

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar
la calidad, productividad y competitividad
en la Gestión de Mantenimiento y de Activos.
Ingeniero Mecánico Marco Arturo Millán Hernández**

Resumen

Este trabajo pretende demostrar la importancia de aplicar y como lograr una cultura resiliente en la Gestión de Mantenimiento y de Activos, concepto actualmente utilizado en el manejo y atención de desastres, que puede ser aprovechado como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad, productividad y competitividad de la gestión y del talento humano, coadyuvando a la sostenibilidad y rentabilidad del negocio y como una alternativa para ayudar a las empresas que no cuentan con la capacidad o recursos para sostenerse o mejorar o cuando un desastre sobrepasa su capacidad de respuesta.

La Gestión de Mantenimiento y de Activos es resiliente, cuando se alcanza y mantiene una excelencia, es decir, cuando existe confiabilidad y disponibilidad humana, de materiales y equipos y se demuestra calidad, seguridad y rentabilidad en las acciones, siendo un resultado que debería ser proyectado como aporte hacia la sociedad, la ingeniería y las demás organizaciones, esto es, asumirlo como una responsabilidad social de los mejores.

1. Conceptos asociados a la Resiliencia

1.1. ¿Qué es la resiliencia?

La Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales se celebró en la ciudad de Kobe de la Prefectura de Hyogo del Japón entre el 18 y 22 de enero del 2005, adoptando tres resoluciones, siendo la segunda, el Marco de Acción de Hyogo para el periodo 2005-2015: "Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres", que conceptualiza y define las estrategias mundiales para cumplir este propósito y de allí, la trascendencia de fortalecer y practicar este concepto.

La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas define la resiliencia como la "Capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuestas a amenazas a adaptarse, resistiendo o cambiando con el fin de alcanzar y mantener un nivel aceptable en su funcionamiento y estructura. Se determina por el grado en el cual el sistema social es capaz de auto-organizarse para incrementar su capacidad de aprendizaje sobre desastres pasados con el fin de lograr una mejor protección futura y mejorar las medidas de reducción de riesgo de desastres."⁽²⁾

De acuerdo con la percepción y la experiencia adquirida por la División Sistema Sur de Abastecimiento de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP, se entiende la resiliencia como "la capacidad de una organización para prevenir, resistir y recuperarse frente a la ocurrencia de factores desestabilizadores (anormales / normales, rutinarios / no rutinarios, etc.), protegiendo su integridad, logrando mantener los resultados o alcanzándolos nuevamente en corto tiempo"⁽³⁾.

1.2. Importancia de la resiliencia en las comunidades y las organizaciones.

La tercera declaración de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales del 2005, enmarca claramente la necesidad de aumentar la resiliencia de las naciones, las comunidades y las organizaciones.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008**

Montevideo – Uruguay

“3. Reconocemos también que deben fomentarse a todos los niveles, desde el individual al internacional, una cultura de prevención de los desastres y de resiliencia, así como estrategias conexas previas a los desastres, que consideramos inversiones sólidas. Las sociedades humanas deben vivir con el riesgo que representan los peligros de la naturaleza. No obstante, no somos en absoluto incapaces de prevenir y mitigar los efectos de los desastres. Podemos y debemos aliviar los sufrimientos que esos peligros entrañan reduciendo la vulnerabilidad de las sociedades. Podemos y debemos seguir aumentando la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres mediante unos sistemas de alerta temprana centrados en el ser humano, las evaluaciones de riesgos, la educación y otras actividades y enfoques proactivos, integrados, multisectoriales y previsores de múltiples peligros en el contexto del ciclo de la reducción de los desastres, que consiste en la prevención, la preparación y la respuesta en caso de emergencia, así como en la recuperación y la rehabilitación. Los riesgos de desastres, los peligros y sus efectos constituyen una amenaza, pero la respuesta adecuada a éstos puede y debe llevar a la adopción de medidas para reducir los riesgos y la vulnerabilidad en el futuro.”⁽¹⁾

Como conclusión de esta declaración, se considera pertinente informar lo siguiente:

- Es posible y debería volverse necesario en las comunidades y organizaciones utilizar el concepto y los fundamentos de la resiliencia, ya que puede ser una estrategia para mejorar la productividad y para prepararse adecuada y realmente frente a la existencia, generación o presencia de factores desestabilizadores o eventos no deseados.
- Es lógico pensar que una comunidad puede recuperarse mucho más rápidamente, cuando las propias organizaciones se organizan para tal fin, y de allí la importancia de fomentar la creación de una cultura organizacional resiliente.
- Fomentar, real y prácticamente, una cultura de prevención es muy importante, pero no solo para evitar que se aumenten los efectos de los eventos no deseados, sino también para lograr una rápida recuperación hacia la normalidad, en donde todos los proyectos que se realicen para lograr este propósito deben visualizarse como inversiones y no como gastos.
- Muchas veces la incapacidad de prevenir y mitigar los efectos de los desastres, se debe a la falta de organización, coordinación y apoyo intersectorial e interinstitucional y termina siendo el factor de vulnerabilidad más grande de las naciones, comunidades y organizaciones.
- Un desastre fácilmente supera la capacidad de respuesta de cualquier país, comunidad u organización, en donde muchas veces las ayudas se identifican y coordinan luego de la ocurrencia, perdiendo tiempo valioso para proveer los recursos necesarios y para poder recuperar la normalidad, lo cual, con una adecuada prevención es posible mejorarlo.

Son múltiples las publicaciones, artículos e imágenes de los efectos que causan los desastres naturales en las comunidades, en donde el suministro de agua potable hacia la población afectada se vuelve uno de los principales y más complejos problemas luego del desastre; desafortunadamente muchas de las respuestas son reactivas y no proactivas, que muy fácilmente pueden preverse y gestionarse con anterioridad, por ejemplo, el gobierno uruguayo envió una Unidad Potabilizadora de Agua (UPA) desarrollada por ingenieros de la estatal Obras Sanitarias del Estado (OSE), que cuesta 100.000 dólares, con una capacidad para suministrar de agua potable a siete mil habitantes y que se instaló en la ciudad de San Luis en el Perú en agosto del 2.007, sin embargo, esta enorme ayuda llegó doce días después de ocurrido el desastre. Si organizaciones nacionales o internacionales contarán con este tipo de soluciones, muy fácilmente podrían llegar a las zonas afectadas en corto tiempo, que es cuando más se necesitan.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

Al interior de las organizaciones, fundamentar y consolidar una cultura organizacional resiliente permite controlar, disminuir o eliminar el efecto de las amenazas y las vulnerabilidades, mejora la productividad y disminuye los costos productivos. Para lograr este propósito, se debe lograr una gestión de los componentes del riesgo de forma unificada, integral, sistémica y técnicamente basada y caracterizar apropiadamente los componentes que pueden generar o verse expuestos a la ocurrencia de eventos no deseados. En este orden de ideas, el papel del área de gestión de mantenimiento y de activos es esencial para lograr una cultura organizacional resiliente y por ende, del éxito del modelo, ya que su gestión asegura la funcionalidad, operatividad y productividad de la infraestructura del proceso.

2. La Resiliencia aplicada a la Gestión de Mantenimiento y de Activos

2.1. Fundamentos de la resiliencia en la Gestión de Mantenimiento y de Activos.

Fundamentar una cultura organizacional resiliente requiere un conocimiento real, unificado, integral, sistemático y técnicamente basado de la capacidad de acción/reacción de la organización, frente a factores desestabilizadores, antes, durante y después de que estos ocurran. Es un hecho que para lograr este propósito, el área de Gestión de Mantenimiento y de Activos se convierte en un factor fundamental dentro de la organización.

Por tanto, la resiliencia de una organización productiva y de un área de Gestión de Mantenimiento y de Activos se fundamenta en lograr:

- Una capacidad para prevenir que factores desestabilizadores se produzcan.
- Una capacidad de resistencia durante la ocurrencia de factores desestabilizadores.
- Una capacidad de recuperación, luego de la ocurrencia de factores desestabilizadores.

Para el logro de estos propósitos se requiere una capacidad y una competencia laboral integral de los funcionarios de la organización, ya que el inicio y fin del proceso hacia la cultura organizacional resiliente, comienza y termina en el talento humano.

La resiliencia en la gestión de mantenimiento y de activos, día a día se manifiesta, por ejemplo en los siguientes casos:

- Capacidad de prevención: Cantidad de trabajos preventivos efectivos realizados antes de falla.
- Capacidad de reacción: Tiempos de respuesta a mantenimientos correctivos o trabajos solicitados o ante la ocurrencia de emergencias.
- Capacidad de adaptación: Cantidad de alternativas operacionales en caso de falla de equipos o procesos.
- Capacidad de la gestión: Midiendo que se aseguran las características y condiciones de los equipos que necesita la producción.
- Capacidad productiva: Determinando la disponibilidad real de los equipos para el proceso productivo.

Ser un área de mantenimiento o de gestión de activos resiliente se confirma cuando:

- Existe confiabilidad, disponibilidad y alternativas humanas, de materiales y de equipos en el proceso productivo.
- Existe calidad y seguridad en las actividades que se realizan.
- Se demuestra rentabilidad en las acciones, mejorando la productividad.
- Las actividades de mantenimiento están bien programadas, son oportunas, afectan lo menos posible el proceso productivo, quedan bien hechas y cuando todos lo hacen igual de bien.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008**

Montevideo – Uruguay

- Cuando se participa proactivamente en la toma de decisiones para la mejora del proceso productivo.

Una adecuada resiliencia de la organización y de un área de Gestión de Mantenimiento y de Activos, se logra con un conocimiento efectivo del negocio y de la organización, que permite identificar su capacidad de respuesta frente a la ocurrencia de factores desestabilizadores, aclarando que no es el logro de una perfección (que nunca existirá), sino un conocimiento y reconocimiento constante de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la organización en todo su contexto, que le permiten mantener y mejorar la gestión.

Sin embargo, si ocurre un desastre de gran magnitud, es en esa situación en donde se medirá de forma efectiva la resiliencia de la organización. De acuerdo con la experiencia, es muy posible que en todo caso se sobrepase la capacidad de acción de la organización por más resiliente que sea, y es en ese momento, es que se necesita de un apoyo externo especializado, que puede marcar la diferencia para poder recuperarse rápidamente.

2.2. Paradigmas que es necesario romper en las organizaciones para formar una cultura resiliente.

Para formar una cultura resiliente es necesario a nivel interno y externo romper algunos esquemas, entre los cuales vale la pena mencionar:

2.2.1 A nivel organizacional

- Reconocer que no hay organizaciones perfectas y exentas de sufrir los efectos en caso de desastre o un evento no deseado de gran magnitud, por tanto, sin una unión nunca se estará preparado para la resistencia y la recuperación, ya que es normal en estos casos que se supere la capacidad de respuesta de cualquier organización. La sinergia es una realidad y se debe materializar, hoy puedo ayudar y mañana puedo ser ayudado por otros.
- La excelencia se debe exteriorizar, no solo por las razones económicas y de imagen, sino por lo importante que puede ser para el interior de la organización confirmar que si se es excelente. Se deben romper los esquemas de que el compartir la capacidad y los conocimientos de las organizaciones son propias de ellas y no se deben exteriorizar.
- Una inquietud constante es “¿Y si se falla?”. Es necesario creer y fortalecer la competencia y la capacidad del personal para que esto no se produzca. Existen unas habilidades y competencias que deben ser reforzadas en los técnicos y profesionales de la gestión de mantenimiento y de activos para lograr una adecuada resiliencia, como son: el trabajo en equipo, la recursividad, la seguridad en la toma de decisiones, la motivación al trabajo y la proactividad.
- La teoría del riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad debe ser analizada, entendida, transformada y aplicada de acuerdo a la esencia del negocio y no debe ser formulada simplemente para cumplir requisitos normativos legales o de los sistemas de gestión de la calidad.
- Se debe reconocer que los riesgos siempre están presentes y pueden cambiar y cambian continuamente y permanentemente. Es fundamental reconocer los errores, aprender de lo pasado y lograr adaptarse a los cambios, evitando que simplemente se busquen los responsables de los “errores”, por lo cual las áreas administrativas, de mantenimiento y operación deben trabajar realmente como socios dentro del proceso productivo.
- Se debe tener en cuenta que asegurar y/o garantizar las condiciones de ciertas características, afectan de forma positiva a varios componentes del riesgo, por lo cual se debe procurar mantenerlos y mejorarlos, ya que muchas veces estos elementos son los que más se descuidan, por ejemplo, la comunicación interna y la retroalimentación de la información.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

2.2.2 A nivel técnico

- Se debe comprender que la gestión de los componentes del riesgo puede ser una estrategia productiva que mejora la calidad, cantidad, continuidad y oportunidad de los procesos, productos y servicios y que es posible utilizarla para aumentar la confiabilidad del trabajo individual y del equipo, generando además relaciones de mutuo beneficio entre clientes y proveedores internos y externos.
- Cuando un riesgo se analiza procurando determinar todas sus características y condiciones, por simples, obvias o sencillas que parezcan, es evidente darse cuenta que muchos de los problemas se producen por el no cumplimiento de estos requisitos básicos, en donde aplica completamente la frase “El sentido común es el menos común de los sentidos”.

2.2.3 A nivel humano

- La responsabilidad de la gestión de los componentes del riesgo es un problema de todos y no de unos pocos, ya que todos los funcionarios deben los ser administradores primarios de la gestión de los componentes del riesgo.
- Es necesario practicar la respuesta frente a eventos no deseados que no han ocurrido y no esperar que ocurran, para darse cuenta la falta que hizo la simulación. Estos ejercicios fácilmente permiten identificar la necesidad de reforzar el entrenamiento, no solo a nivel técnico, sino a nivel de la cultura organizacional, que en muchos casos puede ser mucho más importante y es lo menos que se gestiona.

2.2.4 En el área de mantenimiento

- La estrategia de mantenimiento y de gestión de activos, debe ser integral y corresponder a las necesidades y expectativas reales y concertadas a nivel funcional, operativo y productivo de los equipos y los procesos que requiere la producción. Se debe reconocer y entender cuales son las características y condiciones que el área operativa necesita de los equipos (Que y como los necesita), proyectar cambios en la infraestructura y fortalecer las alternativas operacionales que aumenten la prevención, resistencia y recuperación frente a factores desestabilizadores; cambios que comienzan con garantizar lo sencillo, simple, obvio y evidente, lo cual muchas veces es lo más difícil de ver.
- Se debe reforzar y socializar la importancia y trascendencia de que los trabajos de la gestión de mantenimiento y de activos se realicen de forma oportuna, con calidad y continuidad, “vendiendo” la idea que las necesidades de mantenimiento son inversiones y no gastos.
- Los instructivos de trabajo no deben ser solo documentos para cumplir requisitos, sino deben convertirse realmente en ayudas efectivas, enfocándolos a ser el compendio de experiencias positivas y negativas que han sucedido durante los trabajos de la gestión de mantenimiento y de activos.

2.3. Proceso para lograr una Gestión de Mantenimiento y de Activos resiliente.

2.3.1 Modelo de gestión de los componentes del riesgo (herramienta para consolidar una cultura organizacional resiliente)

Una cultura organizacional resiliente se logra con una adecuada gestión de los componentes del riesgo y puede, o mejor, debería ser una herramienta estratégica productiva de todas las organizaciones. Los enfoques y percepciones de manejo y control muchas veces varían, metodológica y conceptualmente, ya que generalmente son realizadas por varias áreas y/o asesores externos de las empresas, lo cual no permite aprovechar las ventajas de visualizar su gestión de forma holística y esto repercute negativamente en la capacidad de resiliencia

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008**

Montevideo – Uruguay

real y potencial de la organización frente a la ocurrencia de eventos no deseados, problema que puede ser resuelto con un modelo unificado, integral, sistemático y técnicamente basado, que además puede coadyuvar de forma real y práctica la mejora continua en la organización.

2.3.2 Objetivos del modelo

El modelo diseñado para la gestión de los componentes del riesgo procura:

- Coadyuvar al logro de la misión, visión y objetivos de la organización.
- Utilizar el riesgo y sus componentes, como herramientas para mejorar la productividad de la organización.
- Unificar los conceptos, criterios y lineamientos de identificación, caracterización, valoración, manejo y control de los componentes del riesgo realizados por las diferentes áreas de la organización.
- Estar en capacidad de prevenir la ocurrencia, mitigar y saber atender el efecto de los eventos no deseados.

Para el logro de los objetivos el modelo requiere que todos los componentes del riesgo, en todas sus etapas e independientemente del enfoque de análisis, debe ser identificado, caracterizado, valorado, manejado y controlado por lo siguientes criterios esenciales:

- **Modelo unificado:** Aplicar siempre los mismos conceptos, criterios y lineamientos generales. Cuando no se aplica este criterio dentro de la organización, se corre el riesgo de sobre valorar o subvalorar los componentes y generar diferentes resultados, con lo cual no es posible identificar y priorizar de forma adecuada las acciones que se deben realizar. Se parte de la base de que el riesgo en esencia, es un solo concepto y lo que cambian son sus componentes.
- **Modelo integral:** Analizar el componente desde las diferentes perspectivas de interacción dentro de la organización. Cuando no se aplica este criterio dentro de la organización, se corre el riesgo de no tener en cuenta características y condiciones de los procesos que son o pueden ser esenciales para asegurar los objetivos. Se parte de la base de que el riesgo es una interacción de componentes.
- **Modelo sistemático:** Analizar el componente y sus interacciones como una cadena de valor. Cuando no se aplica este criterio dentro de la organización se corre el riesgo de no tener en cuenta el desencadenamiento de situaciones no deseadas que pueden aumentar el efecto, las consecuencias o el impacto de los eventos. Se parte de la base de que el riesgo se materializa cuando sucede una cadena de eventos.
- **Modelo técnicamente basado:** Determinar las características y condiciones de acuerdo con información apropiada, acorde con las necesidades reales de los elementos. Cuando el análisis de un elemento no se fundamenta en características y condiciones técnicamente basadas se corre el riesgo de ser subjetivos en la valoración de su estado real y potencial, lo cual puede llevar a errores en la identificación, definición, concertación y priorización de las acciones. Se parte de la base de que el riesgo puede ser analizado y gestionado con elementos técnicamente basados.

2.3.3. Concepción básica del modelo de gestión de los componentes del riesgo

Al tener definidos los objetivos y los criterios que se consideran apropiados para la gestión de los componentes del riesgo, se deben definir lineamientos de manejo específicos que sustentan la conceptualización, por lo cual se plantean una serie de análisis básicos, que permiten fundamentar la importancia de cada uno de los componentes y estructurar así la forma de manejo y control. Los principios de gestión que fundamentan el modelo son:

- **Componentes de la organización:** Se parte del principio que cualquier componente que interactúa o pueden interactuar dentro de la organización es un factor de riesgo, ya

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008**

Montevideo – Uruguay

que “*per se*”, todo componente es vulnerable a amenazas o bien, es un componente que puede ser amenaza de componentes vulnerables o por último, es un componente que condiciona la ocurrencia o magnitud de la vulnerabilidad y/o de la amenaza o la probabilidad de generación de un evento no deseado. Por tanto, todo componente actuando dentro de la organización es vulnerable y/o es una amenaza y/o es condicionador de que un riesgo se materialice y la gestión adecuada de los componentes se logra cuando se conocen y aseguran las características del elemento y se cuenta con unos medios apropiados para lograrlo.

- **Características y condiciones:** Todo componente posee características internas que definen su magnitud, capacidad o desempeño, siendo los valores o valoraciones de estas, las condiciones que se producen o que deben ser cumplidas o se esperan que sean cumplidas por el elemento; así mismo, interactúa con características externas que afectan su capacidad o desempeño, siendo los valores de estas, las condiciones que se producen o deben ser cumplidas por los componentes que interactúan con este. Cuando un componente está expuesto a condiciones externas anormales, se espera que estas alteren en algún momento o bajo cierta condición, una característica interna del componente. De la misma forma, una condición interna inadecuada del componente puede alterar en algún momento o bajo cierta condición, una característica de un componente que interactúa con este, por lo cual es necesario realizar una evaluación unificada, integral, sistemática y técnicamente basada de los componentes, lo que se logra con criterios y lineamientos específicos en la identificación, caracterización, valoración, manejo y control.
- **Lo controlable y lo no controlable:** La organización tiene la responsabilidad de asegurar o garantizar el cumplimiento de las características que pueden ser controladas y para ello debe establecer el tipo de manejo y control que se debe realizar para el cumplir o exceder los requisitos. Así mismo, debe ser consciente que algunas características no pueden ser controladas, ya que dependen de agentes externos o son propios del elemento que no se pueden modificar, sin embargo, si bien no se puede intervenir en su ocurrencia, magnitud o modificar su condición, es necesario que se identifiquen sus características y condiciones y se establezca su impacto cuando interactúa dentro del proceso. La esencia de la gestión en las características o condiciones no controlables se basa en el conocimiento y reconocimiento del estado y en el grado de afectación dentro de la cadena de valor.
- **No cumplimiento de condiciones:** Cuando dos elementos interactúan se genera un peligro, ya que se origina una probabilidad de ocurrencia de un daño, sin embargo, la materialización de este riesgo no se produce mientras no se adicione una condición específica, que puede ser una adicional de los dos elementos o un tercer elemento que entra en la interacción. Si alguno de los elementos no cumple (por exceso o por defecto) una determinada condición de alguna de sus características, se aumenta la probabilidad y potencialidad de que se genere un evento no deseado, es decir, el elemento que incurre en la anomalía se convierte en un factor de riesgo amenazante del otro elemento, el cual pasa a ser un factor de riesgo vulnerable. Si adicionalmente se produce o se genera una condición adicional propia o ajena a estos dos elementos (factor de riesgo condicionante) se puede desencadenar una cadena de eventos no deseados, es decir se puede producir la materialización del riesgo.
- **Establecer y asegurar características y condiciones:** De acuerdo con los análisis anteriores, es necesario inicialmente identificar cuáles son los reales factores de riesgo y definir si son lo vulnerable, lo amenazante o lo condicionante. Luego se deben establecer las características y condiciones que determinan su grado o magnitud de vulnerabilidad o amenaza y determinar las condiciones específicas que se pueden producir y que desencadenan una cadena de eventos no deseados. Al tener definidas las características y las condiciones se deben identificar y definir las

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

acciones que se deben tomar para mejorar, mantener o corregir estas cualidades del elemento, con el fin de asegurar por lo menos, los requisitos mínimos que son necesarios, pero procurando con el tiempo sobre pasar estos límites.

Basado en los principios de gestión de los elementos, el modelo de gestión de los componentes del riesgo se estructura basado en tres componentes principales, cada uno de los cuales identifica lo siguiente:

- **Factores de riesgo:** Son las causas de que el riesgo se materialice. Debe existir la interacción de tres tipos de factores de riesgo para que se genere un evento no deseado. Se deben identificar y valorar las características y condiciones de cada uno de los factores de riesgo para determinar el grado o magnitud de la vulnerabilidad o de la amenaza y el impacto de condiciones especiales que aumentan la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados.
- **Materialización del riesgo:** Son la consecuencia de la interacción de los factores de riesgo. La materialización de un riesgo inicial, si no es adecuadamente gestionado, puede desencadenar una secuencia de eventos no deseados que aumentan la magnitud del daño. Se deben identificar y valorar las características y condiciones de la cadena de eventos que se pueden generar a partir de la materialización de un riesgo, para determinar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y desastres y la capacidad de respuesta de la organización frente a estos hechos.
- **Gestionadores del riesgo:** Son las herramientas que permiten mantener el control integral y sistemático de los factores de riesgo y la materialización del riesgo. Para determinar la capacidad de gestión de la organización frente a la interacción de los factores de riesgo y de materialización del riesgo, se deben tener en cuenta los componentes aplicables de la cultura organizacional, los elementos físicos y las medidas de manejo y control que son necesarias y que permiten medir la capacidad de la organización para “enfrentar” el riesgo en todas sus etapas.

2.3.4. Componentes del modelo de gestión de los componentes del riesgo

2.3.4.1 Gestionadores del riesgo

Estos elementos son fundamentales para la gestión de lo vulnerable, lo amenazante y lo condicionante, así como de su interacción que provoca la materialización del riesgo, o dicho de otra forma, son la esencia de manejo y control de los factores de riesgo y la materialización del riesgo, ya que permiten el manejo y el control de las causas, los síntomas y los efectos, con lo cual se puede evitar la ocurrencia o disminuir el impacto del evento que causa daño.

Para poder lograr una adecuada gestión de los componentes del riesgo es esencial que la organización cuente con:

- Una cultura organizacional adecuada. Contar con una adecuada capacidad en términos de actitud, aptitud y habilidad, de índole técnica, operativa y administrativa de sus funcionarios y áreas para la gestión de la vulnerabilidad, las amenazas, los condicionadores y la materialización del riesgo.
- Una infraestructura de respuesta completa. Contar con los elementos físicos necesarios para la gestión de la vulnerabilidad, las amenazas, los condicionadores y la materialización del riesgo.
- Una medidas apropiadas de respuesta. Contar con medidas de manejo y control apropiadas para la gestión de la vulnerabilidad, las amenazas, los condicionadores y la materialización del riesgo.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

El conocimiento y reconocimiento del estado real y necesario de cada uno de estos componentes, es esencial para determinar objetivamente la capacidad de la organización para el manejo y control de los componentes del riesgo, es decir de sus factores y su materialización, en todas sus etapas.

2.3.4.1.1 Cultura organizacional

La cultura organizacional es una medida de los valores y capacidades mínimas que deben tener los funcionarios de la organización. Sus elementos se identifican con un análisis de la competencia laboral integral necesaria.

Los aspectos esenciales, que se desarrollan con 51 aspectos específicos, se identifican con encuestas integrales al personal y tienen relación con el trabajo en equipo, relaciones interpersonales, comunicación, aplicación de aptitudes, responsabilidad, manejo de recursos, compromiso institucional y motivación al trabajo. La valoración identifica si la organización posee una cultura apropiada, parcialmente apropiada, no apropiada o inapropiada. Para su gestión se deben presentar los resultados y plantear compromisos a nivel individual y como equipo.

2.3.4.1.2 Elementos físicos de gestión

Son los elementos físicos que permiten prevenir, detectar, controlar y atender eventos no deseados. Se identifican de acuerdo a las diversas etapas en las cuales interactúa el componente del riesgo analizado y se valoran de acuerdo a condiciones técnicamente basadas, en cuanto a que sean apropiados, suficientes, utilizables y estén adecuadamente ubicados.

Se dividen en elementos de señalización, comunicación, prevención, detección, mitigación, contención, protección y control local y la valoración identifica si se cuenta con una infraestructura de respuesta completa, no completa, inadecuada o no existe. Para la gestión se identifican las medidas para mantener, completar, cambiar, reparar o ubicar de mejor forma los elementos.

2.3.4.1.3 Medidas de gestión

Son las actividades para prevenir, controlar, detectar y atender eventos no deseados. Se identifican de acuerdo a la cadena de eventos que puede generar el componente de riesgo analizado y se valoran de acuerdo a características técnicamente basadas, en cuanto a que existan, sean adecuadas, estén implementadas y sean practicadas.

Se dividen en medidas de coordinación, comunicación, detección, prevención, protección, mitigación, contención y control local y la valoración identifica si existe alta, media, baja o no existe una capacidad de respuesta. Para la gestión se identifican las buenas prácticas que es necesario mantener, realizar, documentar, implementar o practicar por la organización.

2.3.4.2 Factores de riesgo

2.3.4.2.1 Factores de riesgo vulnerables

Son los elementos que por su naturaleza son susceptibles de sufrir daños por la ocurrencia de eventos no deseados.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

Son los cinco elementos básicos de la organización (Mano de obra, medio ambiente, maquinaria, material y métodos), los cuales poseen características que lo hacen vulnerable y que valorados determinan si están controlados, no controlados totalmente, controlados parcialmente o no controlados. La gestión de estos componentes genera medidas correctivas, de mantenimiento, preventivas o de mejora.

2.3.4.2.2 Factores de riesgo amenazantes

Son los elementos que por su ocurrencia o existencia pueden desencadenar una cadena de eventos no deseados.

Se parte de que son los cinco elementos básicos de la organización (5M), los cuales poseen características que lo hacen una amenaza y que valorados determinan si existe una baja, media, alta o muy alta amenaza de que se genere una cadena de eventos no deseados. La gestión de este componente se realiza verificando de forma permanente los estados reales de las condiciones que los pueden generar (si son controlables) o verificando el cumplimiento de las medidas que se deben asegurar o conocer (si no son controlables).

2.3.4.2.3 Factores de riesgo condicionantes

Son los elementos que hacen interactuar o modifican la magnitud o intensidad de la amenaza y/o vulnerabilidad, es decir, potencializan la generación de eventos no deseados por su aparición, existencia u ocurrencia.

La identificación de los factores de riesgo condicionantes depende de los factores de riesgo vulnerables y amenazantes que se están conjugando. La valoración determina si la condición analizada es remota, potencial, probable o real que se produzca. La gestión de este componente evita que se conjuguen las condiciones que generan rápidamente un evento no deseado.

2.3.4.3 Materialización del riesgo

El prevenir la materialización de los riesgos debería ser parte de la cultura de la organización y es lo que fundamenta la resiliencia, es decir, ir mucho más allá de disminuir el porcentaje de productos no conformes o de accidentes. Si se logra esto, se puede convertir en una herramienta estratégica productiva que puede ser utilizada para la materialización de la mejora continua, que si debería ser parte del lenguaje utilizado por las organizaciones.

La valoración determina si la materialización del riesgo por parte de la organización es controlable, no controlable totalmente, parcialmente controlable o no controlable. Las materializaciones del riesgo se clasifican en incidentes, accidentes y desastres. La materialización del riesgo se gestiona evitando la interacción de los tres factores de riesgo o mejorando la capacidad de respuesta integral.

2.3.5 Metodología de aplicación del modelo de gestión de los componentes del riesgo

Teniendo en cuenta los conceptos, criterios y lineamientos expresados anteriormente, se debe realizar un listado completo de los componentes que existen, las actividades que se realizan y los eventos que se pueden generar dentro de la organización.

Del listado se identifican cuales componentes del riesgo deben ser analizados, ya que su existencia u ocurrencia es un peligro real y puede desencadenar una cadena de eventos no

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

deseados, teniendo en cuenta que no es necesario analizar todos los componentes del riesgo, ya que además de ser poco práctico, serían análisis repetitivos e iguales en muchos casos, por lo cual se deben identificar las causas raíces que efectivamente aumentan la probabilidad o potencialidad de que se genere un evento no deseado.

Para cada uno de los componentes del riesgo se identifican las características y condiciones y la cadena de causas, síntomas y efectos que se pueden generar, esto, en todas las etapas (antes, durante y después de la materialización de un posible evento no deseado).

En la medida que se avanza en el análisis se identifican los componentes del riesgo críticos, las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la organización, las medidas que son necesarias para mejorar las condiciones de las características y en fin, la forma en que la organización debe gestionar los componentes del riesgo.

2.3.6 Conclusiones

Por último, el modelo de gestión de los componentes del riesgo permitirá poder demostrar que se cuenta con una cultura organizacional resiliente, al sustentar objetivamente y documentalmente las siguientes afirmaciones:

- Aprovechamos nuestras debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas para mantener y mejorar la Gestión.
- Conocemos de forma unificada, integral, sistemática y técnicamente basada todos los componentes que interactúan o pueden interactuar dentro de nuestra organización.
- Somos una organización segura ya que reconocemos, entendemos y gestionamos lo que nos hace vulnerables, reconocemos, entendemos y controlamos nuestras amenazas los condicionadores que pueden generar eventos no deseados.
- Estamos preparados para identificar, prevenir, resistir, atender y/o superar la ocurrencia de eventos no deseados, dentro o fuera de nuestra organización.

Cuando una organización tiene una adecuada resiliencia, es una organización de clase mundial, por lo cual, debería ser un deber compartir este conocimiento con las organizaciones que no cuentan con la capacidad o los recursos para mejorar o han sido afectadas por la ocurrencia de desastres, es decir, las naciones, los gremios y las organizaciones deberían fundamentar y consolidar grupos de resiliencia.

3. Importancia de fundamentar Grupos de Resiliencia:

3.1. Dentro del área de Gestión de Mantenimiento y de Activos.

Es importante internamente a nivel del área de mantenimiento por las siguientes razones:

- Interiorizando los requisitos de la resiliencia, se logra empoderar al personal en los procesos y materializar un enfoque hacia la mejora continua real, que además ayuda a mejorar la percepción del área productiva, frente al área de mantenimiento.
- Se aumenta el compromiso del personal hacia la búsqueda de soluciones inteligentes e innovadoras, lo que lleva a un mejor uso de los recursos.
- Al ir a otras organizaciones se vivencia que así existan debilidades y deficiencias, también existen organizaciones con menos recursos y capacidades, lo cual aumenta el sentido de pertenencia de los funcionarios.
- Los participantes de las experiencias reales, sienten orgullo al poder aplicar su competencia ayudando a los que lo necesitan.
- Se genera una competencia sana dentro del personal para ser invitado a una futura intervención de los grupos de resiliencia.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

3.2. Dentro de la organización (interna y externamente).

Es importante internamente y externamente a nivel organizacional por que seria la demostración práctica y real de que la organización:

- Cuenta con un talento humano con una capacidad y competencia laboral integral.
- Se aplican las mejores prácticas de Gestión de Mantenimiento y de Activos, que puede ser una forma de demostrar que lo que necesita el área es una inversión y no un gasto.
- Se esta preparando realmente para la ocurrencia de desastres o eventos no deseados de gran magnitud, con el entrenamiento practico en situaciones similares que se pueden presentar.
- Es una forma de materializar las relaciones de mutuo beneficio con los proveedores, ya que muchas veces, solo se enfoca a los procesos productivos y a los productos, y no se involucra al área de gestión de mantenimiento y de activos.
- Se pueden conocer alternativas técnicas desconocidas, que pueden ser aplicables en la organización.
- Se puede establecer la capacidad real y practica de la organización frente a la ocurrencia de desastres o eventos no deseados de gran magnitud, con lo cual seguramente mejorara la respuesta en caso de la ocurrencia de eventos no deseados.
- Demuestra y practica una adecuada responsabilidad social y esto mejora la imagen corporativa frente a los clientes y proveedores.

3.3. A nivel Gremial.

Es importante a nivel gremial por las siguientes razones:

- Se pueden unificar conocimientos y lineamientos técnicos y eventualmente estandarizar las mejores soluciones a problemas comunes o la determinación técnicamente basada de normas técnicas.
- Es una forma de ayudar a mejorar la sostenibilidad y productividad de los asociados con menos recursos y capacidades, fundamento de una competencia ética y leal y una responsabilidad social con el entorno.
- Disminuye la vulnerabilidad del gremio frente a la ocurrencia de desastres o eventos no deseados de gran magnitud, siendo una forma de unir a los agremiados en búsqueda de un objetivo común.
- Disminuiría el tiempo de recuperación de la capacidad de producción en caso de un desastre o eventos no deseados de gran magnitud, lo cual muchas veces es lo mas difícil de lograr, lo que mayor tiempo se demora y lo que mas genera perdidas irreuperables.

3.4. A nivel Nacional.

Es importante a nivel nacional por las siguientes razones:

- Se contaría con un equipo de respuesta organizado y especializado para la atención de desastres, lo que disminuiría mucho el tiempo de respuesta.
- Es una alternativa para preparar elementos de respuesta, diferentes al manejo inicial del desastre, lo cual podría canalizar recursos específicos para las tareas de rehabilitación y recuperación.
- Es una forma en que se demostraría que el país, esta aportando y cumpliendo con el Marco de Acción de Hyogo.

3.5. A nivel Internacional.

Es importante a nivel internacional ya que se contaría con una respuesta organizada que puede marcar una gran diferencia para la atención y recuperación frente a un desastre.

4. Presentación de caso practico sobre el Grupo de Respuesta Inmediata para Eventos en Plantas de Tratamiento de Agua Potable (GRIE-PTAP-DASS)

4.1. Fundamentación.

Desde hace varios años en la planta El Dorado de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota ESP, se ha venido trabajando con el tema de la gestión de los componentes del riesgo en los procesos de captación, almacenamiento, aducción y tratamiento, que en la teoría y en la practica ha servido mucho para fortalecer la gestión y en donde el Área de Mantenimiento ha sido vital para lograr los resultados.

El Grupo de Respuesta Inmediata para Eventos en Planta de Tratamiento de Agua Potable de la División Abastecimiento Sistema Sur (GRIE-PTAP-DASS), esta fundamentado en lo siguiente:

- La capacidad técnica, la proactividad, compromiso y recursividad de los técnicos y profesionales.
- El trabajo que se ha realizado durante varios años para entender y disminuir la vulnerabilidad, para reconocer y prepararse contra las amenazas y para mitigar o eliminar los condicionadores que pueden afectar la calidad, cantidad, continuidad, oportunidad y costo de los procesos y del producto mas importante cuando ocurren desastres, el agua potable.
- El recibo, puesta en marcha y optimización que se ha realizado en las plantas Dorado (De 1.6 m³/s y recibida en el 2.001) y Yomasa (De 25 lps y recibida en el 2.003), ha permitido estructurar una metodología de análisis y de acción para la optimización de los procesos de tratamiento de agua potable, en la teoría y en la práctica, que puede ser aportado a las empresas del sector.
- Al salir de operación continua las plantas Vitelma (De 1.4 m³/s), Laguna (De 0.45 m³/s) y San Diego (De 0.12 m³/s) en el año 2.003, ha permitido consolidar la metodología para asegurar la capacidad funcional, operativa y productiva de los procesos, los grupos funcionales y los equipos asociados a los procesos, y con esto, lograr puestas a punto y rehabilitaciones rápidas de lo que esta fallando o no cumple los requisitos mínimos para el arranque y operación de las plantas cuando es requerido.
- Los técnicos de mantenimiento, al conocer en detalle y mantener las cinco plantas de tratamiento de la División, que conjugan prácticamente todos los procesos y tecnologías para el tratamiento de agua potable (Vitelma del año 1.938, San Diego (1.943), Laguna (1.985), Dorado (2.001) y Yomasa (2.003)), pueden aportar sus conocimientos y habilidades en cualquier tipo de planta.
- Dentro del modelo de gestión de los componentes del riesgo diseñado, se ha establecido la metodología para actuar en casos extremos (como el caso de poder operar sin energía, asegurando la cantidad, calidad y continuidad de los procesos de agua potable, realizando modificaciones internas y cambios en los procesos operativos), que definitivamente puede ser aplicados a casos específicos diferentes a la planta El Dorado.

4.2. Que tiene.

Aparte del talento humano, que es lo más importante sin lugar a dudas, el GRIE-PTAP-DASS cuenta con:

- Kit de herramientas eléctricas y mecánicas básicas (taladro, motortool, pulidora, etc.).
- Kit de accesorios (PVC y galvanizado, válvulas, tornillería, etc.).
- Kit de equipos básicos (motobombas de achique, agitador, motores básicos, etc.).
- Kit de repuestos (anillos, empaques, bombillos, etc.).
- Kit de control local de eventos (extintores, kit de manejo de emergencias de cloro, etc.).
- Kit de apoyo (radios de comunicación, linternas, carpas, etc.).

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008
Montevideo – Uruguay**

- Kit de elementos de protección personal (cascos, overoles, equipos de aire auto contenido, etc.).

Estos kit están organizados para ser preparados en muy corto tiempo y se cuenta con un contenedor para su organización, protección y fácil transporte.

4.3. Como actúa.

La actuación del GRIE-PTAP-DASS, ha sido de la siguiente forma:

- Solicitud formal de actuación por parte de la empresa que necesita el apoyo o proponer el apoyo cuando ocurre un desastre natural.
- Se realiza la preparación de personal y de los elementos de acuerdo con cada caso.
- Internamente se gestiona el convenio y la formalización de los gastos.
- Se procede a la actuación.
- Se realiza la presentación del informe de los resultados obtenidos.

4.4. Que puede hacer.

El GRIE-PTAP-DASS esta preparado para:

- Llevar al lugar requerido herramientas, equipos, materiales y talento humano.
- Realizar un diagnostico del estado de los equipos y los procesos de tratamiento, planeando, priorizando la realización y ejecutando trabajos temporales o fijos rápidos que aseguren unas condiciones mínimas para el tratamiento.
- Realizar un análisis para mejoras integrales en las plantas de tratamiento, identificando detalladamente los trabajos e inversiones que son necesarias para mejorar la productividad.

4.5. Que ha hecho.

Con la metodología aplicada y la búsqueda a un apropiado nivel de resiliencia, se ha aportado ostensiblemente en la mejora de la productividad de la División (Identificando e instalando diversas alternativas operacionales y funcionales, disminuyendo el consumo y costo de energía y de productos químicos, optimizando el funcionamiento y disponibilidad de los equipos y los procesos).

En el mes de julio del 2.007, cuando ocurrió el terremoto de Perú, se contactaron a los amigos Peruanos de Ipeman (Asociación de Mantenimiento), que a su vez nos contactaron con Sedapal para apoyar en la recuperación, así mismo, se gestionaron internamente los recursos para el viaje del Jefe y de dos técnicos de Mantenimiento, sin embargo, no funciono la coordinación con la Dirección Nacional de Prevención y Atención de Desastres, por lo cual no se pudo viajar. Esta experiencia demostró que no estamos organizados para prestar este tipo de apoyo a nivel nacional, perdiendo un tiempo valioso en caso de que sucede un evento como el ocurrido en Perú, pero a su vez confirmo que con una adecuada organización y un trabajo entre entidades, es posible materializar este proyecto.

En la práctica y como primera experiencia externa, logro en tres días con dos técnicos de mantenimiento en la planta la Loma del Acueducto de Quibdo lo siguiente:

- Se realizó un diagnostico integral de los componentes y del sistema productivo, formulando un plan de acción de trabajos y de inversiones prioritarias para mejorar la operación y la capacidad de tratamiento, que en este momento esta en proceso de aplicación por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial.

**La Resiliencia aplicada como una estrategia para demostrar y proyectar la calidad,
productividad y competitividad en la Gestión de Mantenimiento y de Activos
4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad
URUMAN 2008**

Montevideo – Uruguay

- El cambio de las tuberías, los puntos de aplicación y la forma de entrada del cloro y de post-cal al proceso, ya que no estaban montadas de forma apropiada, con lo cual se ha podido disminuir el consumo de estos productos al hacer mejor el ingreso al proceso.
- Se cambiaron las tuberías y los sistemas de agitación de la mezcla inicial del sulfato de aluminio y de la cal, ya que no eran adecuados, lo que coadyuvo a la disminución del consumo de estos productos químicos.
- Se aumento la cabeza de lavado de los filtros, con lo cual fue posible mejorar la expansión del medio filtrante y por ende, aumento la carrera de los filtros, mejoro el proceso de lavado y la calidad del agua tratada.

Esta percepción ha tomado fuerza al interior de la Empresa, tanto así que en el sismo ocurrido el 24 de mayo del 2.008 en Quetame (población localizada a 70 kilómetros de Bogotá), se logró llegar en muy pocas horas luego de ocurrido el evento, pese a los daños en las vías, con cuatro carrotaques para abastecer de agua potable a más de tres mil personas que se quedaron sin suministro debido a este evento. Así mismo, se enviaron un grupo de profesionales y técnicos (dos cuadrillas de cinco personas cada una) y con equipos y materiales (dos camiones de mantenimiento) para diagnosticar el sistema y comenzar a ejecutar las labores de rehabilitación, reconstrucción y normalización del servicio de acueducto y alcantarillado.

4.6. Perspectivas de consolidación y proyección.

De las experiencias y el proceso seguido, tal vez lo mas importante ha sido reconocer que no se necesita, muchas veces, una inversión grande para mejorar los procesos, sino solamente la aplicación de buenas practicas y el compromiso del personal.

El modelo de gestión de los componentes del riesgo y el GRIE-PTAP-DASS se ha propuesto formalmente como ayuda para los acueductos de municipios colombianos, a través de Andesco (Asociación de las Grandes Empresas de Acueducto) y del Viceministerio de Agua y Saneamiento y como soporte en caso de ocurrencia de desastres por intermedio de la Dirección Nacional de Prevención y Atención de Desastres, con muy buena acogida, ya que se plantea como una oportunidad para mejorar la operación de este importante servicio publico, con tantas deficiencias en nuestro país, y como una alternativa para la atención y manejo de emergencias y desastres.

Bibliografía

[1] “Marco de acción de Hyogo para 2.005-2.015. Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades frente a los desastres”. Naciones Unidas. Conferencia Mundial sobre la reducción de desastres 2.005

[2] Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). Tomado de <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>, 22 de febrero de 2.008.

[3] Modelo de Gestión Integral de los componentes del Riesgo. EAAB ESP. Marco A. Millán H. 2.007.

Curriculum del autor Marco Arturo Millán Hernández

Ingeniero Mecánico (Universidad Nacional). Especialista en Gerencia de Proyectos (Universidad Piloto) y en Ingeniería de Recursos Hídricos (Universidad de los Andes). Con más de catorce años de experiencia en empresas del sector de agua potable, siendo actualmente Jefe de Abastecimiento Sur de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP, Auditor Principal del Sistema de Gestión de la Calidad y líder de la Certificación de Competencias Laborales de la Dirección de Abastecimiento. Representante de la EAAB ESP en comisiones de competencia laboral y gestión del riesgo por inundaciones y terremotos. Segundo Puesto al premio ACIEM a la Ingeniería del Mantenimiento 2.007.

Dirección: Calle 22C 40-99, Bogota D.C. (Colombia). Teléfono: (571) 3447536 al 40 Ext. 116.

E-mail: mamillan@acueducto.com.co o ma.millan431@uniandes.edu.co