

Alumno: Martín Baranda Pacheco

Instituto Tecnológico de Orizaba

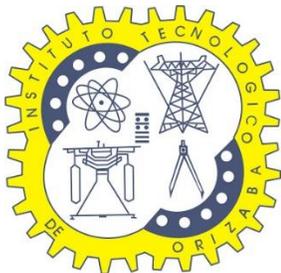
Maestría en Ingeniería Administrativa

Artículo: Ingeniería de confiabilidad

Seminario: Fundamentos de Ingeniería Administrativa

Catedrático: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

Horario: Lunes y Miércoles 7:00 am – 9:00 am



## Índice.

Introducción. ....	1
Conceptos clave. ....	2
Origen de la ingeniería de confiabilidad. ....	3
Confiabilidad. ....	3
Diagrama de bloques de confiabilidad. ....	5
Configuración en serie. ....	5
Configuración en paralelo. ....	5
Otras configuraciones. ....	6
Curva de la bañera. ....	7
Juventud (Zona de mortandad infantil). ....	8
Madurez (Periodo de vida útil). ....	8
Envejecimiento. ....	9
Confiabilidad y mantenimiento. ....	9
Tipos de mantenimiento. ....	9
Causas por las cuales hacer uso la ingeniería de confiabilidad. ....	11
Fases de la ingeniera de confiabilidad. ....	12
Propuesta de tesis. ....	13
Objetivo. ....	13
Agradecimientos. ....	13
Conclusión. ....	13
Bibliografía. ....	14

## Introducción.

Desde que Henry Ford creó el sistema de producción en serie con su famoso Modelo T, la mayoría de los productos que adquirimos en nuestro día a día se crean o forman de una manera similar, claro no podemos decir que es igual que como lo hacía Ford en el pasado, ya que los sistemas productivos han evolucionado de una manera increíble, por lo regular son de un gran tamaño con dimensiones que abarcan kilómetros, así mismo cuentan con un gran número de colaboradores que están a su cuidado y no podemos olvidar el precio de las instalaciones que utilizan y de los propios equipos.

Como las etapas de vida que tenemos nosotros los seres humanos, los sistemas tienen uno parecido, que abarca diferentes etapas. Se puede decir que la primera es la de montaje y ponerla a andar, hasta que logre alcanzar su régimen óptimo de trabajo. La segunda fase, normalmente conocida como la de operación, que es la realmente productiva, donde el sistema se verá afectado por fallos o problemas que lleguen a disminuir su capacidad de producción, trayendo que se tenga que detener por algún tiempo o dar por concluida su vida útil.

Siempre debe de existir un mantenimiento (en sus diferentes etapas), para evitar reducir en la mayor cantidad posible, los fallos que se pueden llegar a presentar.

Podríamos decir que la finalidad de la ingeniería de confiabilidad es la del estudio del tiempo de vida y los posibles fallos que se puedan presentar en sistemas (aunque también se puede aplicar para productos). La ingeniería en confiabilidad hará uso de diversas herramientas y se sustentará en principios matemáticos para poder determinar el por qué falla un equipo.

Entonces, por obvias razones, para muchas organizaciones es necesario hacer uso de estas herramientas, para poder tener un mejor entendimiento de los fallos de sus sistemas, podrán identificar algunas mejoras para sus sistemas con la finalidad de alargar su vida útil o al menos disminuir las consecuencias que estos fallos conllevan.

## Conceptos clave.

Para facilitar el proceso de lectura sobre el tema “Ingeniería de confiabilidad”, se citaran algunas definiciones que se consideran importantes que el lector conozca:

### *Ingeniería.*

“Es el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos para la innovación, invención, desarrollo y mejora de técnicas y herramientas para satisfacer las necesidades y resolver los problemas de las empresas y la sociedad.” (Wikipedia, 2018)

### *Confiabilidad.*

“La capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, la confiabilidad se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.” (Ipando, 2010)

### *Ingeniería de confiabilidad.*

“Se enfoca en técnicas herramientas y métodos que en conjunto ayudan a determinar que un componente, sistema o producto actúen con seguridad proporcionando la calidad adecuada, bajo las condiciones óptimas y bajo un tiempo determinado.” (García, 2014)

## Origen de la ingeniería de confiabilidad.

El solo concepto de confiabilidad, al igual que muchas metodologías o herramientas que tienen que ver con calidad o productividad, tuvieron su comienzo y apogeo durante la Segunda Guerra Mundial, el conflicto bélico en el que estuvieron inmersos diversos países del mundo, ya que, todos los países tenían como meta primordial el alcanzar un nivel alto de confiabilidad en todos sus materiales y productos que usaban en batalla, con el fin de reducir lo más que se pudiera la probabilidad de que fallaran estos materiales.

A lo largo de los años este concepto ha adquirido diferentes significados, hasta lograr moldearse a lo que conocemos en la actualidad, siendo una muy importante área de investigación para las personas que se dedican a la Ingeniería de confiabilidad teniendo una gran variedad de conceptos matemáticos.

## Confiabilidad.

Como se pudo leer en los conceptos clave, la confiabilidad se puede interpretar como la confianza o fiabilidad que tiene un sistema de producción, algún proceso, una máquina, productos, entre otros, desempeñen sus funciones rutinarias en un determinado periodo de tiempo ya establecido. Dicho de otra forma la confiabilidad hace referencia a la estabilidad de ciertos resultados aceptables que deben de tener los elementos que se mencionaron anteriormente, durante su vida útil.

En los análisis de la confiabilidad se espera que los resultados de los análisis de procesos, maquinas, sistemas, sea el mismo o inclusive mayor que los resultados que se obtuvieron en análisis pasados. Si esto se cumple, quiere decir que el grado de confiabilidad que se tiene es alto.

(Morales, 2017) Nos menciona como podemos calcular la confiabilidad de un producto, sistema o máquina puede ser expresada a través de la siguiente fórmula matemática:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dónde:

$R(t)$  = Confiabilidad de un producto, sistema, maquina, entre otros, en un tiempo establecido.

$e$  = Constante neperiana (  $e = 2.303\dots$ ).

$t$  = Tiempo establecido.

La confiabilidad es la probabilidad de que no suceda una falla de cualquier clase, durante el periodo en que estén trabajando los sistemas, equipos o procesos, los cuales ya tienen una meta fijada y nivel de confianza de funcionamiento establecido.

La confiabilidad es un proceso que cada vez toma más relevancia dentro de las organizaciones, ya que las tecnologías crecen a pasos agigantados, esto conlleva que los productos se vuelvan cada vez más complejos, los consumidores son más tienen especificaciones más sofisticadas de cumplir y el mercado está muy saturado. Es por todos estos factores que es de suma importancia que todos los procesos, sistemas y productos deben de tener una confiabilidad alta, para que las organizaciones puedan mantenerse competitivas y salir a flote en el mercado.

Los datos necesarios para poder realizar los estudios pertinentes de la confiabilidad provienen de diferentes lugares y etapas de los procesos, como pueden ser:

- El tiempo de vida fijado.
- La duración de las fallas que se han tomado.
- Datos del nivel de desgaste.
- El tiempo de la falla que se ha localizado dentro del proceso; entre otros.

Dentro del estudio de la confiabilidad es importante conocer cuál es el ciclo de vida de los diferentes elementos que vamos a estudiar, ya sean sistemas, procesos, productos, entre otros, ya que nos permitirá construir parámetros de confiabilidad para que el cliente este conforme con lo que se le este entregando

## Diagrama de bloques de confiabilidad.

El diagrama de bloques de confiabilidad tiene como finalidad poder encontrar el % de confiabilidad de un sistema, donde previamente ya se ha calculado la confiabilidad de las partes que componen a dicho sistema.

### Configuración en serie.

Cuando el sistema posee una configuración en serie, se considera que todos sus componentes son críticos, ya que todos los componentes deberían trabajar para que el sistema funcionara correctamente. Debemos de tener en cuenta que la confiabilidad del sistema, no será mayor que la confiabilidad del componente que tenga la más mínima confiabilidad.

(Córdova, 2014) Nos indica que podemos calcular la confiabilidad del sistema con la siguiente formula, además se puede definir tomando como cimiento a la probabilidad de falla (F).

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 ; F_s = 1 - (1 - F_1) \times (1 - F_2) \times (1 - F_3).$$

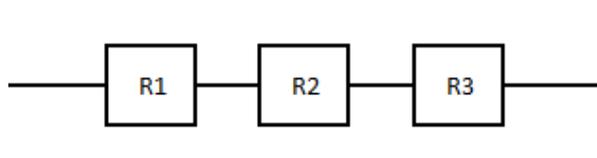


Diagrama de bloques en serie (Córdova, 2014)

### Configuración en paralelo.

Cuando el sistema se encuentre en una configuración en paralelo, los componentes tendrán la misión de realizar la misma función y será suficiente con que al menos uno de los componentes trabaje para que el resto del sistema lo haga también. Se podrá calcular con las siguientes formulas, así mismo, como en la configuración anterior, se puede interpretar base a la probabilidad de Fallas (F).

$$R_s = 1 - (1 - R_1) \times (1 - R_2) \times (1 - R_3) ; F_s = F_1 \times F_2 \times F_3.$$

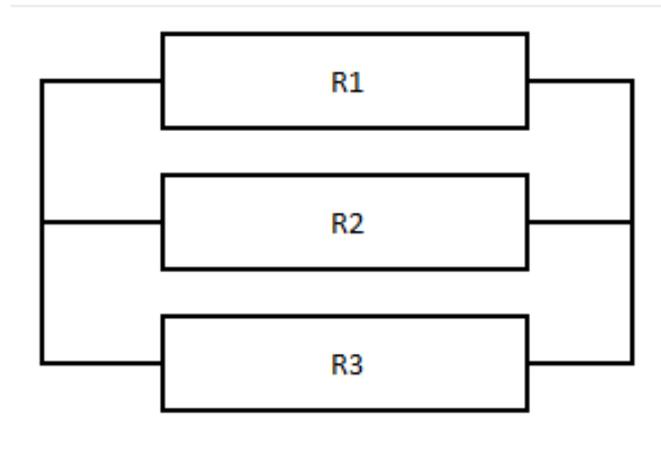


Diagrama de bloques en paralelo (Córdova, 2014)

### Otras configuraciones.

Así mismo dentro de los diagramas, podremos encontrar uno que sea la combinación de los dos anteriormente mencionados. Podría darse el caso de encontrar un Diagrama en paralelo – serie o un Diagrama en serie – paralelo, su representación gráfica sería así:

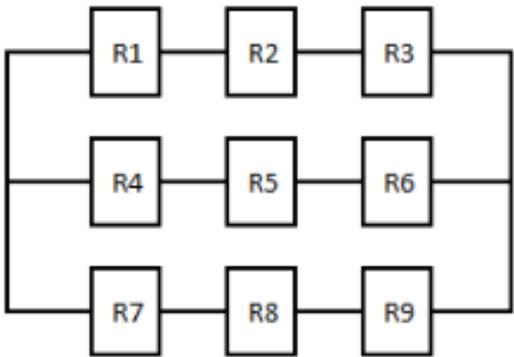


Diagrama de bloques en Paralelo-serie (Córdova, 2014)

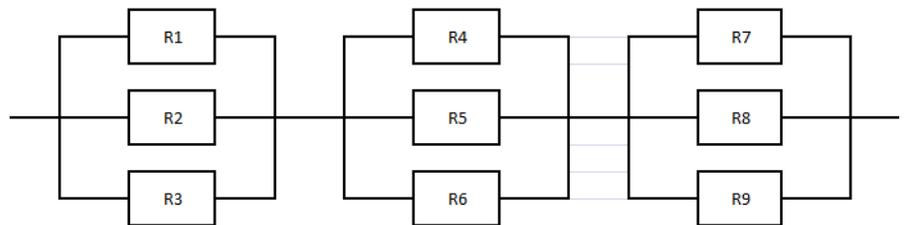


Diagrama de bloques en Serie - Paralelo (Córdova, 2014)

## Curva de la bañera.

Dentro del estudio de la confiabilidad, algo que nos ayudara a entender mejor todo esto, es la idea de la curva de la bañera. En la mayoría de los productos, sistemas, dispositivos, entre otros, la función de la tasa de fallo tiene una forma que se asemeja mucho a la de una bañera.

La idea de la curva de bañera es que la función de riesgo para los sistemas, dispositivos, entre otros se desarrolla como en la siguiente imagen:

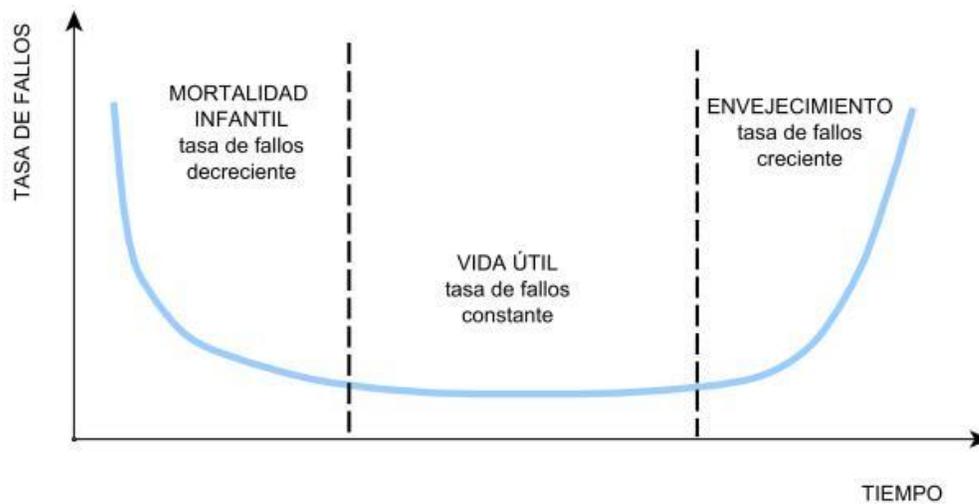


Diagrama de la curva de la bañera, (Castela, 2016)

Como se puede observar en la gráfica, al principio de la vida útil de los elementos que se mencionaron anteriormente, los más débiles no trabajan adecuadamente a una tasa relativamente alta, como resultado de un fenómeno llamado “mortalidad infantil”, esto podría ser debido a un mal proceso de fabricación. A consecuencia de los primeros fallos, se retiran los productos o elementos que han resultado defectuosos, la tasa de riesgo ira reduciéndose.

Como se puede observar en el extremo derecho del gráfico, ocurre algo similar, cuando está concluyendo la vida útil de los productos, los que aún están funcionando tienden a

fallar de una forma más frecuente, esto debido a todo el desgaste que han sufrido a lo largo de todo el tiempo que llevan funcionando, de modo que la tasa de riesgo crecerá.

En la parte que se encuentra a la mitad del gráfico, se aprecia un nivel de riesgo bajo y relativamente se mantiene constante. A este intervalo normalmente se reconoce como la vida “funcional del elemento”.

### **Juventud (Zona de mortandad infantil).**

El problema ocurre de manera inmediata o en un lapso de tiempo muy corto de que fue puesto en marcha, algunas de las probables consecuencias pueden ser:

- Errores en su diseño.
- Defectos de fabricación o ensambladura.
- Ajuste complicado, que es necesario inspeccionar las condiciones verdaderas de funcionamiento hasta que encontremos cual es el punto que queremos.

Para prevenir esta parte de la gráfica de la bañera, cuando sea posible se someterá a los elementos a un “quemado” inicial eliminando las partes que resulten tener algún defecto o problema. Este “quemado” o también conocido como rodaje inicial se hace sometiendo a dichos elementos a situaciones podríamos decir “exageradas”, que harán que los mecanismos de fallos se apresuren. Los elementos que superan esta parte son los que se pondrán a la venta o los que podrán empezar con su verdadero trabajo, ya en la zona de la vida útil.

### **Madurez (Periodo de vida útil).**

Justo a la mitad de la gráfica se encuentra la madurez (lo que podríamos considerar la vida útil) teniendo una cantidad de fallos más o menos constante. Es el periodo que tarda más tiempo, en el que se estudian los sistemas, ya que se considera que es donde se tienen que cambiar antes de que alcancen la parte de envejecimiento y empiece a generar más problemas que satisfacciones a la organización.

## **Envejecimiento.**

En esta parte se presenta lo que se denomina como “agotamiento” del sistema. La cantidad de averías que sufre el sistema empieza a incrementarse cada vez más y más, debido a que los componentes fallan por degradación de sus características debidos al paso del tiempo. Aun con un mantenimiento correctivo y ciertas composturas, los fallos seguirán aumentando de número, por lo que cada vez más resultara más caro poderle dar el mantenimiento a ese sistema.

## **Confiabilidad y mantenimiento.**

Los conceptos de confiabilidad y mantenimiento tienen una gran similitud entre sí. A continuación se presenta la definición de estos dos conceptos:

- Confiabilidad: Se refiere a la probabilidad de que un grupo trabaje correctamente durante un determinado lapso de tiempo, esto bajo los escenarios optimos específicos que puedan existir, algunos ejemplos de estos escenarios son: temperatura, tensión, velocidad o la condición de presión.
- Mantenimiento: Incluye todas las metodologías empleadas para cerciorar un adecuado y continuo uso de instalaciones, productos y equipos con el fin de evadir su rotura, es decir, que la fiabilidad de estos vaya en aumento.

Por esto es que ambos conceptos son analizados en conjunto.

## **Tipos de mantenimiento.**

Normalmente, se consideran 5 clases de mantenimiento, que se diferencian entre sí por las actividades que realiza cada una de ellas, de acuerdo a (Renovetec , 2016) estas son las 5 clases:

- 1) Mantenimiento correctivo: Incluye cada una de las tareas predestinadas a corregir los defectos y las fallas que van surgiendo a diferentes equipos y que son notificadas al sector de mantenimiento por los consumidores de los mismos, en el

caso de los sistemas serán cuando el equipo deje de trabajar en condiciones óptimas.

2) Mantenimiento preventivo: El objetivo de este mantenimiento es conservar un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las mediaciones de sus puntos más frágiles en los momentos más oportunos. El tipo de carácter con el que cuenta este mantenimiento es sistemático, es decir, se intercede aunque el equipo no haya manifestado la existencia de un problema.

a) Mantenimiento predictivo: Este se encarga de informar y conocer invariablemente las condiciones, además de operar las instalaciones a través de la comprensión de los valores de variables fijas, representativas de tal estado y operatividad. La identificación de variables físicas cuya diferenciación sea indicativa de complicaciones que puedan estar surgiendo en el equipo, como lo son, el consumo de energía, la vibración o la energía son indispensables para poder aplicar este mantenimiento. Este mantenimiento es el más tecnológico de todos ya que requiere medios técnicos avanzados y algunas veces, de conocimientos importantes en el área matemática, física y/o técnica.

b) Mantenimiento Cero Horas (Overhaul): Está conformado por tareas cuyo fin es examinar los equipos a intervalos programados bien antes de que surja algún fallo, bien cuando la fiabilidad de los equipos ha disminuido notablemente de forma que resulta arriesgado realizar previsiones de su capacidad productiva. Esta revisión se trata de dejar el equipo a Cero horas de trabajo, es decir como si todo el equipo fuera nuevo. El fin de esta revisión es sustituir o reparar todos los elementos sometidos a un desgaste. Se intenta asegurar un buen periodo de vida útil.

- c) **Mantenimiento En Uso:** Este es considerado como el mantenimiento básico de un equipo, elaborado por los usuarios del mismo. Se trata de una serie de trabajos elementales (inspecciones visuales, recopilación de datos, limpieza y/o reapriete de tornillos) para las cuales no es indispensable una gran formación, con un buen entrenamiento previo es suficiente. El mantenimiento En Uso es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

## **Causas por las cuales hacer uso la ingeniería de confiabilidad.**

Una de las características con mayor importancia en un proceso, equipo o producto es el desempeño que vaya logrando con el paso del tiempo, es decir, de un correcto funcionamiento con condiciones óptimas que debe de tener por un lapso de tiempo determinado. Si se realiza un desempeño careciente o pobre en los productos, se obtiene como resultado, pérdidas considerables a las compañías por el concepto de reclamos de garantía. La confiabilidad de que los productos mantengan sus condiciones y sigan trabajando correctamente es fundamental para que los compradores estén satisfechos con los productos que adquirieron, así como también es importante para las organizaciones pues de esta forma evitaran las pérdidas. Por otra parte, la baja confiabilidad en las técnicas y en los equipos que manejan las empresas supone pérdidas en la calidad de sus productos así como pérdidas por la constante reparación de equipos y el detenimiento de las técnicas de producción. Los productos ofrecidos en el mercado deben de cumplir adecuadamente la función para la cual fueron creados. Con frecuencia es evidente como van desapareciendo ciertos productos por fallas o accidentes, los cuales han provocado consecuencias fatales. La ingeniería de confiabilidad es de gran ayuda para mejorar la fiabilidad de que cada uno de los productos realice cada una de sus funciones. Ninguna organización es capaz de

sobrevivir si no se atienden los principales problemas de confiabilidad de sus servicios o sus productos al igual que sus equipos y técnicas.

## Fases de la ingeniería de confiabilidad.

Las etapas que conforman a la ingeniería de confiabilidad están determinadas por tres aspectos:

### Planeación

- Es la planeación encausada al mantenimiento, así mismo, se refiere al proceso por el cual se especifican y preparan los elementos indispensables para hacer una actividad. Esta primera etapa comprende las funciones relacionadas con la preparación de las herramientas para detectar las fallas existentes durante el proceso.

### Programación

- Esta etapa logra definir y organizar que métodos o herramientas serán utilizados para estructurar el trabajo que se trazó durante la primera etapa.

### Ejecución

- Dentro de esta última etapa se aplican los métodos o herramientas para realizar el trabajo planeado y con esto, permitir la reducción, reparación o eliminación total de las fallas que surgen interiormente, es decir en el proceso de organización.

Fases de la Ingeniería de confiabilidad, elaboración propia con información de (Morales, 2017)

## **Propuesta de tesis.**

Mejorar los procesos de confiabilidad de la gasolinera Combustlan S.A. de C.V. por medio de la Ingeniería de Confiabilidad.

## **Objetivo.**

Disminuir las fallas que presentan las bombas para despachar el combustible y que reciban los diferentes tipos de mantenimiento, con la finalidad de evitar pérdidas económicas.

## **Agradecimientos.**

Agradezco a mi familia, por darme todo el apoyo y el impulso para seguir día con día, al Instituto Tecnológico de Orizaba por abrirme sus puertas y permitirme continuar mis estudios con la Maestría en Ingeniería Administrativa y al Doctor Fernando Aguirre y Hernández por motivarme con su conocimiento en el seminario de Fundamentos de Ingeniería Administrativa para realizar cada uno de los artículos asignados.

## **Conclusión.**

Como se pudo leer en el artículo, la ingeniería de confiabilidad es algo que toda organización (sin importar su giro) debe de tener muy en cuenta, ya que es algo que si se practica todo el tiempo, se lograra evitar pérdidas económicas, teniendo nuestros equipos y sistemas trabajando óptimamente todo el tiempo, esto nos asegurara tener productos de calidad y nuestros consumidores seguirán leales hacia nosotros.

Por otro lado, es un campo que merece ser estudiado más a fondo, ya que representa una importante forma de especialización para muchas personas que les interesa la calidad de los diferentes elementos que componen a una organización.

## Bibliografía.

Acuña, J. A. (2003). *Ingeniería de Confiabilidad* . Costa Rica : Editorial Tecnológica de Costa Rica .

Castela, F. (14 de Junio de 2016). *Mantenimiento industrial web*. Obtenido de <https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2016/06/14/curva-de-la-banera/>

Córdova, M. (14 de Abril de 2014). *Confiando en la Ingeniería* . Obtenido de <http://confiandoenlaingenieria.blogspot.mx/2014/04/diagrama-de-bloques-de-confiabilidad.html>

García, L. G. (12 de Noviembre de 2014). *Gestiopolis* . Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/ingenieria-de-confiabilidad-1/>

Ipando. (10 de Agosto de 2010). *Scribd* . Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/35643664/Definicion-de-Confiabilidad>

Morales, E. H. (17 de Noviembre de 2017). *Gestiopolis* . Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/ingenieria-confiabilidad-teoria-tecnicas/>

Renovetec . (2016). *Renovetec* . Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

Wikipedia. (16 de Abril de 2018). *Wikipedia , La enciclopedia libre* . Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa>