos de procedimientos son aplicados con el fin de responder a las consultas acerca de las entidades espaciales en dicha base

Ozenoy, Smith y Sicherman¹⁸: Un conjunto de funciones que provee a los profesionales con capacidades avanzadas para guardado, llamado, manejo y despliegue de datos localizados geográficamente

Burrough¹⁹: Un conjunto de herramientas potentes para coleccionar, guardar, llamar (recuperar) y, en su caso, transformar y desplegar datos espaciales del mundo real

Cowen²⁰: Un sistema de soporte para la toma de decisiones que involucra la integración de datos referenciados espacialmente en la solución de problemas del medio ambiente

Koshkarinov, Tikunov y Trofimov²¹: Un sistema con capacidades avanzadas para hacer geomodelamiento

Devine y Field²²: Una forma de sistema para el manejo de información (SMI) que permite despliegue de mapas de información general

Como se mencionó ,se nota que las definiciones de cada autor van muy de la mano del ámbito de estudio en el que se aplicó el SIG por lo que para realizar un mejor análisis de las definiciones nos apoyaremos en la tabla 2.7:

¹⁷ Smith T. R., Menon S., Starr J. L & Estes J. E. (1987) Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems. *International Journal of Geographical Information Systems* 1: 13-31

¹⁸ Ozemoy V. M., Smith D. R. & Sicherman A. (1981) Evaluating computerized geographic information system using decisión analysis. *Interfaces* 11: 92-98

¹⁹ Burrough, P.A. (1986) *Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment*. Monographs on Soil and Resources Survey No. 12, Oxford Science Publications, New York.

²⁰ Cowen D. J. (1988) GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54: 1551-4

²¹ Koshkarinov A. V., Tikunov V. S. & Trofimov A. M. (1989) The current state and the main trends in the development of geogrphical information systems in the USSR. *International Journal of Geographical Information Systems* 3 (3): 257-72

²² Devine H. A. & Field R. C. (1986) The gist of GIS. *Journal of Forestr*, August 17-22

Autor	Concepto general	Datos			Acciones aplicadas a los datos	Complementos
		Espacialmente referenciados	No espacialmente referenciados			
Depto. del medio ambiente	Sistema	✓	✓	x	Capturar, guardar, corroborar, manejar, analizar y desplegar	
Aronoff	Conjunto de procedimientos	✓	✓	x	Guardar y manejar	Basados en computadora
Carter	Entidad institucional	✓	x	x		Estructura organizada Tecnología Expertos Soporte financiero a través del tiempo
Parker	Tecnología de información	✓	✓	✓	Guardar, Analizar y desplegar	
Dueker	Sistema	✓	✓	✓	Llamar, consultar y analizar	
Smith	Sistema	✓	✓	x		Procedimientos utilizados para responder a consultas
Ozenoy	Conjunto de funciones	✓	✓	x	Guardar, llamar, manejar y desplegar	
Burrough	Conjunto de herramientas potentes	✓	✓	x	Colectar, guardar, recuperar, llamar, Transformar y desplegar	Del mundo real
Cowen	Sistema	✓	✓	x		Soporte para toma de decisiones Solución de problemas del medio ambiente
Koshkarinov	Sistema	x	x	x		Capacidades avanzadas Geomodelamiento
Devine	Sistema	x	x	x	Manejar y desplegar	Mapas de información general

Tabla 2.7 Resumen de definiciones de SIG

Fuente: Elaboración propia

Integremos una definición de SIG:

Sistema que incluye un conjunto de procedimientos, funciones y herramientas potentes que gestiona una base de datos integrada por datos espacial y no espacialmente referenciados para geomodelar dichos datos del mundo real como soporte para la toma de decisiones y solución de problemas

Geomodelar puede incluir: Capturar/Colectar, Guardar, Llamar/Recuperar, Consultar/Corroborar, Manejar, Analizar, Transformar y Desplegar información

El alcance de los SIG es muy amplio y se concentra por igual en cada una de las partes que integran dicho sistema. Ahora pensemos en el Mapping del cual se puede decir que es una herramienta que ayuda a desplegar información georreferenciada y que si bien requiere de la adquisición de dicha

información así como de guardarla, administrarla recuperarla y desplegar todas estas acciones no las realiza en la misma medida que un SIG. El mapping se centra primordialmente en presentar la información, previamente analizada, de forma que su comprensión y uso sea mucho más sencillo enfocándose fundamentalmente en la visualización de los datos. El diagrama 2.5 muestra claramente la diferencia en cuanto alcance se refiere entre los SIG y el Mapping.

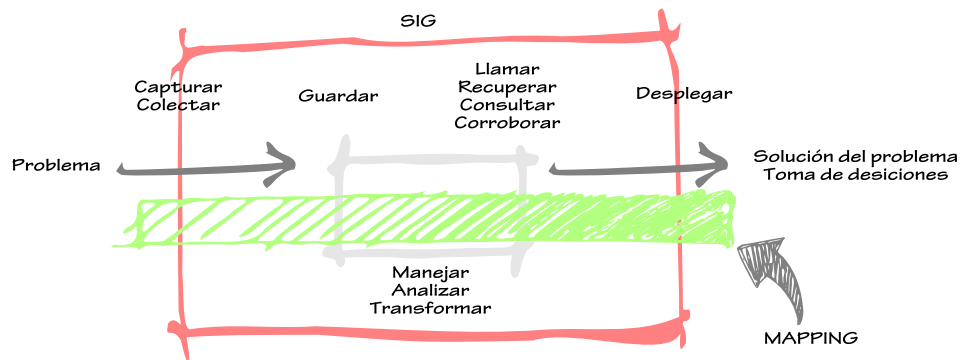


Diagrama 2.5 El mapping dentro de los SIG
Fuente: Elaboración propia

Como complemento podemos decir que el mapping hace uso de infografías para presentar el resultado de un análisis, por lo que la importancia de esta herramienta radica en cómo se está desplegando dicho análisis y como se toma una decisión con base en la comprensión de la información presentada gráficamente

2.2.2 El mapping como herramienta de calidad

Pensando en las siete herramientas básicas de la calidad y en a qué pregunta da respuesta cada una de éstas. Por ejemplo el Diagrama de Ishikawa que en su otro nombre nos da una idea clara de a que pregunta responde, el diagrama Causa – Efecto se podría decir, de una forma simplista, que se enfoca a definir ¿Qué causa determinado efecto?, ahora pensando en el diagrama de Pareto, este nos muestra el impacto porcentual de un elemento en un contexto general para eliminar la mayor cantidad de fallos atacando la menor cantidad de problemas, por lo que nos da una respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las prioridades en las que se deben concentrar los esfuerzos?, consideremos ahora el Histograma cuya función es describir ¿Cómo se distribuyen variables continuas? Ahora repasemos el muestreo que nos responde a la pregunta de ¿Cuál es la muestra que se debe de tomar para que esta sea representativa del universo con determinado valor de precisión? Como se sabe las herramientas de calidad son inmensamente útiles para atacar muchos problemas y podría decirse que su alcance depende en muy buena medida de la capacidad de quien está realizando el análisis específico, pero hay que entender que existen muchas preguntas que estas herramientas no tienen la capacidad de responder y es por esto que se han desarrollado muchas otras metodologías y herramientas para entender mejor el comportamiento de determinados sistemas, tratar de predecirlos y actuar en la toma de decisiones de manera óptima con base en fundamentos y pruebas. Por lo anterior, es por lo que se requiere de nuevas herramientas para atacar las problemáticas de la actualidad haciendo uso de la tecnología que se tiene al alcance. Retomando nuevamente las herramientas de calidad o mejor que pregunta responden: ¿Qué causa...?, ¿Cuáles

son las...?, ¿Cómo se distribuyen...?, ¿Cuál es la muestra...? ahora pues una pregunta que no contesta directamente ninguna de las herramientas de calidad, desde el punto de vista estrictamente de localización geográfica, es ¿Dónde? En el contexto de un mundo globalizado y con empresas transnacionales con puntos de venta en cualquier lugar el dar seguimiento al avance que tiene determinada tienda en alguna zona o región es fundamental y si pensamos en las herramientas antes mencionadas no muestran geográficamente que está sucediendo por área y claro no responden a la pregunta ¿Dónde está sucediendo algo específico? Entiéndase que los sistemas multipunto integran una gran cantidad de información con lo que el poder identificar dónde está sucediendo algo es de suma importancia y tiene implicaciones directas en costos, es por esto que se presenta al mapping como una herramienta para los programas de mantenimiento en sistemas de servicio multipunto que ayudan a la gestión de los mismo.

Se pretende generar un programa de mantenimiento para equipos auxiliares el cual en general tiene una estructura básica como cualquier programa de mantenimiento, pero que se soporte en el mapping para identificar gráficamente cada zona diferenciada a conveniencia del análisis a realizar. En dicho gráfico, de requerirlo así, se mostrarán cada una de las características específicas que el programa de mantenimiento nos está dando y los indicadores que se consideren necesarios. Lo que se presenta es la integración de la programación del mantenimiento con una herramienta como lo es el mapping y con esto facilitar la toma de decisiones referentes a la gestión de los equipos auxiliares que compongan cualquier sistema que considere múltiples puntos de atención.

Lo que se está buscando al integrar ambas herramientas es generar una base de datos referenciada espacialmente para facilitar su comprensión y esto influye directamente en la gestión de los recursos, de hecho, día a día es lo que hacemos inconscientemente. El elegir en que tienda se comprará un bien específico está influenciado por la cercanía de esta, por el precio del producto y por muchos otros conceptos logísticos que evaluamos sin darnos cuenta, el problema está cuando no solamente es un bien o un solo servicio el que se requiere y estos no se pueden suministrar en una sola localización; es aquí donde el complementar ambas metodologías nos comienza a dar las respuestas que necesitamos

Como se ha dicho anteriormente los SIG son una herramienta muy robusta que ayuda a responder distintas preguntas:

¿Qué hay en...? Localización de los elementos que estudiamos.

¿Dónde se encuentra...? Buscamos un lugar o un elemento que reúna una serie de condiciones.

¿Qué ha cambiado desde...? Es un análisis de tendencias, vemos las diferencias que se dan en una zona o espacio geográfico a lo largo del tiempo.

¿Qué patrones de distribución espacial existen...?

¿Qué sucede si...? Busca modelos y estudiar si son válidos cuando ocurre un hecho determinado, dentro de un SIG se incorporan modelos como parte fundamental del análisis

de nuestros agentes, zonas de influencia equidistantes a un punto, modelos de transporte, en fin, los que se adecuan a nuestras necesidades

*¿Qué ruta debo tomar...?*²³

Con lo anterior se pretende usar el mapping para presentar gráficamente análisis para la toma de decisiones que nos respondan las preguntas enunciadas y cualquier otra que tenga una referencia espacial.

2.3 Generalidades de los equipos auxiliares

Para definir qué es un equipo auxiliar hay que enfocarse principalmente en el *core-business* de cada compañía, en general este término se aplica en el área industrial en plantas de producción principalmente y de hecho es donde se entiende más fácilmente, veamos el diagrama 2.6 para poder tenerlo claro:

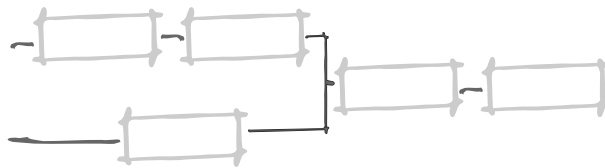


Diagrama 2.6 Proceso genérico
Fuente: Elaboración propia

Supóngase, que este es un proceso industrial en donde cada operación se lleva a cabo de forma separada; según el diagrama si bien, para cada operación que se muestra es necesaria maquinaria, mano de obra y materia prima, si pensamos en las máquinas que están siendo usadas para realizar las operaciones mencionadas estas requieren de suministros varios aparte de los insumos y el operario que la maneja, estos requerimientos incluyen: energía eléctrica, vapor, agua helada, aire a presión, potencia, etc. con lo que si se identifican esas entradas el diagrama anterior quedaría de la siguiente forma:

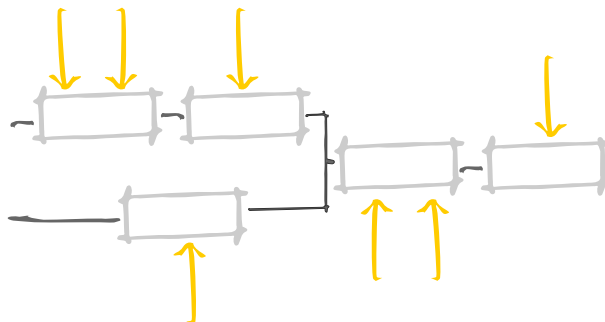


Diagrama 2.7 Proceso genérico con entradas auxiliares
Fuente: Elaboración propia

²³ Duffuss, Salih et al., *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*, 1ª ed., México, Limusa-Wiley, 2000,

Ahora todos los equipos que están suministrando estos requerimientos para realizar la tarea principal son conocidos como equipos auxiliares. Algunos de los equipos auxiliares más comunes en la industria son:

Calderas

Torres de enfriamiento

Tratamientos de agua

Bombas

Trasmisión de potencia

Máquinas de vapor

Turbinas de vapor

Compresores

Sistemas de aire

Refrigeración

Aire acondicionado

Calefacción

Motores

Plantas de emergencia

Instalaciones eléctricas

UPS (Uninterruptible Power Supply)

El listado anterior se enfoca en plantas productivas, sin embargo, en nuestro estudio dado que se centra en la venta al menudeo, los que nos interesan son principalmente: Refrigeración, AA, Ventilación, Plantas de emergencia y UPS por lo que a partir de aquí nos enfocaremos solamente en estos.

2.4 Caracterización de los equipos auxiliares

Una vez que se entiende lo que es un equipo auxiliar y los equipos en los que nos estaremos concentrando para este estudio lo siguiente es caracterizar dichos equipos. En general, prácticamente cada fabricante identifica a sus equipos de una forma distinta con un modelo, el cual concentra todos los datos importantes de cada familia de equipos y dándole un número de serie para identificarlos uno a uno; en este sentido, nos centraremos en concentrar las características que la mayor cantidad de los fabricantes integren en sus modelos y números de serie para con ello integrar una base de datos consistente.

2.4.1 AA y Refrigeración

En este grupo nos concentraremos en lo que presentan seis de las marcas más importantes en el mercado (Carrier, Trane, York, American Standard, Lennox y Bard). Revisando diferentes manuales de equipos de estas marcas la información relevante que se considerará es:



Diagrama 2.8 Caracterización de equipos de Aire Acondicionado
Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Ventilación

En lo que se refiere a los equipos de ventilación lo cierto es que están intrínsecamente relacionados con los sistemas de AA, pero aun así se mencionará de forma ilustrativa la caracterización de estos equipos, teniendo en cuenta que lo que compete a la ductería se debe de detallar en los planos correspondientes:

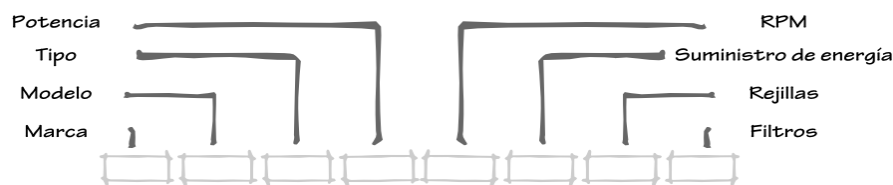


Diagrama 2.9 Caracterización de equipos de Ventilación
Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Plantas de emergencias

De igual forma para las plantas de emergencia cada fabricante especifica sus plantas de una forma determinada, con lo que a continuación se presentan las características más importantes que impactan en este trabajo.

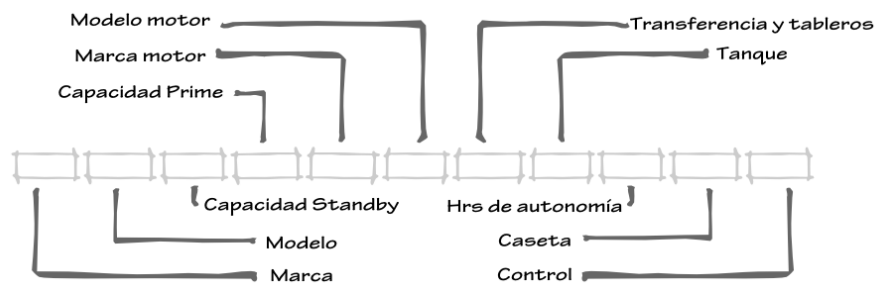


Diagrama 2.10 Caracterización de Plantas Eléctricas
Fuente: Elaboración propia

Esto identificaría la planta como tal, pero es importante mencionar que dependiendo de qué modelo de motor se esté utilizando en nuestro equipo se puede ir más allá en la caracterización, algunos datos relevantes en este sentido son:

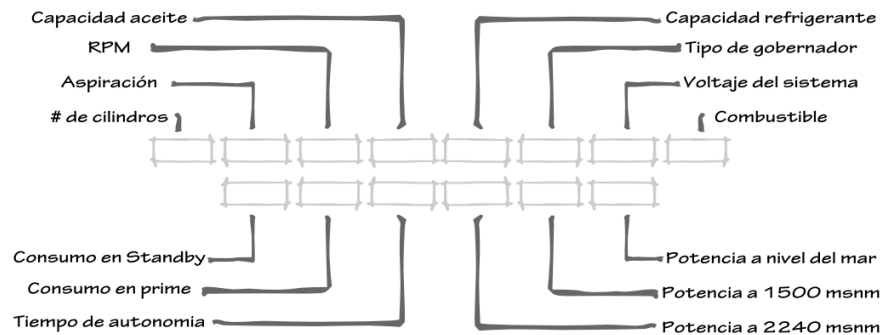


Diagrama 2.11 Caracterización general de motores para Plantas Eléctricas
Fuente: Elaboración propia

2.4.4 UPS (Uninterruptible Power Supply)

Para los UPS los parámetros que son importantes para su caracterización son:

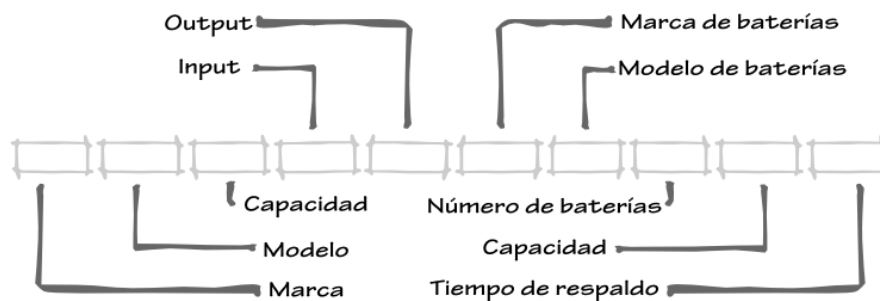


Diagrama 2.12 Caracterización de equipos de UPS
Fuente: Elaboración propia

Si bien existen muchas más características para especificar a detalle los equipos auxiliares, para nuestro estudio se considera que los listados mencionados son suficientes para ejemplificar la capacidad del mapping en los programas de mantenimiento para sistemas multipunto o cadenas comerciales, sin dejar de lado como se ha venido mencionando que en la medida del detalle que tenga nuestra base de datos se puedan realizar búsquedas mucho más específicas.

2.5 Sistemas de mantenimiento

A continuación se presenta el diagrama de un sistema de mantenimiento típico desde el cual comenzaremos a plantear nuestras directrices

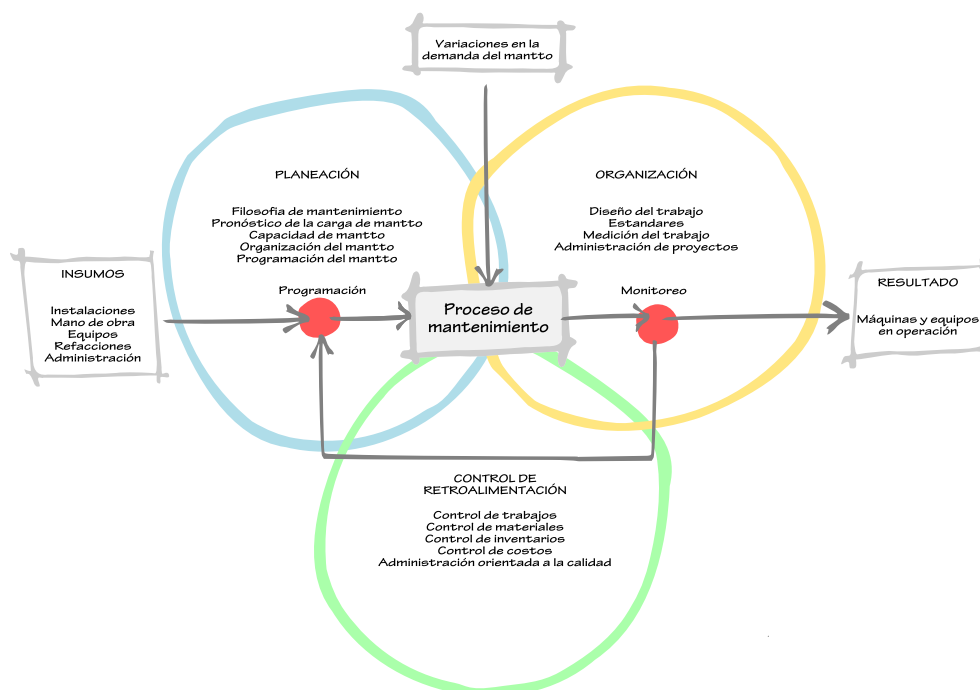


Diagrama 2.13 Sistema típico de mantenimiento

Fuente: Duffuaa, Salih. *Sistemas de mantenimiento. Planeación y control*. Pág. 31.

Si bien según el diagrama presentado los sistemas de mantenimiento constan de tres partes fundamentales: Planeación, Organización y Retroalimentación, en este trabajo se detallará la parte de planeación que es la que integra el programa de mantenimiento. Se debe tener en cuenta que los puntos que incluye la organización –Diseño del trabajo, Estándares, Medición del trabajo– implican un conocimiento específico de determinadas tareas y el desarrollar estos temas se considera más un ejercicio de ingeniería de métodos o estudio del trabajo, por lo que esto queda fuera del alcance de este estudio. Así también hay que mencionar el punto identificado como “Administración de proyectos”, si bien no se detallará como un apartado específico se considera que la planeación es la base y el apoyo para entender y desarrollar la administración de proyectos por lo que no se está dejando del todo de lado. Del mismo modo, el control de retroalimentación es un tema que incluye el hecho de tener trabajos realizados e información sobre estos y dado que nuestra investigación es del tipo explicativa nos bastará con la simulación de algunas fallas para presentar al mapping como una herramienta en sistemas de mantenimiento multipunto con lo que se cubran los objetivos que tenemos planteados.

2.5.1 Análisis de equipos

Un punto importante que no se identifica en el diagrama 2.13 es el análisis de los equipos a los que se les estará proporcionando mantenimiento y que son los elementos principales del sistema, es por esto que mientras mejor se conozcan estos se realizará una mejor gestión integral de ellos.

A continuación, se presenta una forma de organizar los equipos para tener una base de datos ordenada. El generar una base de datos depende del conocimiento de los equipos y es de suponer que a mayor detalle la base de datos será mucho más útil con el tiempo y en situaciones específicas

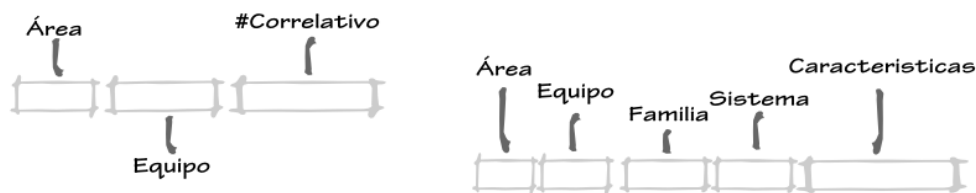


Diagrama 2.14 Análisis de los equipos

Fuente: Elaboración propia

16

Quizá el modelo parezca demasiado simplista, pero tomemos en cuenta que es posible integrar cualquier cantidad de información para detallar nuestra base de datos por lo que en el apartado de características se podrían enlistar cada uno de los campos mencionados en la caracterización de los equipos que se trató en el capítulo anterior con lo que se integraría una base de datos que hace hincapié en la información que nos sería de utilidad en nuestro estudio. Si bien con la caracterización que se mencionó en nuestro caso sería más que suficiente, cabe destacar otros puntos que en la bibliografía se presentan como relevantes, los cuales son:

Código del equipo

Descripción

Datos generales

Características principales

Valores de referencia

Análisis de criticidad del equipo

Modelo de mantenimiento recomendable

Mantenimiento legal o normativas aplicables

Subcontratación o fabricante

Repuestos críticos que deben permanecer en stock

Consumibles necesarios

Acciones formativas necesarias para dar servicio al equipo²⁴

Del listado anterior, el tema que se considera más importante como para detallarlo es el análisis de criticidad, el cual implica determinar una estrategia para que en caso de que algún equipo falle,

²⁴ García Garrido, Santiago, Organización y gestión integral de mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial, 1ª ed, Madrid, Díaz de Santos, 2003

tener una guía y considerar un sistema de prioridades que nos indique cuál de estos trabajos se debe de realizar primero dependiendo de las políticas de la empresa. Comúnmente se tienen niveles de prioridades que en la bibliografía se considera que van desde 3 hasta 10 niveles, pero en la práctica es recomendable reducirlo a un sistema de entre 3 y 4 niveles

A continuación se presentan dos modelos de prioridades:

Prioridad		Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de trabajo
Código	Nombre		
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad o que parará la operación
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, el ambiente, la calidad o que podrá parar la operación
3	Normal	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 48 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la producción dentro de la semana
4	Programado	Según está programado	Mantenimiento preventivo y de rutina; todo el trabajo programado
5	Aplazable	El trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el periodo de un paro	Trabajo que no tiene un impacto inmediato en la seguridad, la salud, el ambiente o las operaciones de producción

Tabla 2.8 Prioridades del trabajo de mantenimiento
Duffuaa, Salih. Sistemas de mantenimiento. Planeación y control. Pág. 200.

ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES
DIAGRAMA DE FLUJO

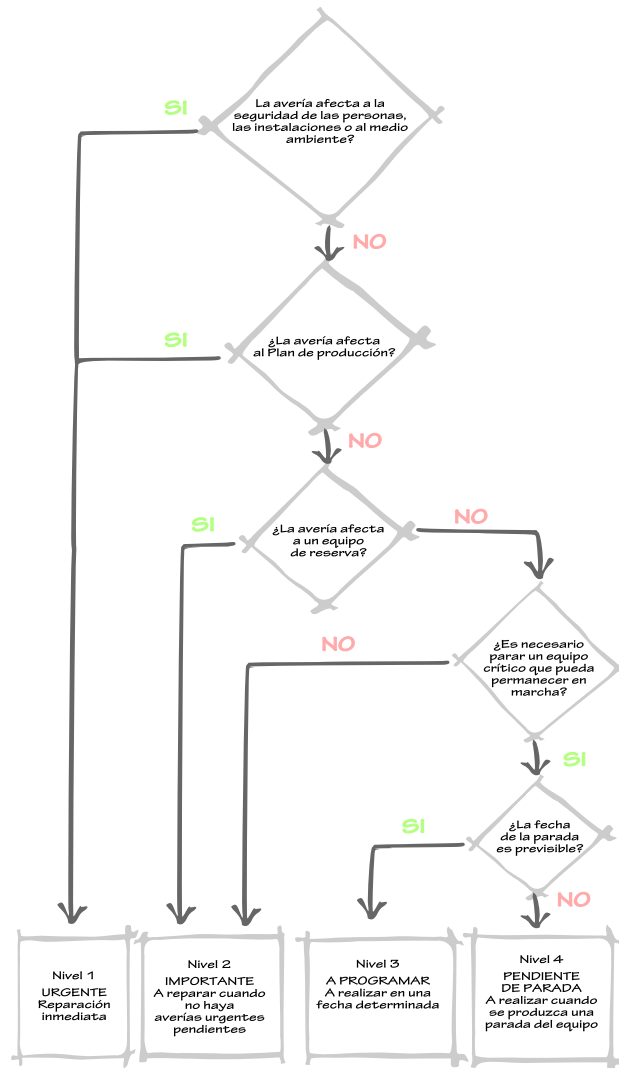


Diagrama 2.15 Asignación de prioridades. Diagrama de Flujo
García Garrido, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. Pág. 105

Nivel 1: Averías urgentes. Reparación inmediata. Es prioritaria frente a cualquier otra avería, a excepción de otras urgentes

Nivel 2: Averías importantes. No es necesario que la reparación sea inmediata, pero debe realizarse cuanto antes

Nivel 3: Averías a programar con fecha determinada

Nivel 4: Averías a programar con fecha no determinada. Son averías cuya reparación debe esperar a que se produzca una parada del equipo²⁵

Con estas dos propuestas de análisis de criticidad se tiene una buena referencia para lo que nuestro programa de mantenimiento requiere ya que se puede tomar como base cualquiera de estas.

2.5.2 Planeación

2.5.2.1 Filosofía de mantenimiento

Se entiende por filosofía de mantenimiento:

“Tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad”²⁶

Existen diversas estrategias a aplicar para seguir una filosofía de mantenimiento y dependiendo del tipo de equipos con que cuenta nuestra base instalada y cuáles son los objetivos de mantenimiento que se quieren cumplir es el lineamiento en el que se guiaran las estrategias a seguir; dicha estrategia puede ser alguna de las que se enlistan a continuación o más comúnmente en la práctica la mezcla de algunas de estas:

- 1.- Mantenimiento correctivo o por fallas
- 2.- Mantenimiento preventivo
 - a) Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso
 - b) Mantenimiento preventivo con base en las condiciones
- 3.- Mantenimiento de oportunidad
- 4.- Detección de fallas
- 5.- Modificación del diseño
- 6.- Reparación general
- 7.- Reemplazo²⁷

Entiéndase que esta conceptualización se está centrando en sistemas de un solo punto (planta) como se mencionó en la definición de la filosofía de mantenimiento, lo cual para nuestro caso se extrapola a sistemas con múltiples puntos. Se contempla para nuestro estudio una combinación de tres estrategias teniendo como guía principal al Mantenimiento preventivo con base en el tiempo de uso y como estrategias de apoyo al mantenimiento correctivo y al mantenimiento por oportunidad.

Según Duffuss, Salih et al, estos mantenimientos se entienden como:

²⁵ García Garrido, Santiago, Op. Cit. p 104.

²⁶ Duffuss, Salih et al., Op. Cit. p 32

²⁷ Ibidem

Mantenimiento correctivo: Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento.

Mantenimiento preventivo con base en el tiempo de uso: El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales. Puede realizarse con base en el uso o a las condiciones del equipo. El mantenimiento preventivo con base en el uso o en el tiempo se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesitan conocimientos de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.

Mantenimiento de oportunidad: Este tipo de mantenimiento, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paros generales programados en un sistema en particular y utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento²⁸.

En un contexto en el que el sistema al que se le está dando servicio está constituido por una base instalada de equipos con características similares en cuanto a operación, capacidad, instalación, disponibilidad y uso, pero que la localización de estos implica el desplazamiento de técnicos para realizar dichos servicios, en la práctica se usa que la disposición de los servicios se realice con base en una calendarización de estos especificada contractualmente de ser el caso que un tercero realice dichos servicios. La frecuencia de estos servicios está determinada en un principio por el conocimiento de la distribución de fallas o la confiabilidad de los equipos, pero en el entendido que se está tomando una base instalada que no se conoce o que no se tiene la información necesaria para especificar la frecuencia óptima de los servicios, es muy común usar como base la sugerencia del fabricante de cada equipo para tener una referencia de cuantos servicios requiere determinado equipo por unidad de tiempo.

Lo anterior implica el integrar en la base de datos que se tiene de los equipos un cronograma de servicios preventivos por lo que en este caso, como se mencionó, la guía de la filosofía de mantenimiento es principalmente el “Mantenimiento preventivo con base en el tiempo” así también se dijo que se integrarán el “Mantenimiento correctivo” y el “Mantenimiento de oportunidad” en la filosofía de mantenimiento. Lo anterior se explica de la siguiente forma: Si se presenta una emergencia de algún equipo en particular en alguna localización específica – “Mantenimiento correctivo”- se entenderá que, dependiendo de en qué momento se realizó el servicio preventivo anterior y cuánto tiempo falte para realizar el siguiente, se podrían aprovechar los recursos destinados al desplazamiento no programado para la atención de este servicio para realizar el mantenimiento preventivo del equipo en cuestión “Mantenimiento de oportunidad”-, con lo que se aprovecharía la visita para realizar ambos servicios. Es con esto que se integra la filosofía de mantenimiento bajo las directrices de preventivo-correctivo-oportunidad.

²⁸ Ibidem, p 32-33

2.5.2.2 Pronóstico de la carga y capacidad del mantenimiento

El calcular la carga de mantenimiento se divide en dos partes: la del mantenimiento preventivo planeado que se vuelve un ejercicio simple en función de tener la información adecuada de cuánto tiempo se requiere para realizar el servicio a determinado equipo, de cuantos equipos consta la base instalada y cuánto tiempo se requiere de traslado entre sitios, estos son los principales datos necesarios para realizar un cálculo de la carga de mantenimientos preventivos, aun así se sugiere integrar factores de demora; con esto llegar a integrar fácilmente la capacidad del mantenimiento ya que se sabe cuántos técnicos se requieren, cuanta herramienta, automóviles, refaccionamiento y consumibles, esto es únicamente hablando de servicios preventivos, por otro lado, para tener un conocimiento detallado de los mantenimientos correctivos y realizar un cálculo adecuado del pronóstico de la carga de este y la capacidad que se requiere de mantenimiento, es necesario recabar información estadística para cubrir los requerimientos de capacidad. En la práctica las organizaciones, para utilizar mejor los recursos, tienden a emplear una menor cantidad de técnicos de la que se ha anticipado, con esto se da una acumulación de trabajos pendientes los cuales se completan con el tiempo extra de los trabajadores existentes o subcontratando determinados servicios; así también los trabajos pendientes se desahogan cuando la carga de mantenimiento es menor que la capacidad²⁹.

2.5.2.3 Organización del mantenimiento

En la bibliografía se sugiere el uso de una organización ya sea por áreas, departamentos o centralizado. En nuestro caso en particular y dependiendo de la diversidad de equipos auxiliares tenga un contrato específico se divide en áreas y por la naturaleza de los equipos auxiliares en sitios de venta al menudeo se considerarán las dos áreas de servicio que se ilustran a continuación.

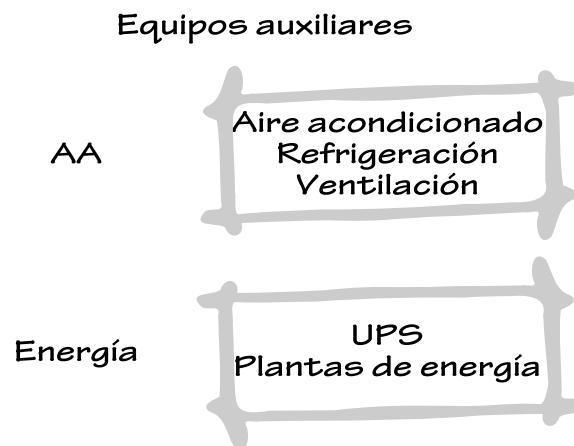


Diagrama 2.16 Áreas de servicio
Fuente: Elaboración propia

²⁹ Duffuss, Salih et al., Op. Cit. p 36

2.5.2.4 Programación del mantenimiento

En el contexto que se ha venido trabajando de tienda de venta al menudeo con localizaciones diversas y equipos auxiliares en principio similares, la programación del mantenimiento es el punto medular para llevar a la práctica la filosofía del mantenimiento, la cual es un documento muy útil y como se mencionó puede ser modificado y adaptado a las necesidades según las directrices marcadas de mantenimiento preventivo-correctivo-oportunidad todo esto en el común acuerdo de las partes que dan y reciben el servicio y con el fin de optimizar los recursos.

Se entiende la programación del mantenimiento como el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos; la investigación de operaciones se encarga detalladamente de este tipo de problemas³⁰, aquí se complementarán las técnicas de la investigación de operaciones con la esquematización de la información por medio del mapping.

Como se ha mencionado el programa de mantenimiento se divide en dos partes la parte preventiva y la correctiva/oportunidad; para realizar la asignación de los recursos necesarios y generar rutas de trabajo para los técnicos en lo que comprende los mantenimientos preventivos se puede generar un diagrama de Gantt en el cual se especifiquen las cuadrillas y los sitios a los que estarían realizando los servicios quedando un diagrama con las siguientes partes importantes.

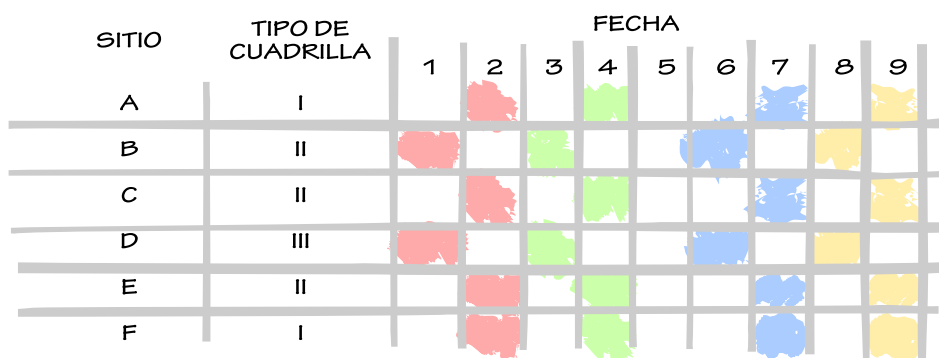


Diagrama 2.17 Esquema general para programar servicios
Fuente: Elaboración propia

En principio la programación de estos mantenimientos estaría en función de la localización de los sitios a los que se está dando servicio, así como de los tipos de equipos instalados en relación con las capacidades de cada una de las cuadrillas de técnicos. Es importante recalcar que si bien este documento es una guía, no quiere decir que no pueda ser modificado haciendo de este un documento vivo que se puede transformar en la medida de las necesidades de la operación diaria, pero tampoco por la operación del día a día, hay que dejar de lado la programación desvirtuándola ya que esto implicaría un desperdicio de recursos al no seguir un programa cuyo principal objetivo

³⁰ La investigación de operaciones han desarrollado varias técnicas para este tipo de problemas como son: Diagrama de Gantt, Ruta crítica, PERT, Programación entera, Teoría de colas, Cadenas de Markov, Modelos de asignación y transporte la aplicación de estas técnicas queda fuera del alcance de este trabajo.

fue la optimización de estos, el ver la línea entre uno u otro solamente lo realizaría alguien que tenga un alto conocimiento de los equipos a los que está dándole servicio.

Es importante entender que mientras menos documentos se requieran será mucho más sencillo gestionar los servicios a realizar, por lo que en este punto lo que se hará es montar la programación de los equipos en la base de datos que se generó en el apartado de “Análisis de equipos” para así no tener que modificar dos documentos cuando la base instalada cambie.

2.5.3 Organización

Retomando el diagrama 2.13 *Sistema típico de mantenimiento* se ve que el apartado de Organización se divide en cuatro puntos medulares: Diseño del trabajo, Estándares, Medición del tiempo y Administración de proyectos; como se mencionó los tres primeros se centran fundamentalmente en el estudio del trabajo y los métodos que llevan a que este sea lo más óptimo posible así como los recursos que se están necesitando para realizar cada una de las tareas que se presentan en el mantenimiento tanto preventivo como correctivo, las cuales incluyen, sin ser definitivas, a: las herramientas, los equipos, el refaccionamiento, la capacidad específica de los técnicos para cada tarea, así como una amplia gama de diagramas entre los que están: Diagrama hombre-máquina, diagrama de flujo, diagrama mano derecha mano izquierda y lo que con lleva a la medición de tiempos estandarizados para cada tarea que en los mantenimientos se realicen.

Por otro lado refiriéndonos a la Administración de proyectos tomemos en cuenta que el gestionar una gran cantidad de equipos en localizaciones distintas en si es un proyecto porque este implica una tarea logística muy ardua en la que se requieren insumos, materiales, mano de obra en determinado punto en determinado momento; para llevar a cabo la gestión de todas estas tareas nos apoyamos en los documentos que se han generado hasta el momento y siendo el programa de mantenimiento, como se ha mencionado, la guía fundamental para dar seguimiento y control de los servicios que se tienen que llevar a cabo.

2.5.4 Control

En el punto de control se mencionan cuatro temas: Control de trabajos, control de inventarios, control de costos y de calidad. A continuación se describen de forma muy general las implicaciones que cada uno de estos tienen en el sistema de mantenimiento:

Control de trabajos: Dado que los trabajos a realizar están sujetos a la planeación de estos la cual se detalla en el programa de mantenimiento, el control de los trabajos implica que se logren los planes establecidos, en general se utiliza un sistema de órdenes de trabajo en la que se incluye que herramienta, equipo, refaccionamiento y capacidad de los técnicos se requiere para realizar un mantenimiento específico. El buen diseño de una orden de trabajo es esencial para un control eficaz del mantenimiento.

Control de inventarios: Como se ha mencionado, la gestión del mantenimiento implica temas logísticos los cuales incluyen el suministro de refaccionamiento y consumibles los cuales deben de mantenerse en niveles anteriormente estipulados por las directrices estratégicas de la compañía en general y del almacén en particular; esto se logra optimizando el nivel de existencia de artículos sin que por ello se incurra en un alto costo de tener artículos en existencia ni en el costo en que se

genera si las refacciones no están en existencia, este es un tema específico de investigación de operaciones y existen muchas técnicas desarrolladas para hacer el cálculo de puntos de re-orden para cada refacción así como que cantidad se debe de comprar.

Control de costos: Este tema implica muchos conceptos como: mantenimiento directo, producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos, los costos de mantenimiento excesivo, etc. el tener un control acertado de costos está firmemente ligado a la filosofía de mantenimiento así como a las políticas de las áreas de mantenimiento, compras y costos.

Control de calidad: En este tema la calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo con la norma adoptada por la organización.³¹

³¹ En el Anexo A se presenta una breve revisión del programa TileMill que es con el que se realizará el procesamiento de los datos georreferenciados.

Capítulo 3

Aplicación

3.1 Integración del mapping como una herramienta de gestión en programas de mantenimiento de sistemas multipunto o cadenas comerciales.

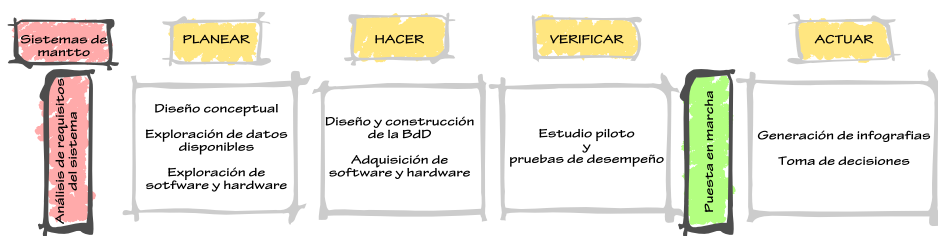


Diagrama 3.1 El mapping en el marco de la calidad
Fuente: Elaboración propia

El diagrama 3.1 es una modificación del diagrama 2.4 usado en la descripción de los SIG, esta modificación se realizó para mostrar el círculo de calidad en el proceso así como en donde se está haciendo énfasis a la parte de los sistemas de mantenimiento lo cual se localiza a la extrema izquierda del diagrama 3.1. En resumen lo que se ha realizado en los capítulos anteriores es la revisión de los requisitos del sistema esto está basado en todo lo que se presentó tanto en la parte de sistemas de mantenimiento como en los equipos auxiliares; por lo que en los apartados siguientes se estará trabajando en el diseño conceptual y la construcción de la base de datos, las pruebas y la generación de infografías para la toma de decisiones.

3.2 ANTAD selección de información (Recopilación de información)

Para poder hacer uso de un software de Mapping es necesario el tener una base de datos geográficamente referenciada, en nuestro caso buscaremos información de tiendas en las que cuenta con sistemas multipunto de equipos auxiliares para esto se usará a los socios de la ANTAD la cual es una asociación civil fundada en 1983 que promueve el desarrollo comercial de detallistas y sus proveedores. Actualmente está conformada por: 107 Cadenas Asociadas de las cuales 33 son de Autoservicio, 15 Departamentales y 59 Especializadas, que representan a 55,148 establecimientos con más de 28.5 millones de metros cuadrados de piso de venta. Los asociados de ANTAD representan el 45.9% de ventas al menudeo a nivel nacional con lo que las cadenas asociadas tienen presencia en todas las ciudades³².

³² ANTAD: <http://www.antad.net/>

	Cadenas	Tiendas	Millones de m ²
Autoservicio	33	5213	14.5
Departamental	16	2154	5.8
Especializada	55	41183	5.8
Total	104	48550	26.1

Tabla 3.1 Resumen de tiendas de la ANTAD

Fuente: Elaboración propia³³

La ANTAD no tiene abiertos los datos específicos de todas las tiendas de las cadenas que están asociados a ellos, por lo que se ha buscado información en el INEGI para identificar una buena cantidad de las tiendas con las que cuenta la ANTAD. Un resumen de las tiendas que se tiene una identificación geoespacial es la siguiente:

	Cadenas	% Cadenas	Tiendas	% Tiendas
Autoservicio	6	18%	3492	67.0%
Departamental	8	50%	1824	84.7%
Especializada	15	27%	18121	44.0%
Total	29	28%	23437	48.3%

Tabla 3.2 Tiendas con georreferencias

Fuente: Elaboración propia³⁴

Se puede usar parte de esta base para generar infografías que nos presenten los alcances del mapping como herramienta. Los campos a los que se redujo la base de datos obtenida en el INEGI se presentan en la Tabla 3.3, el hecho de reducir la base de datos a los presentados aquí se basa en poder identificar la cadena comercial, la actividad social a la que pertenece y principalmente en que ubicación se encuentra

#	Área geoestadística básica	Municipio
Cadena	Descripción estrato personal ocupado	Clave localidad
ID	Dirección	Localidad
Nombre de la Unidad Económica	Código Postal	Área geoestadística básica
Razón social	Clave entidad	Latitud
Código de la clase de actividad SCIAN	Entidad federativa	Longitud
Nombre de clase de la actividad	Clave municipio	

Tabla 3.3 Resumen de campos usados para la base de datos

Fuente: Elaboración propia

³³ Ibidem

³⁴ Ibidem

Esto es solamente en referencia a los datos que se han obtenido del INEGI, por otro lado de estos mismos datos se puede generar otro tipo de información que nos es útil:

En lo relativo al estado nos sirve el generar estratos de zonas que están integrados por distintos estados con lo que una tabla de referencia de estos sería:

C	NO	SE	N	O	S
Aguascalientes	Baja california	Campeche	Coahuila de Zaragoza	Nayarit	Guerrero
Distrito federal	Baja california sur	Quintana roo	Chihuahua	Colima	Oaxaca
Guanajuato	Sonora	Tabasco	Durango	Jalisco	
Hidalgo		Yucatán	Nuevo león	Michoacán	
México			San Luís potosí	Sinaloa	
Morelos			Tamaulipas	Zacatecas	
Puebla					
Querétaro					
Tlaxcala					
Veracruz					

Tabla 3.4 Estados por zona
Fuente: Elaboración propia

Otra referencia que nos será de utilidad es lo relacionado a la descripción del estrato del personal ocupado en cada tienda, con lo que se puede identificar de una manera muy simple el tamaño³⁵ del sitio en cuestión

Descripción estrato personal ocupado	Tamaño
0 a 5 personas	Chica
6 a 10 personas	
11 a 30 personas	Mediana
31 a 50 personas	
51 a 100 personas	Grande
101 a 250 personas	
251 y más personas	

Tabla 3.5 Correlación de tamaño de tiendas
Fuente: Elaboración propia

Para completar la base de datos se integrará la información que corresponde a la caracterización de los equipos la cual se especifica en los diagramas 2.8, 2.9, 2.10 y 2.12 sin embargo otra información importante que se debe de considerar para la base de datos es la referente a lo que se planteó como programa de mantenimiento entre lo que destaca como útil para nuestro caso de estudio:

³⁵ Es importante remarcar que la diferenciación entre tamaños de tienda es meramente subjetiva y que las únicas implicaciones directas que esta categorización tendrá son en lo referente al tipo de equipos y capacidades de estos que se generaran en la simulación. Por lo que no se pretende entrar en una discusión al respecto de como se realizó la determinación del tamaño de las tiendas

Capacidad del técnico
Prioridad de atención
Periodicidad de servicio preventivo
Fecha de último servicio
Fecha de próximo servicio

Tabla 3.6 Información de programas de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

Con la información que se presenta en las tablas 3.2, 3.2, 3.4 y 3.5 se integra la base de datos la cual se subirá a TileMill para poder trabajar con las visualizaciones pertinentes.

3.3 Análisis de los equipos y clasificación de la información

Es importante volver a enunciar que el objetivo de este trabajo es integrar el mapping como una herramienta de gestión en programas de mantenimiento en sistemas multipunto, por lo que se pretende presentar al mapping como una herramienta útil para la toma de decisiones referentes a sistemas de mantenimiento georreferenciados, en el apartado anterior se hizo mención a la información que se requiere para integrar la base de datos. En el entendido que no se cuenta con la información necesaria para identificar cada equipo que existe en cada tienda de la ANTAD se generara una simulación de estos para mostrar la utilidad del mapping; por otro lado es importante mencionar que la información de la localización de estas tiendas no es simulada y ha sido recolectada de la referencia antes mencionada.

Para generar la simulación identifiquemos primero cuáles serán las variables que requerimos y con base en que se estará generando dicha simulación, el diagrama 3.2 muestra cómo se realizará la generación de estos datos:

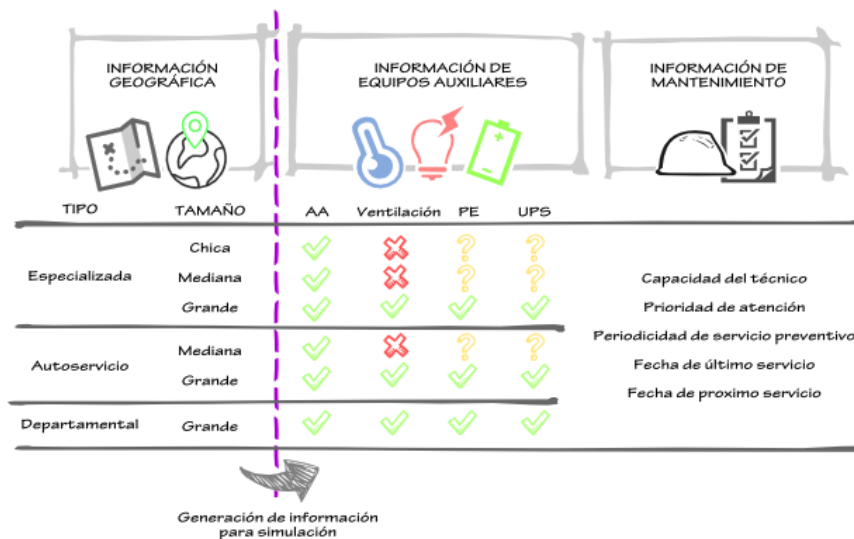


Diagrama 3.2 Generación de información para simulación
Fuente: Elaboración propia

Partiendo de la información que se identificó con la base geográficamente referenciada se pueden mostrar diferentes campos que se generaran en función de esta información, si bien la base de datos georreferenciados cuenta con una amplia gama de campos los que utilizaremos como punto de partida serán principalmente dos: Tipo de tienda y tamaño de tienda con base en esta información se determinará con que equipos es posible que cuente determinada tienda y una vez que se han generado dichos equipos se procederá a componer la información referente al mantenimiento de estos.

Es importante mencionar que si bien este simulacro se generará aleatoriamente esto no se realizará de forma indiscriminada, sino que en función de con que tipo y tamaño de tienda se cuente se podrá tener, por ejemplo, la capacidad de los equipos siendo que en este caso la simulación generará equipos de capacidades acordes a la tienda. Supongamos que teniendo la situación de una tienda de conveniencia, generalmente pequeña, debe siempre cumplir una capacidad en sus equipos menor o mucho menor, en la mayoría de los casos, que una tienda departamental o una de autoservicio. Es con esta relación que en el diagrama 3.2 se muestra qué equipos se generarán en la simulación y cuáles no lo harán, así también se identifican con un signo de interrogación cuáles pueden o no generarse aleatoriamente. Si bien lo anterior no pretende replicar por completo la realidad de la base instalada en las tiendas que se están considerando para nuestro estudio, lo cierto es que como se ha venido mencionando, para fines meramente demostrativos este ejercicio cubre enteramente los objetivos postulados en nuestra exposición y cumple congruentemente con lo que se ha mencionado, tanto para los equipos auxiliares como para los sistemas de mantenimiento.

3.4 Carga de capas en mapping



Diagrama 3.3 Tipo de capas a integrar en el mapping
Fuente: Elaboración propia

Se requiere de distintos tipos de información para integrar esta al mapping, en el diagrama 3.3 se ve cuáles son las capas que se estarán usando para ser cargadas en TileMill; es importante mencionar que si bien en su mayoría las capas que se están integrando son de referencia e identificación geográfica, la capa que contiene la información de las tiendas y los equipos es igual o incluso de mayor importancia para nuestro estudio.

TileMill al generar un nuevo proyecto maneja como base la capa “countries” por lo que las capas geográficas que requerimos cargar son: Entidad, Ciudad, Manzana y Vialidad; todas estas capas se consiguieron en el INEGI, así mismo, la última capa que integraremos es la contiene la información de las tiendas, equipos y programa de mantenimiento.

El procedimiento para poder cargar las capas es el siguiente:

- 1.- Crear nuevo proyecto (identificarlo con un nombre representativo).
- 2.- En la herramienta de edición presionar el apartado de lista de capas
- 3.- Presionar el icono de añadir capas
- 4.- Introducir el ID con el que se referenciará la capa, en este caso usaremos: Entidad, Ciudad, Manzana y Vialidad respectivamente para cada capa
- 5.- Identificar en el buscador el archivo shp o csv para cada capa
- 6.- Presionar “Save & Style” para que se cargue cada archivo

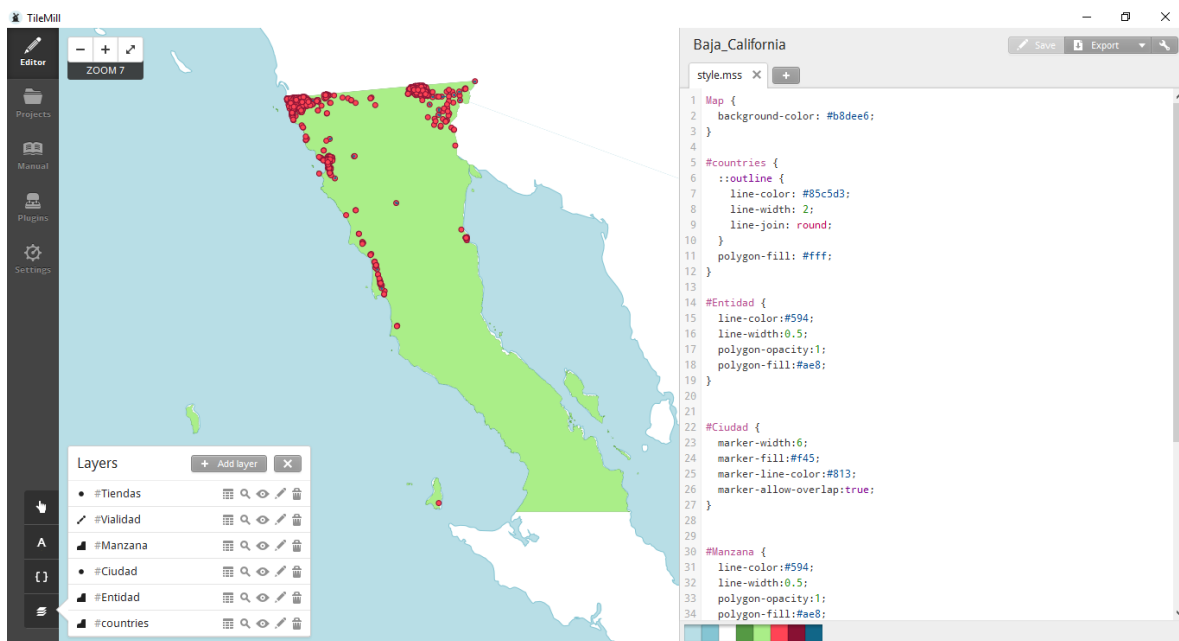


Imagen 3.1 Carga de capas en Tile Mill
Fuente: Elaboración propia

Si bien este es el que se ha mencionado arriba es el procedimiento para cargar capas Tile Mill tiene un editor de hojas de estilo que permite modificar a conveniencia la visualización de cada una de las capas con lo que se puede identificar resaltando la información que se requiera de la forma que se considere pertinente en cada caso. Esta imagen presenta la forma predeterminada en que Tile Mill carga las capas, en las que presenta los colores de forma predeterminada sin que se haga hincapié a determinar información.

3.5 Análisis de información con infografías

En esta parte final y una vez que se ha integrado toda la información requerida para cargarla en TileMill y ya realizado esto último se presentarán ejemplos de infografías en las que se visualiza

como el mapping es una herramienta útil para la gestión en sistemas de mantenimiento entendiendo que para cada ejercicio se debe de modificar el código en las hojas de estilo de TileMill dependiendo de lo que se quiere presentar en cada infografía.

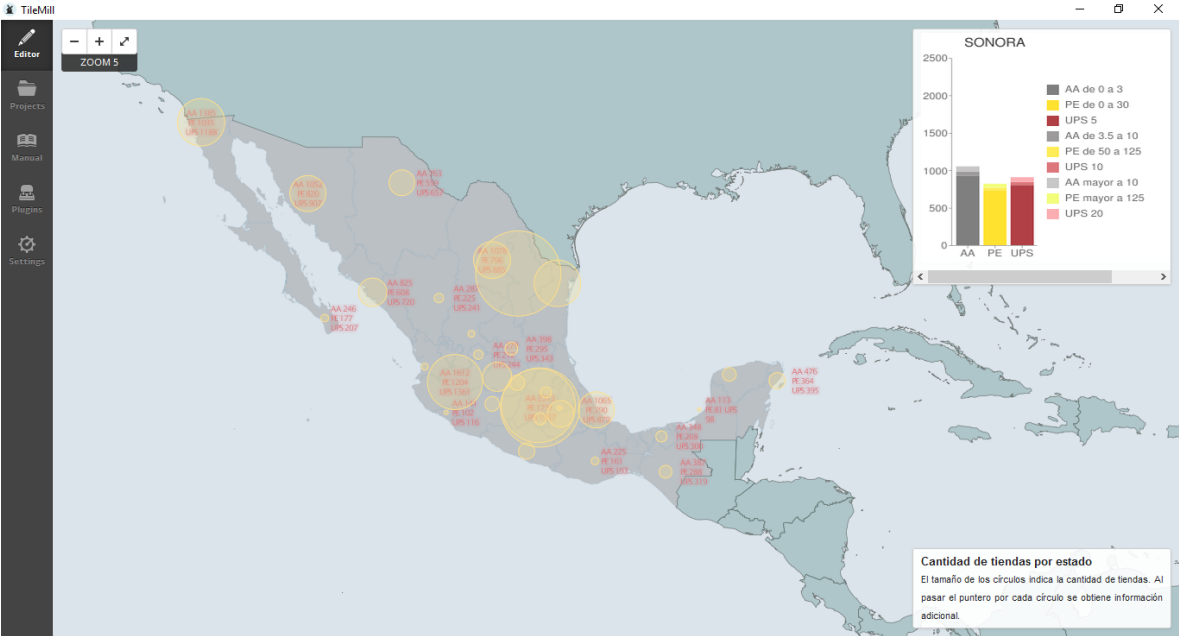


Imagen 3.2 Infografía nivel nacional
Fuente: Elaboración propia

En este primer ejercicio se presenta la cantidad de equipos en cada estado, identificando la magnitud de estos como el tamaño mismo de los círculos, así también, se puede ver en la gráfica la distribución por capacidad de cada tipo de equipo en cada estado, es lógico pensar que la mayor cantidad de equipos se concentra en las ciudades más pobladas de la república mexicana, en la imagen 3.2 se comprueba esta idea ya que los círculos más grandes están en Jalisco, Nuevo León, Estado de México y la Ciudad de México y se entiende de forma clara la proporción que existe entre el número de equipos de los estados mencionados y otros que tienen una población mucho menor. Esta imagen nos es útil separando zonas geográficas para atender servicios de varios estados, por ejemplo se identifica que una zona que se que puede atender independientemente es el sureste incluyendo posiblemente los estados de Guerrero y Veracruz.

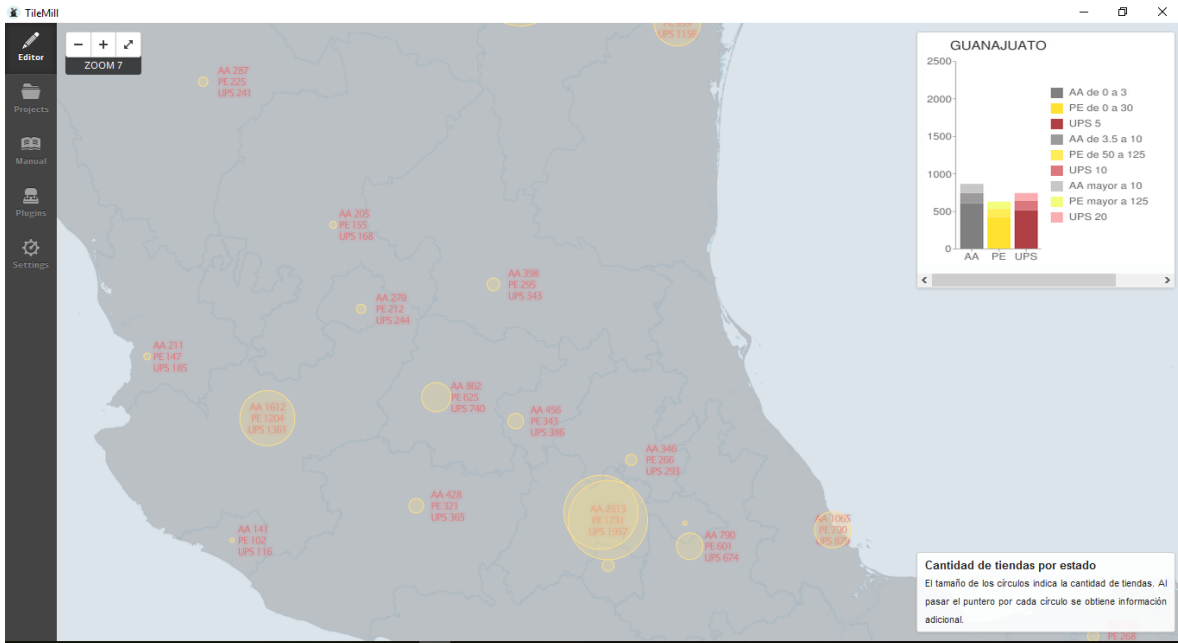


Imagen 3.3 Infografía nivel nacional con zoom
Fuente: Elaboración propia

En un acercamiento en la imagen anterior se identifica la cantidad de equipos de cada tipo (Aire acondicionado, UPS y PE) y el detalle de la diferenciación por capacidad nuevamente se presenta en la gráfica en la parte superior derecha.

En una segunda infografía mostrada en la imagen 3.4 se presentará en un estado independiente la representación de la distribución de las tiendas en una o varias ciudades, aquí se pueden ver las zonas más pobladas de cada ciudad así como las avenidas más transitadas o las áreas de comercios. Si bien una persona que conozca la ciudad podría identificar muy certeramente estas distribuciones sin necesitar de este tipo de información lo cierto es que para personas que no estén familiarizadas con determinado poblado resulta muy útil entender esta información de forma espacial sin que esto signifique el tener que recorrer la ciudad completa. Otro tipo de ayuda que nos ofrecerá esta segunda infografía es el dar propuestas de rutas para los mantenimientos preventivos, con lo que en un principio se podría proponer que se atacara el eje principal de la ciudad con dos cuadrillas de afuera hacia el centro y una tercera que atienda de forma ordenada las zonas distantes o poblados aledaños, esto es una propuesta simplemente y cabe mencionar que para cuantificar la capacidad necesaria para atender dichos servicios es necesario realizar el cálculo de cuadrillas necesarias y así poder organizarlas de la forma más óptima.

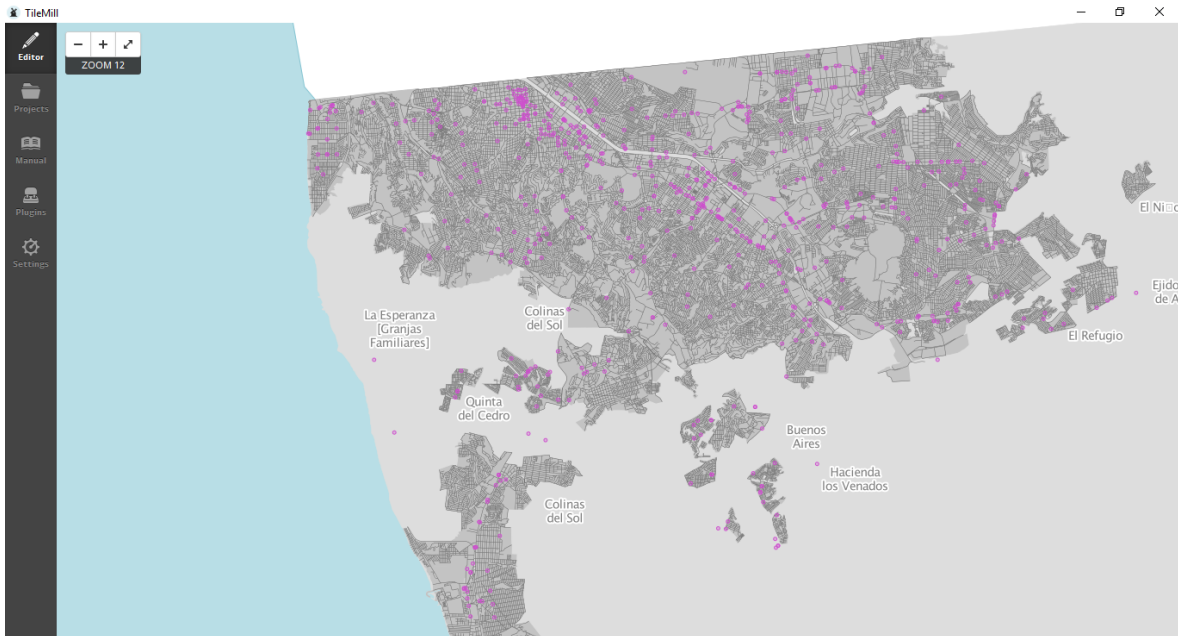


Imagen 3.4 Infografía de ciudad
Fuente: Elaboración propia

Se tiene la posibilidad de segmentar por colores y rangos específicos cuales tiendas son las que tienen programado un mantenimiento preventivo en los siguientes siete días, en la imagen 3.5 estas se identifican por el color rojo, así también las tiendas que tienen programado un servicio preventivo entre los siguientes 7 y 14 días se muestran en color amarillo y por último en verde se ven las que en calendario su siguiente mantenimiento preventivo está programado para realizarse después de los siguientes 15 días. Esta forma de visualizar la información muestra en que zonas es recomendable que las cuadrillas se distribuyan en las siguientes semanas, así también se pueden generar rutas en función de esta información que de manera tabular no podía ser identificada de forma rápida como en el caso presentado. Para centrarse en las tiendas en las que se estaría trabajando en las próximas dos semanas se retiraría de la visualización los puntos en verde con lo que así es más fácil poder identificar en que ubicaciones se estarán realizando mantenimientos lo cual se muestra en la imagen 3.6.



Imagen 3.5 Infografía de ciudad con distribución de fechas de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia



Imagen 3.6 Infografía de ciudad con distribución de fechas de mantenimiento y filtro
Fuente: Elaboración propia

Si bien la representación de puntos en mapa nos ofrece mucha información referente a la distribución espacial de los sitios lo cierto es que aún nos hace falta presentar mucha información que hemos recopilado a lo largo de este trabajo, en las imágenes 3.2 y 3.3 se visualiza en la gráfica la distribución por capacidad de cada tipo de equipo pero aun nos falta presentar la especificación

de la localización así como del tipo de tienda. Esto se realiza con un recuadro al margen y que cada vez que el curso se pose sobre los puntos que identifican las tiendas muestre la información de la tienda específica que se está señalando con el puntero y de esta forma se visualiza toda la información que hemos recopilado de la tienda en cuestión lo cual se muestra en la parte superior derecha de la imagen 3.7.

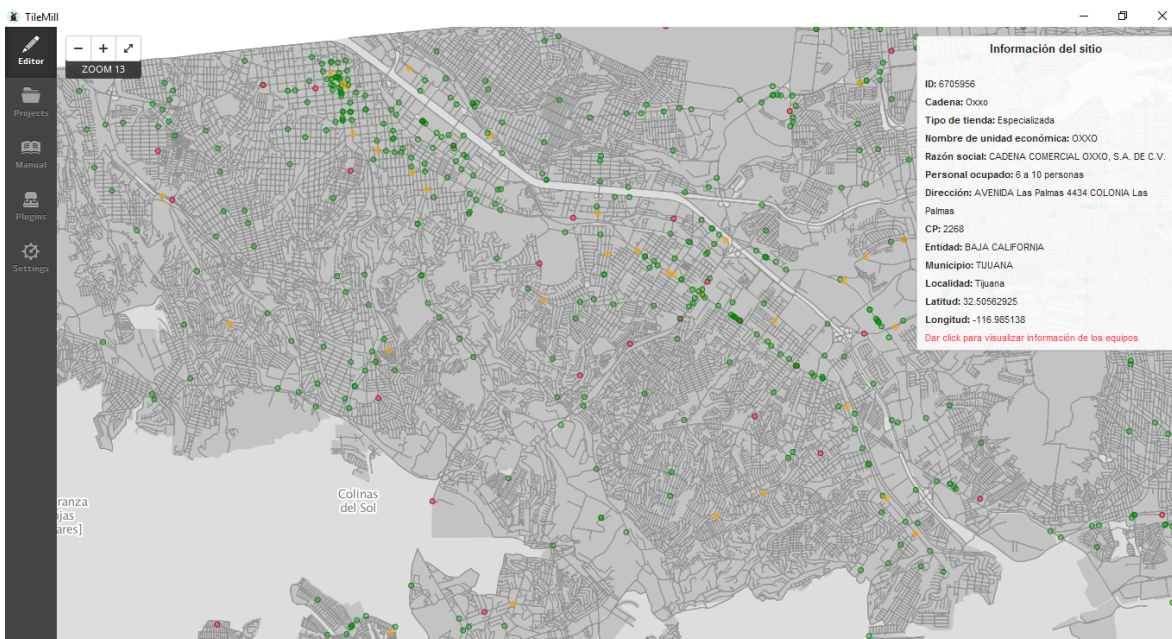


Imagen 3.7 Infografía de ciudad con distribución de fechas de mantenimiento y recuadro de información del sitio

Fuente: Elaboración propia

De forma similar y para identificar las características específicas de cada equipo que cuenta cada tienda se le da un clic en la tienda que se quiere saber los equipos con los que cuenta y el recuadro que en un principio tenía la información de la tienda cambiara para presentar la información de las características de los equipos con los que dicha tienda cuenta. La forma de presentar esta información se puede modificar a conveniencia en las hojas de estilo de TileMill, se consideró que de esta manera se puede mostrar de forma ordenada toda la información que se ha recopilado sin que sobrecargue la infografía.

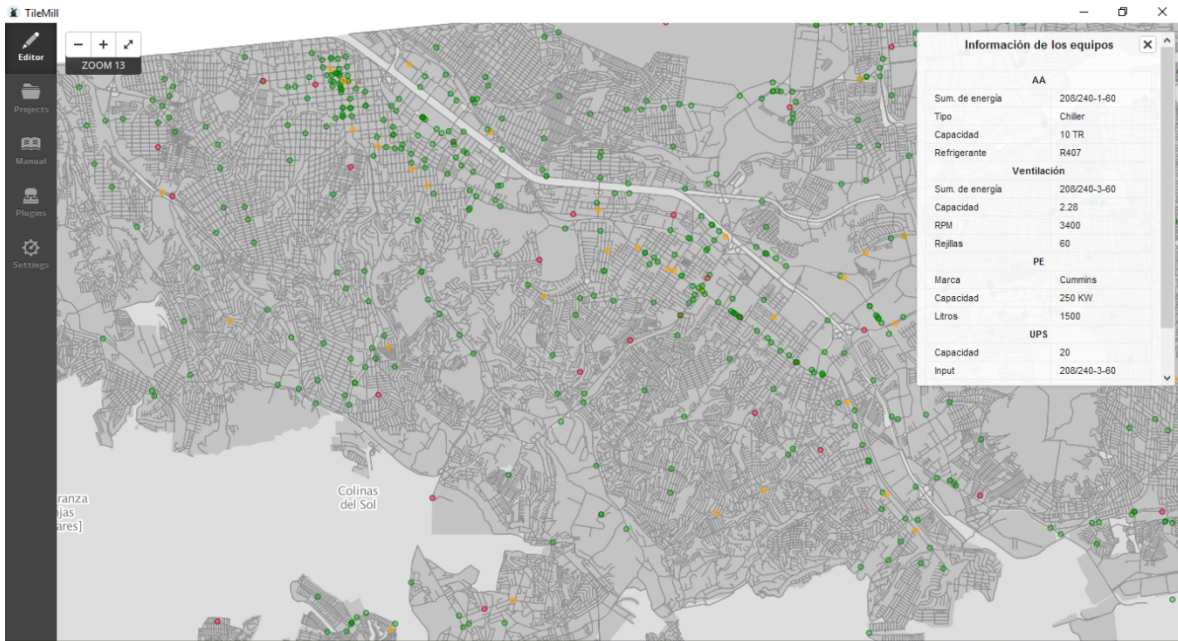


Imagen 3.8 Infografía de ciudad con distribución de fechas de mantenimiento y recuadro de información de los equipos
Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente el entender la distribución y localización de las tienda o sitios en general se torna más sencillo si quien está leyendo esta información conoce la ciudad de la que se está hablando, pero si no es así es necesario tener referencias mucho más específicas con lo que el mostrar los nombres de las calles se torna indispensable. Pero esto debe de hacerse en el zoom que lo permitan sin que se sobreponga información de la nomenclatura. El poder cambiar de zoom es tan sencillo como mover el *scroll* del mouse o picar en los signos de “+” y “-” que se encuentran en la parte superior izquierda de la pantalla con lo que se puede centrar la atención en la zona específica de una tienda en cuestión sin que se pierda la información que se ha presentado en imágenes anteriores.

La administración de la información que se presenta en cada zoom, y la forma de presentar esta misma se realiza en las hojas de estilo, los colores, contornos, tamaños, formas, rellenos, claridades, difusiones y todo lo referente a los estilos y diseño se puede modificar en estas; así también, se puede realizar filtros para mostrar o no solamente la información que se requiera en determinado momento. El poder dominar estas hojas de estilo es solamente cuestión de práctica y el propio Tile Mill tiene manuales detallados de cada una de las herramientas en un nivel básico e intermedio.

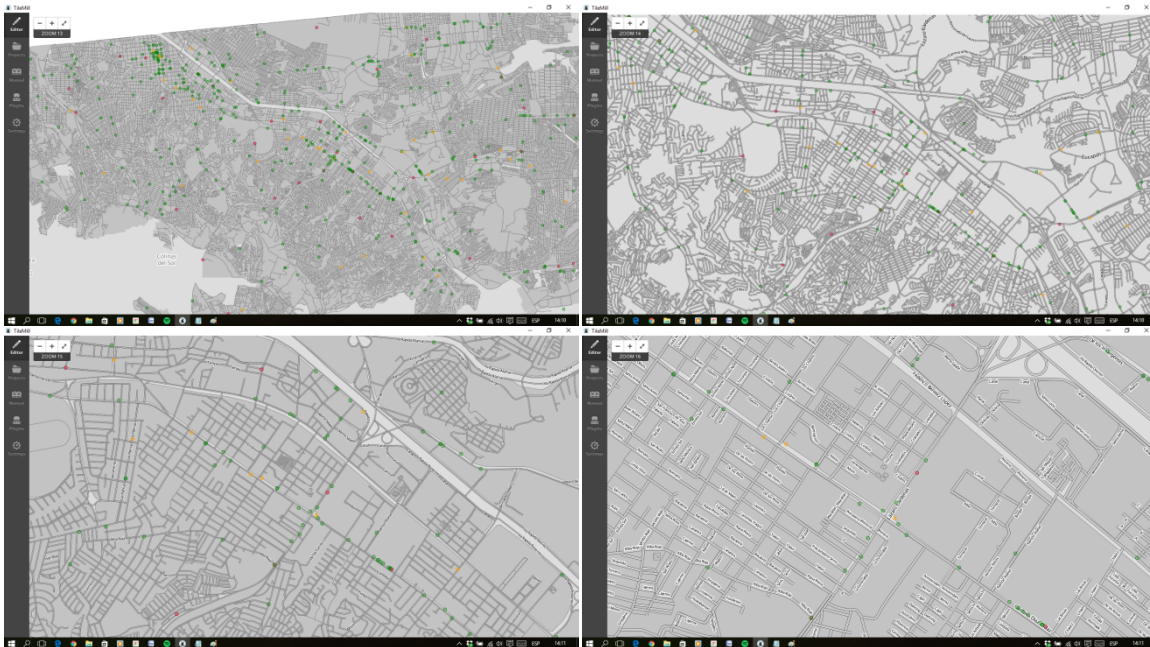


Imagen 3.9 Infografías de ciudad con distintos niveles de zoom
Fuente: Elaboración propia

Por último consideremos una situación en la que se presenta una falla de un equipo en particular y que después de una revisión de la falla se encuentra que es muy probable que todos los equipos con características similares a este fallen en un futuro cercano si no se realiza la adecuación pertinente. En este supuesto deberíamos identificar los sitios en donde se localicen equipos similares y en el corto plazo realizar, en la medida de nuestra capacidad de mantenimiento, dichas adecuaciones, con esto hay que entender que esta visita implica un costo extra por el hecho de no estar contemplada en el programa de mantenimiento preventivo y hay que tratar de que dichas adecuaciones no eleven los costos para que al realizarlas no impacten en nuestra utilidad por lo que una forma de optimizar esta visita es el aprovecharla para realizar servicios preventivos en sitios que se encuentren aledaños al sitio en el que se realizará el mantenimiento preventivo; esto en una base de datos tabular se tornaría un ejercicio tedioso y que no se podría entender de forma directa como en una representación gráfica y del mismo modo se tornaría complicado el explicarlo a los técnicos que realizarán dichos servicios. Ahora haciendo uso del mapping eso cambia radicalmente; si nos basamos en la imagen 3.10 se identifican los sitios a los que se necesita hacer la adecuación mencionada en el centro del círculo morado y en rojo se ven los sitios a los que el preventivo se tiene que realizar en los siguientes 15 días, con lo que, al momento de ir a realizar el mantenimiento correctivo en los sitios se puede aprovechar para realizar los mantenimientos preventivos en los sitios identificados en rojo que estén dentro del círculo morado, con esto se entiende mucho mejor el caso presentado anteriormente y el hecho de entenderlo consiente e íntegramente es el primer paso para poder optimizar los recursos que se están destinando para realizar dichos servicios. Así también si se les explica a los técnicos de forma mucho más sencilla que se requiere de su parte y no simplemente el darles una lista de sitios a atender se logra una cooperación extra por parte de ellos ya que se les está integrando en la gestión del mantenimiento.

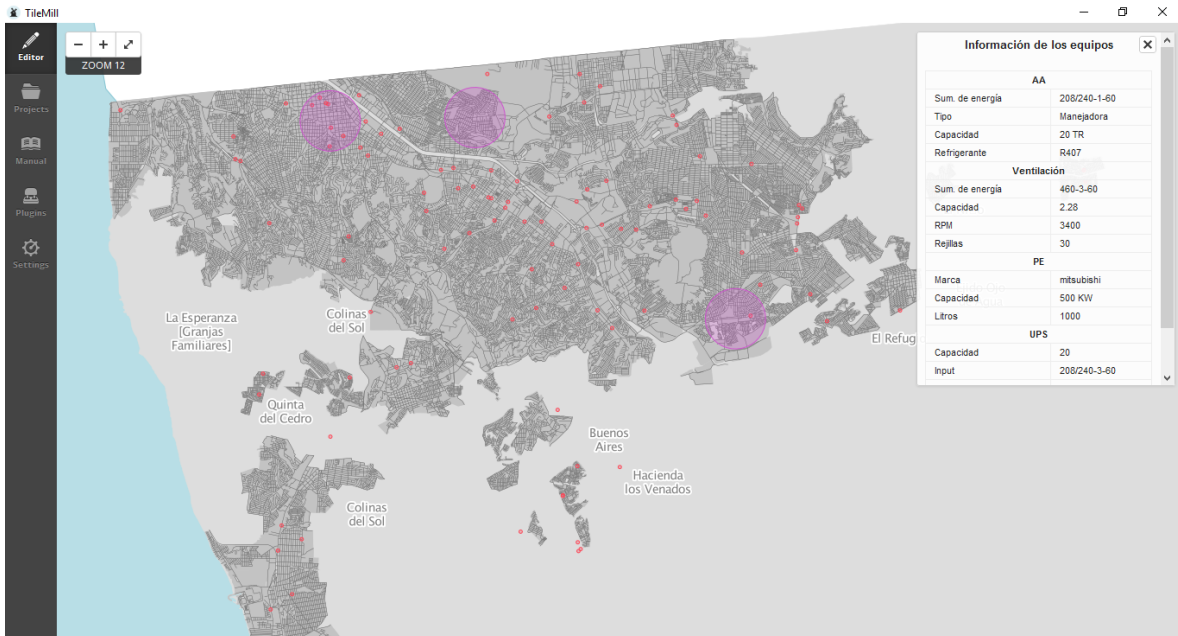


Imagen 3.10 Infografía de ciudad simulación de falla
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Se ha identificado al mapping como una herramienta que facilita al tomador de decisiones el poder administrar el mantenimiento simultaneo de un gran número de equipos localizados en distintos sitios con lo que los programas de mantenimiento pueden hacer uso de esta herramienta como complemento ideal.

Se presentaron las generalidades de los programas de mantenimiento, así como el uso e implementación del mapping como apoyo de estos identificando que la representación gráfica facilita la comprensión de la información haciendo con esto mucho más ágil realizar determinado plan para solucionar algún problema que se haya identificado en cualquier momento.

Como se mencionó en lo que respecta a las ventajas de la tercerización de los servicios de mantenimiento esta tiene implicaciones directas referentes a la flexibilidad de las plantillas, las cuales están integradas por personal especializado en estos servicios lo que impacta directamente en la calidad de los servicios, así mismo, si se integra en la gestión del personal herramientas que faciliten la toma de decisiones como lo es la aplicación del mapping esto incrementa la productividad.

Dado que el mapping es un subproducto del los SIG se podría ampliar la aplicación de estos en el ámbito del mantenimiento. Lo que este trabajo propone es simplemente identificar que el mapping es una herramienta útil en los sistemas multipunto, con lo cual se deja como un posible trabajo subsecuente el explotar al máximo los SIG en este tipo de sistemas. Así mismo estos sistemas se pueden ampliar para que se cuente con información en tiempo real de la situación de los equipos, haciendo posible que el cliente identifique las condiciones de cada equipo aunque esto requeriría inversiones importantes de capital tanto económico como humano pero podría cubrir cierta necesidad que industrias con equipos prioritarios podrían tener.

Anexo A

Aquí se presenta la herramienta que utilizaremos y sus características más importantes para el análisis de información geográficamente referenciada.

El software que estaremos utilizando es TileMill³⁶ el cual es un estudio de diseño de mapas de código abierto, desarrollado por una comunidad de colaboradores voluntarios de código abierto. El desarrollo original del proyecto fue liderado por Development Seed y Mapbox



Aquí se presenta la pantalla principal de TileMill la cual cuenta con 6 Botones principales:

Editar: Te permite editar proyectos realizados

Proyectos: Presenta todos los proyectos que se han realizado o editado recientemente, así también se puede generar un nuevo proyecto desde esta pestaña

Manual: Presenta un manual con las principales características del programa

Plugins: Presenta aplicaciones extras que se pueden integrar en TileMill

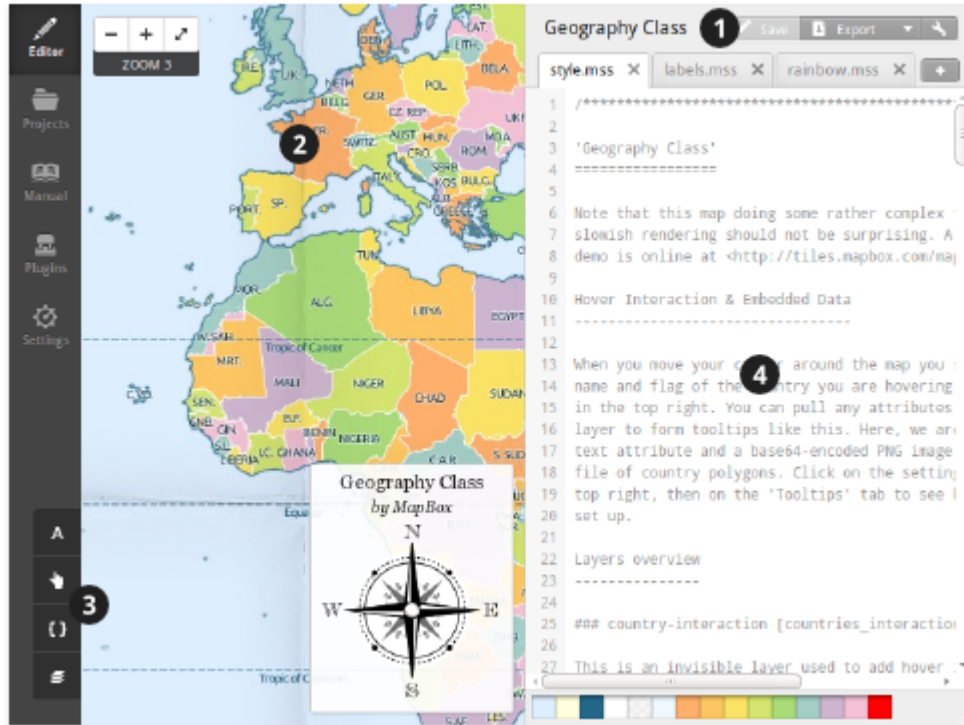
Settings: Aquí se realiza la configuración general del programa

Quando TileMill comienza por primera vez, mostrará el navegador del proyecto, donde verá algunos ejemplos de proyectos para darle una idea de lo que TileMill puede hacer. Si es la primera vez que ejecuta TileMill, es posible que note que algunas de las previsualizaciones del mapa tardan un par de minutos en aparecer. Esto se debe a que es necesario descargar

³⁶ <https://tilemill-project.github.io/tilemill/>

varios archivos de datos externos (y se guardarán para que no se vuelvan a descargar, a menos que los retire de la memoria caché).

Si hace clic en uno de los proyectos, se le llevará a la interfaz de edición:



1.- Barra de herramientas principal

2.- Vista previa del mapa

3.- Herramientas de edición

4.- Editor de hojas de estilo

Vista previa del mapa



1.- Vista previa del mapa

2.- Controles de zoom y cambio de página completa

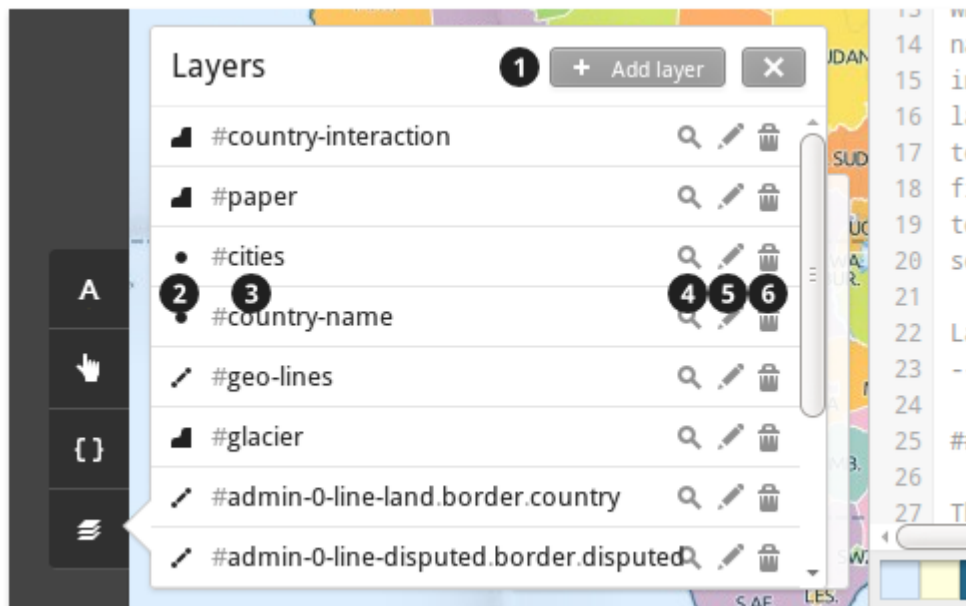
TileMill proporciona una vista previa interactiva del mapa como lo está diseñando. El mapa se actualiza cada vez que guarda el proyecto.

Puede desplazarse alrededor haciendo clic y arrastrando, y acercar y alejar haciendo clic en los botones + y -. El zoom también se puede controlar con la rueda del ratón cuando el cursor está sobre el mapa o manteniendo presionada la tecla Mayús y dibujando un cuadro en el mapa del área al que desee hacer zoom. El indicador de nivel de zoom muestra el nivel de zoom actual, que es útil para conocer al diseñar y comprobar estilos.

El botón de ampliación de página completa amplía el tamaño de la vista previa y la contrae cuando está en el modo de vista previa grande.

Cuando guarda un proyecto, TileMill también guarda la posición y la escala en la que estaba viendo el mapa, por lo que si sólo está trazando una pequeña área como una ciudad, no tendrá que acercarla cada vez que vuelva a abrir el proyecto.

Lista de capas



1.- Añadir capa

2.- Icono de geometría

3.- IDs y clases

4.- Inspeccionar los datos de la capa

5.- Editar capa

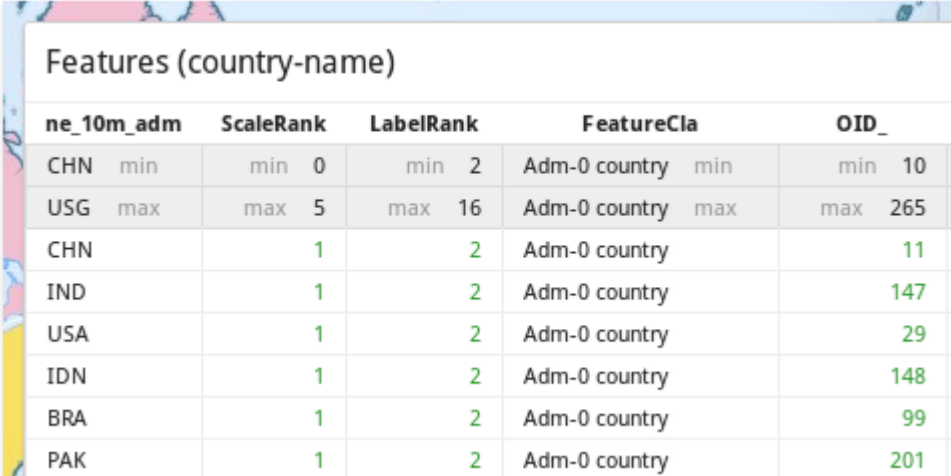
6.- Eliminar capa

Al hacer clic en el botón añadir capa, se abre un cuadro de diálogo en el que se puede elegir un archivo shape, un archivo KML, un archivo GeoJSON o un GeoTIFF para agregar al proyecto. Cada capa debe tener un ID (indicado por el prefijo #), y opcionalmente puede tener una o más clases (indicado por un prefijo). Estos se definen cuando se agrega la capa pero se pueden cambiar en cualquier momento haciendo clic en el icono "Editar capa".

Una capa se puede reordenar fácilmente haciendo clic en el icono de geometría arrastrable y moviéndolo por encima o por debajo de otra capa. Las áreas de superposición de capas se renderizarán de tal manera que la capa más alta de la lista cubrirá capas debajo de ella.

Para el estilo, una capa puede ser uno de los cuatro tipos de geometrías: punto, línea, polígono o trama. Esto se indica mediante el icono de geometría. Ciertos tipos de estilos sólo son aplicables a ciertos tipos de capas, por lo que es bueno saber lo que cada uno es.

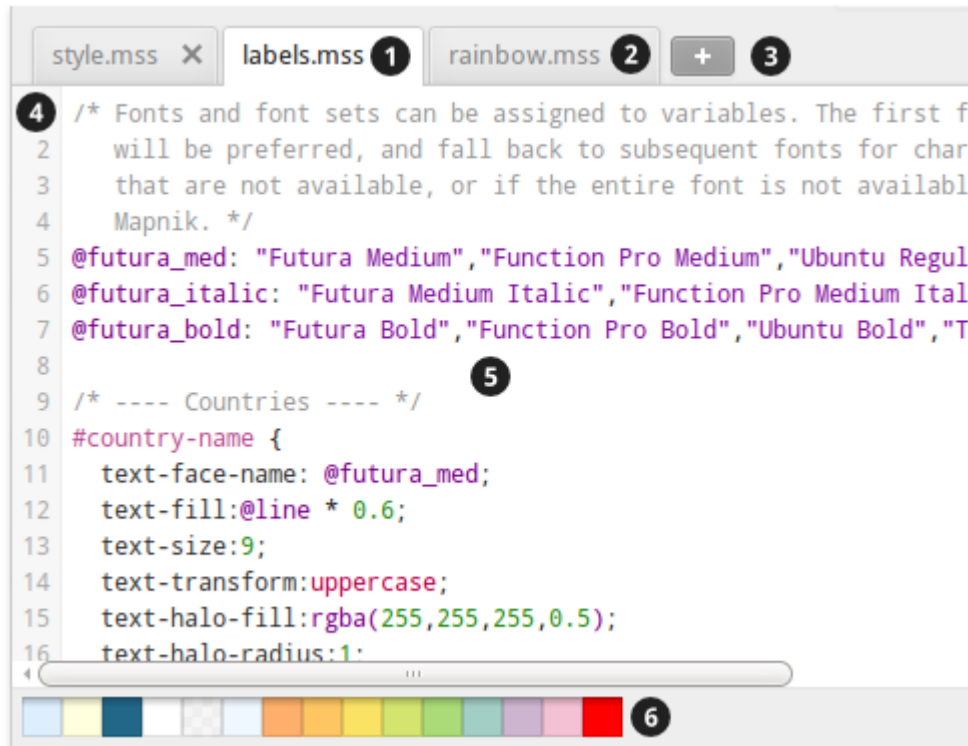
Inspector de datos de capa



Features (country-name)				
ne_10m_adm	ScaleRank	LabelRank	FeatureCla	OID_
CHN min	min 0	min 2	Adm-0 country min	min 10
USG max	max 5	max 16	Adm-0 country max	max 265
CHN	1	2	Adm-0 country	11
IND	1	2	Adm-0 country	147
USA	1	2	Adm-0 country	29
IDN	1	2	Adm-0 country	148
BRA	1	2	Adm-0 country	99
PAK	1	2	Adm-0 country	201

Si hace clic en el icono de la lupa de cualquier capa, se abrirá un cajón desde la izquierda y aparecerá una tabla de datos. (Puede tardar unos segundos en que aparezcan los datos si está inspeccionando un archivo complejo).

Editor de código



1.- Ficha de hoja de estilos activa

2.- Fichas de hoja de estilos inactivas

3.- Nueva hoja de estilo

4.- Línea de números

5.- Área de texto

6.- Paleta de color

TileMill proporciona un editor de código integrado para editar las hojas de estilo del mapa. Este editor se asegurará de escribir código válido, colorear correctamente el texto con formato al escribirlo (resaltado de sintaxis) y resaltar cualquier error si intenta guardar un archivo no válido.

El editor de TileMill soporta autocompletar: al escribir un nombre de propiedad como polígono-relleno, puede escribir polígono- e inmediatamente pulsar la tecla de tabulación para obtener una lista de terminaciones disponibles. Esto también funciona con valores, como line-join: mitra: escribiendo mi y presionando la pestaña autocompletar mitra. Si tiene variables como @acolor definidas en su hoja de estilo, puede autocompletarlas escribiendo @ y la pestaña. Una vez abierto el menú de autocompletar, se puede navegar con el ratón, con las teclas de flecha o con presionar la pestaña y la tecla de desplazamiento para retroceder. Pulse enter para aceptar una sugerencia de autocompletar.

Hojas de estilo

A medida que su estilo de mapa se vuelve más complejo, es posible que desee mantener las cosas organizadas dividiendo el estilo en varios archivos. Las nuevas hojas de estilo se pueden agregar con el botón + en la barra de pestañas e introducir un nombre para el archivo. Aunque no es necesario, existe una convención de usar el archivo extensión .mss para 'hoja de estilo de mapa'.

Las hojas de estilos se pueden volver a ordenar haciendo clic y arrastrando sus pestañas dentro de la barra de pestañas. Tenga en cuenta que, al igual que CSS, el orden puede tener un efecto en la forma en que se representa un mapa - si dos estilos de conflicto, el que se define último se aplicará. Aquí, 'último' significa más cercano a la parte inferior del archivo en la pestaña más a la derecha.

Paleta de color

TileMill realiza un seguimiento de todos los colores que utiliza en un proyecto y facilita su edición con un selector de color.

Herramientas de edición

Editor de interacciones

Al hacer clic en el ícono 'Interacción' se mostrará un panel para agregar una leyenda y consejos de herramientas interactivos a su mapa.

Referencia de fuente

Al hacer clic en el ícono "Fuente" se mostrará una lista de todas las fuentes del sistema que Mapnik puede encontrar. Al hacer clic en una fuente se destaca su nombre, por lo que es fácil copiar y pegarlo en su hoja de estilo.

A diferencia de lo que se puede utilizar desde CSS o interfaces de procesador de textos comunes, no hay propiedades distintas para la familia de una fuente (por ejemplo, 'Arial'), peso (por ejemplo, negrita) y estilo (por ejemplo, cursiva). Por esta razón, por ejemplo, "Arial Regular", "Arial Bold" y "Arial Italic" se enumeran individualmente.

Referencia Carto

Al hacer clic en el ícono "Carto" se mostrará una referencia abreviada de las diferentes propiedades que puede utilizar en su hoja de estilos.³⁷

³⁷ <https://tilemill-project.github.io/tilemill/>

Referencias

1. Duffuss, Salih et al., Sistemas de mantenimiento: planeación y control, 1ª ed. ,México, Limusa-Wiley, 2000.
2. García Garrido, Santiago. La contratación del mantenimiento industrial. 1ª ed. Ediciones Diaz de Santos, 2010.
3. Dounce Villanueva, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. Grupo Editorial Patria, 2014.
4. Mora Gutiérrez, Luis Alberto. Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Ed. Alfaomega
5. García Garrido, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. 1ª ed. Madrid, Diaz Santos, 2003.
6. Norma: UNE 13306 2003
7. López Blanco, Jorge, SIG en estudios de geomorfología ambiental y recursos naturales, 1ª Ed, México, FFyL UNAM, 2005.
8. Santillana Guzmán, Humberto. La planeación estratégica a través de los SIG. Pág. 34.
9. ANTAD: <http://www.antad.net/>
10. Department of the Environment (Doe) (1987) Handling Geographic Information. HMSO, London
11. Aronoff, S. 1989. Geographic Information Systems: A Management Perspective. Ottawa, Canada : WDC Publications
12. Carter, J. R., 1989, On defining the geographic information system. In Fundamentals of Geographic Information Systems: A Compendium, (Falls Church, Virginia: ASPRS/ACSM) pp. 3-7
13. Parker H. D. (1989) The unique qualities of a geographic information system: a commentary. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54 (11):1547-49
14. Dueker K. J. (1979) Land resource information system: a review of fifteen years experience, Geo-Processing 1: 105-28

15. Smith T. R., Menon S., Starr J. L & Estes J. E. (1987) Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems. *International Journal of Geographical Information Systems* 1: 13-31
16. Ozemoy V. M., Smith D. R. & Sicherman A. (1981) Evaluating computerized geographic information system using decision analysis. *Interfaces* 11: 92-98
17. Burrough, P.A. (1986) *Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment*. Monographs on Soil and Resources Survey No. 12, Oxford Science Publications, New York.
18. Cowen D. J. (1988) GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54: 1551-4
19. Koshkariov A. V., Tikunov V. S. & Trofimov A. M. (1989) The current state and the main trends in the development of geogrphical information systems in the USSR. *International Journal of Geographical Information Systems* 3 (3): 257-72
20. Devine H. A. & Field R. C. (1986) The gist of GIS. *Journal of Forestr*, August 17-22