

**MODELO DE APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD
INDUSTRIAL EN EDIFICACIONES NO INDUSTRIALES EN EL
MARCO DE IMPLEMENTACIÓN DE ISO 55000-GESTIÓN DE
ACTIVOS**

Diana María Ardila Ardila.

Asesor:

Luisa Fernanda Gaitan Avila

Especialización en Gerencia en Seguridad y Salud en el Trabajo.
Dirección de Posgrados
Universidad ECCI.
Bogotá, Abril de 2021.

MODELO DE APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EDIFICACIONES NO INDUSTRIALES EN EL MARCO DE IMPLEMENTACIÓN DE ISO 55000-GESTIÓN DE ACTIVOS

Diana María Ardila Ardila.

Trabajo de Investigación para optar el Título de Especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Especialización en Gerencia en Seguridad y Salud en el Trabajo.
Dirección de Posgrados
Universidad ECCI.
Bogotá, Abril de 2021.

Tabla de Contenido

Introducción	6
Planteamiento del Problema.....	7
Pregunta de Investigación	10
Objetivos	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos.....	11
Justificación	13
Marcos Referenciales.....	15
Estado del arte.....	15
Marco teórico.....	23
Riesgos de Seguridad Industrial.....	23
Gestión de Activos.....	26
Componentes y Sistemas en una Edificación	29
Marco legal	32
Normatividad de Referencia Internacional	32
Marco legal colombiano.....	32
Marco Metodológico.....	35
Paradigma	35
Tipo de investigación.....	35
Diseño de investigación	35
Población.....	36
Muestra	36
Instrumentos.....	37
Técnica de análisis de instrumentos.....	37
Fases de la Investigación.....	38
Cronograma.....	39
Presupuesto	40
Resultados.....	41
Fase 1- Observación.....	41
Fase 2. Análisis e Interpretación de Datos.....	44
Fase 3. Compilación de Herramienta.....	45
Análisis de Resultados	49
Conclusiones.....	52
Recomendaciones.....	54
Referencias.....	55

Lista de Figuras

Figura 1. Ley de Sitter (Do. Lago, 1997).....	8
Figura 2. Representación de las Etapas del Ciclo de Vida del Activo- ISO 55000	27
Figura 3. Representación de las Etapas del Ciclo de Vida del Activo- ISO 55000	
Figura 4. Cantidad de Componentes involucrados por cada Riesgo evaluado	
Figura No. 5 Interfaz de consulta de Criteios de Control de Riesgos- Por Componente	
Figura No. 6 Interfaz de consulta de Criteios de Control de Riesgos- Por Etapa del Ciclo de Vida	
Figura No. 6- Ejemplo de check list por Componente	
Figura No. 7- Ejemplo de check list por Etapa	
Figura 8. Controles Identificados por Ciclo de Vida de la Edificación	

Lista de Tablas

Tabla 1. Tabla de peligros según GTC 45- Anexo A.....	23
Tabla 2. Efectos de la Inseguridad	26
Tabla 3. Cronograma de ejecución	39
Tabla 4. Presupuesto de Investigación.....	40
Tabla 5. Listado de Componentes de Edificación No Industrial	
Tabla 6. Riesgos de Seguridad Industrial validados	

Lista de Anexos

Anexo A. Identificación de Riesgos- Componentes de Edificación

Anexo B. Criterios a aplicar en el Ciclo de vida

Anexo C. Fichas por componente de Edificación

Anexo D. Fichas por Etapa del Ciclo de Vida de la Edificación

Introducción

El presente trabajo de investigación busca abordar la temática de la gestión de riesgos de seguridad industrial en las edificaciones, a través de su ciclo de vida, teniendo en cuenta la tendencia marcada de la implementación de procesos de gestión de activos a través de modelos como ISO 55000, y la también necesidad de entender las edificaciones como activos que deben brindar seguridad a sus usuarios en cualquiera de sus etapas.

Para ello, se parte de una base de análisis de edificación tipo, de uso no industrial, que guarda las características comunes frente a sus componentes constructivos en diferentes edificaciones que dominan el mercado inmobiliario, y a partir de ella, y apoyados en los riesgos estandarizados a través de la guía GTC-45, se buscó identificar como se encuentran relacionados cada uno de estos componentes con los diferentes riesgos de seguridad industrial, desde diferentes momentos de la vida de la edificación.

Finalmente, se realizó una búsqueda de normatividad técnica aplicable a los aspectos identificados como determinantes en la gestión de los riesgos, y estableciendo controles aplicables en las diferentes etapas. Con ello, se construyeron listas de chequeo por componentes y por etapa, que buscan dar una guía para el seguimiento y control de los riesgos, útil tanto para ingenieros de las diferentes especialidades como para los gerentes de proyecto, integrándolos en el lenguaje de la gestión de riesgos y de la seguridad industrial.

Planteamiento del Problema

Las instalaciones locativas deben garantizar condiciones seguras para toda actividad que se vaya a desarrollar dentro de ellas. En el caso de edificaciones, muchos esfuerzos se han realizado para garantizar una adecuada gestión de riesgos propios de la etapa constructiva, no obstante, las edificaciones deben seguir garantizando condiciones apropiadas de seguridad industrial durante su uso y operación, por lo cual se deben asegurar en estas etapas las actividades de inspección y mantenimiento requeridas.

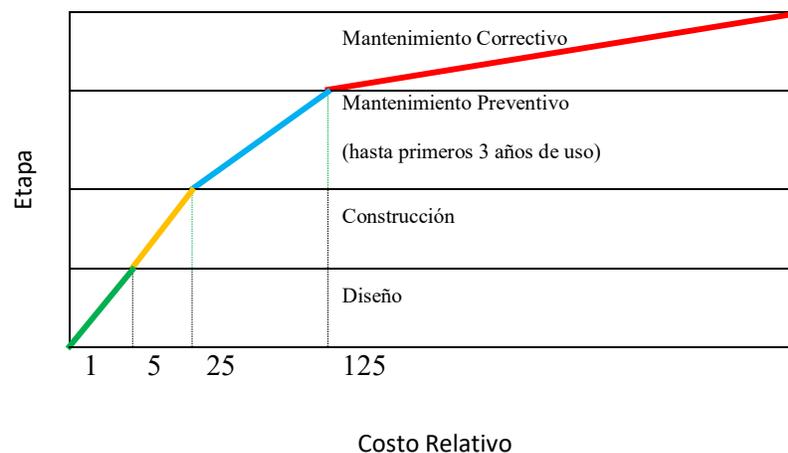
Es importante tener en cuenta que cuando se habla de mantenimiento e inspección, es apropiado que estas consideraciones sean tenidas en cuenta desde fases tempranas del proyecto (diseño y construcción). Según la Ley de Evolución de los costos de Sitter. (Do Lago, 1997), se tiene que si se dividen las etapas de construcción y de uso de un edificio en cuatro períodos, que corresponden a las de etapas de diseño, la ejecución, mantenimiento preventivo efectuado antes de los tres primeros años y al mantenimiento correctivo efectuado posteriormente al surgimiento de problemas, a cada uno le corresponderá un costo que sigue una progresión geométrica de razón cinco, como se muestra en la Figura 1.

Frente a este aspecto, son variadas las situaciones en las que las acciones de mantenimiento generan grandes costos, debido a no haberse tenido en cuenta las condiciones de seguridad requeridas desde las etapas de diseño. Para poner un ejemplo,

encontramos edificaciones donde realizar un mantenimiento preventivo/correctivo en las cubiertas resulta costoso desde el punto de vista de seguridad industrial, ya que estas no fueron provistas desde la etapa constructiva de los puntos de anclaje y plataformas de tránsito requeridas para que un operario pueda acceder a ellas y operar de forma segura.

Figura 1.

Ley de Sitter (Do. Lago, 1997)



La NSR-10- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, mediante el cual se rige el diseño y construcción de edificaciones en Colombia, presenta un enfoque hacia el aseguramiento del riesgo de daño y colapso de las estructuras frente a eventos sísmicos, garantizando estabilidad y calidad de las construcciones y salvaguardar la vida y propiedad de los ocupantes. Este reglamento incorporó en el año 2010 algunos aspectos de relevancia respecto a la obligatoriedad de inclusión de componentes como: Sistemas de detección y control de incendios, diseño de elementos no estructurales como

antepechos y barandas, y algunos requerimientos específicos respecto a zonas comunes, alturas, elementos de evacuación, entre otros.

Igualmente, en Colombia encontramos algunas normas como la NTC-4595- Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares, en la cual podemos encontrar un capítulo específico de requerimientos de seguridad, a partir del cual pueden validarse y asegurarse de forma temprana (diseño), algunos elementos que representan factores de riesgo en las etapas de uso y operación de la edificación.

No obstante la existencia de parámetros básicos de aseguramiento de riesgos de seguridad industrial inherentes a una edificación, la integración de estos aspectos en las etapas apropiadas dentro del ciclo de vida del activo no se ve claramente aplicada en la práctica, a excepción de algunos sectores industriales como el Oil&Gas, en el cual la Gestión de activos se integra con prácticas como Seguridad de Procesos basado en Riesgos.

Es esta la razón por la cual se encuentra que la Gestión de Activos, en este caso, edificaciones no industriales, cuyas etapas y ciclo de vida pueden validarse a través de las definidas mediante ISO55000- Gestión de Activos, presenta una necesidad de visualización de los riesgos de seguridad industrial, que permita la gestión y el aseguramiento de los mismos de forma apropiada, previsiva y óptima.

Pregunta de Investigación

De acuerdo a la problemática anteriormente planteada, la investigación propuesta busca responder a la siguiente pregunta:

“¿De qué forma se puede incorporar la validación de criterios para la Gestión de Riesgos de Seguridad Industrial de una edificación no industrial, a las diferentes etapas del ciclo de vida del activo según las definidas por ISO 55000- Gestión de Activos?”

Objetivos

Objetivo General

Realizar un modelo de validación de criterios para la gestión de seguridad industrial de una edificación no industrial, aplicables en las diferentes etapas de la Gestión de Activos definidas en ISO 55000, con el fin de aportar una guía simplificada que ayude a identificar los riesgos de seguridad industrial que se activan en etapas de construcción, operación y mantenimiento, y poderlos gestionar desde etapas tempranas de inicio y diseño.

Objetivos Específicos

- Identificar los aspectos de seguridad industrial a tener en cuenta en cada una de las etapas del ciclo de vida de una edificación de uso no industrial, analizando los riesgos de seguridad industrial inherentes al uso y funcionalidad de la misma.

- Recopilar los criterios técnicos contemplados en la normatividad colombiana a tener en cuenta frente a la gestión de seguridad industrial de edificaciones no industriales, para los riesgos y aspectos identificados.

- Identificar las acciones a tomar frente a las diferentes etapas del ciclo de vida de las edificaciones según las etapas definidas por la norma ISO55000 para la gestión de activos, para cada uno de los criterios técnicos reglamentados, incorporando buenas

prácticas aplicadas en sectores como Oil&Gas o en países líderes en gestión de activos y seguridad industrial.

-Compilar los diferentes criterios, etapas, riesgos y componentes de edificación en una herramienta de consulta práctica, que nos permita visualizar listas de chequeo aplicables a un proyecto de edificación.

Justificación

El presente trabajo de investigación se enfocará en la identificación de los riesgos de Seguridad Industrial propios de una edificación de uso no industrial, y los criterios y acciones de gestión aplicables, ubicando estas acciones en las diferentes etapas del ciclo de vida del activo según las definidas por ISO 55000, buscando con ello generar una guía de validación o chequeo cuya aplicación permita mayor eficiencia del activo desde el punto de vista funcional, operativo, confiabilidad, durabilidad y económico, asociado con la seguridad industrial que ofrece el activo.

La utilidad de lo anteriormente planteado se centra en que actualmente en Colombia la tendencia claramente justificada debido a los altos niveles de accidentalidad del sector construcción, se encuentra en concentrar esfuerzos en la gestión de riesgos de seguridad industrial de las edificaciones durante las etapas constructivas, lo cual ha dejado en segundo orden de prioridad la planeación de la gestión de los riesgos de seguridad industrial existentes en la edificación una vez entra en operación y mantenimiento, los cuales pueden ser intervenidos de formas más eficientes cuando estos son previstos desde las etapas de diseño de los mismos.

A partir de la presente investigación, se busca generar una guía metodológica que facilite la gestión temprana de los riesgos futuros de la edificación en materia de seguridad industrial, brindando utilidad frente a la integración de criterios que deben ser

de interés de todos los actores de un proyecto de edificación (diseñadores, gestores de riesgos de seguridad, ingenieros, inversionistas, constructores).

Marcos Referenciales

Estado del arte

La temática de investigación planteada en el presente trabajo, muestra una tendencia de mayor investigación en el campo internacional que al interior del país. A continuación se presentan las investigaciones más relevantes que se vinculan al objeto de investigación:

Reyes Pérez (2008), presenta desde la Universidad del País Vasco, su investigación de tesis doctoral titulada “Nueva metodología para la evaluación de la sostenibilidad respecto al requerimiento de seguridad y salud en proyectos de edificación”. El modelo desarrollado, contempla la identificación y análisis de medidas de diseño, gestión y ejecución de proyectos de edificación a lo largo de su ciclo de vida, incorporándole una herramienta matemática que permite calcular un índice global de sostenibilidad del proyecto de edificación en su ciclo de vida denominado “Índice S&SM”, el cual representa el menor o mayor grado de accidentalidad que puede presentar una edificación en el conjunto de diferentes etapas de su ciclo de vida, dentro de las cuales se contemplan: construcción, vida útil y reintegración o demolición. Si bien esta investigación es cuantitativa, presenta grandes similitudes frente al modelo cualitativo que se plantea en la presente investigación, ya que en general se valida la integración de los factores de seguridad industrial de forma transversal con las diferentes etapas del ciclo de vida de la edificación.

Balladares Oña & Feijóo Bermeo (2012), bajo la dirección de Alcivar Trajano Ramírez Hidalgo, presentan una tesis de grado titulada “Diseño de un sistema de seguridad industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional”, tesis elaborada desde la Escuela Politécnica Nacional de Quito. En este trabajo, podemos encontrar todo el proceso de identificación de riesgos de seguridad industrial bajo diferentes metodologías de cuantificación de los riesgos, y las acciones de control aplicables para la edificación ya en etapa de operación. Frente a este estudio podemos encontrar que los riesgos identificados, en este caso para una edificación de uso institucional- educativo, guardan la misma presencia cuando se trata de edificaciones de usos residenciales, comerciales, hoteleros, entre otros usos. Igualmente, podemos encontrar que en edificaciones no industriales es común encontrar elementos como: redes de gas, redes eléctricas, grupos electrógenos operados con combustibles, ascensores, entre otros, los cuales mantienen vigentes riesgos de orden tecnológico que deben ser especialmente atendidos.

Esteban et al. (2013) , de la Universidad Europea de Madrid junto a A. Ros y R. V. Lozano de la Universidad Politécnica de Madrid, presentaron en 2013 una publicación en la revista Informes de la Construcción, titulada “La integración de la prevención en la fase de diseño. El papel del Proyectista en España y en los países de la Europa de los 15.” El artículo presenta un análisis de la vinculación de la gestión preventiva en fase de diseño, validando el cumplimiento del marco normativo aplicable en EU-15, realizando un enfoque cualitativo y uno cuantitativo donde se analiza la metodología de los

proyectistas españoles. Dentro de las conclusiones de este estudio se encuentran las siguientes (Esteban et al., 2013), las cuales se perciben vigentes en Colombia:

- Prácticamente en la totalidad de los proyectos es necesaria la designación del Coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto.
- Estudio de Seguridad y Salud. Es la única herramienta preventiva considerada para la fase de proyecto. No existe contacto entre el autor del mismo y el proyectista.
- Falta de interacción en materia preventiva entre el Proyecto y la fase de ejecución de la obra.
- Falta de integración de los aspectos preventivos futuros a tener en cuenta en la vida útil del edificio que no estuvieran recogidos en el CTE-DB-SUA.
- Falta de formación en materia preventiva de los proyectistas. El porcentaje de proyectistas carentes de una formación reglada sería del 76,27%.
- Falta de requisitos adicionales en materia preventiva por parte del proyectista a sus colaboradores. En un 72,03% de los casos, el proyectista no exige a los colaboradores nada más que lo relativo a su propia actividad.

La revista chilena ElectroIndustria presentó en su edición de Julio de 2015, su artículo titulado “GESTIÓN DE ACTIVOS INDUSTRIALES: Optimizando el ciclo de vida del equipamiento productivo”, en el cual expone la importancia de la gestión de los activos industriales como estrategia para el aseguramiento de la confiabilidad y mejora de la productividad, con tendencias importantes en la incidencia de mantenimientos correctivos, resaltando la norma ISO 55000 como gran tendencia para la implementación

de la gestión de activos y resaltando la vinculación de otros sectores no industriales en estas prácticas. Frente a la presente investigación y basados en el artículo referenciado, podemos confirmar que la alineación de la seguridad industrial en las edificaciones debe apuntar a su transversalidad con la gestión de activos bajo la norma ISO 55000.

Cárcamo (2016). Realizó una investigación titulada Código técnico de la edificación como instrumento para la protección del medio ambiente: Una mirada al caso Colombiano, la cual se publicó a través del Instituto Universitario de Ciencias Ambientales- España. A través de este estudio, se buscó analizar la Resolución 0549 de 2015, y su grado de adecuación frente al objetivo de lograr en Colombia la reducción de impactos negativos de la industria de las edificaciones en el medio ambiente, y formula las falencias identificadas frente a este objetivo. Mediante este estudio, podemos evidenciar que en Colombia se adelantan procesos de normalización de la gestión de las edificaciones, en donde se vinculan aspectos de sostenibilidad, seguridad, y disminución de impactos al ambiente. Sin embargo, en este análisis podemos ver que aún la vinculación de gestión de seguridad industrial no es un parámetro claramente vinculado ni reglamentado en Colombia.

Trejos Gutierrez (2017), Universidad Tecnológica de Pereira, presenta su tesis “Normatividad Internacional Aplicable al Ciclo de Vida en Activos Industriales”, mediante la cual hace una recopilación normativa aplicable en cada una de las etapas del ciclo de vida de un activo industrial, dentro de las cuales se presenta como referencia la

norma ISO55000, así como las aplicables a seguridad en maquinaria y sistemas eléctricos, presentando la siguiente recomendación (Trejos Gutierrez, 2017): “En cada una de las etapas del ciclo de vida del activo industrial se debe aplicar la normativa internacional vigente, para beneficio y mayor provecho del activo; asegurando además la integridad física de las personas”. Teniendo en cuenta que el estudio se orienta a activos industriales, es importante aclarar que mucha de esta normatividad guarda igual aplicación en edificaciones no industriales, dado que en menor escala se encuentran similares componentes de peligros tecnológicos.

Cortes Pérez et al. (2017) Universidad de Extremadura- España Presentan la Guía para la Integración del Subproceso Coordinación de Seguridad y Salud en fase de Diseño en el proceso de elaboración de un Proyecto de Edificación Desarrollado con Metodología BIM, resaltando el enfoque del uso de herramientas informáticas en la integración de la gestión de la construcción y los riesgos de seguridad industrial presentes desde la fase de diseño. A través de esta guía podemos evidenciar que se adelantan a nivel mundial diferentes metodologías en la gestión de activos, que buscan incorporar el control de riesgos de seguridad industrial, y se puede observar que a pesar de que este tipo de metodologías y requerimientos en América Latina aun no son requisitos, si tenderán a serlo en los próximos años.

Díaz Pérez et al.(2017), Publican en la Revista: Industria Química Edición 52 de 2017– publican su artículo sobre Gestión de integridad de activos industriales en Base al Riesgo, en el cual se resaltan los siguientes parámetros en la gestión de activos:

- *Integridad del diseño*: aplicando herramientas de análisis de riesgo que permitan un diseño en el que los riesgos sean tan bajos como sea razonablemente práctico.
- *Integridad de la operación*: implementando sistemas de gestión de seguridad de procesos que garanticen una operación segura de los activos y las barreras de seguridad.
- *Integridad de los activos*: adoptando estrategias de manteniendo y fiabilidad optimizadas en los equipos, las infraestructuras y las barreras de seguridad.

Dentro de estos tres enfoques, la publicación realiza un especial énfasis en la Integridad de Activos, destacando las siguientes herramientas metodológicas:

Diagnóstico y planificación de la mejora de la condición e integridad de los activos: Su aplicación se enfoca hacia equipos industriales, identificando para cada tipología y funciones, evaluando las condiciones del mismo desde el punto de vista de la integridad, y estableciendo las acciones de mejora y las acciones de seguimiento de las mismas. Este tipo de metodología pueden tener aplicación en el contexto de las edificaciones no industriales, en los equipos de respaldo como: generadores, unidades de aire acondicionado, subestaciones eléctricas.

Estudio fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM): Tienen como objetivo la optimización de costos operacionales mediante el análisis de disponibilidad del activo, en función de los índices de fallo de los equipos. Frente a esta herramienta, podemos vincular elementos de una edificación de alta criticidad frente a fallos como: transformadores eléctricos, equipos de bombeo.

Inspección Basada en Riesgo (RBI): Comprende esta herramienta todas las metodologías y criterios de inspección de cada equipo e instalación desde el punto de vista de los riesgos. Bajo este enfoque, las edificaciones en fase de operación y mantenimiento son susceptibles de este tipo de inspecciones, principalmente en lo concerniente a: Instalaciones eléctricas, instalaciones de gas (ligeramente reglamentadas en Colombia), ascensores, instalaciones locativas en general.

Anaya Estevez et al. (2018), Publican desde la Universidad Distrital de Bogotá la Propuesta matriz de factores para la estimación de la vida útil de las construcciones en Colombia con base en la Norma ISO 15686, a través de la cual se vinculan de forma cuantitativa factores asociados a las características de durabilidad (rendimiento de los materiales, calidad del diseño, calidad de la construcción, calidad del mantenimiento), y factores asociados al deterioro (condiciones ambientales, condiciones de la edificación). Frente a este análisis, podemos soportar que todas las etapas del ciclo de vida de la edificación juegan un papel relevante frente a su durabilidad, por cuanto lograr su

eficiencia en seguridad para las etapas constructivas y de servicio, favorece en el largo plazo la vida útil de la edificación.

Salcedo (2020), Desde la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Presenta su tesis de grado “Estudio de factibilidad para conformar una empresa dedicada a la prestación de servicios de consultoría en gestión de infraestructura basada en riesgo, para compañías comerciales e industriales en los rangos de pequeña y mediana empresa ubicada en la localidad de suba de la ciudad de Bogotá”, dentro del cual se presenta un enfoque gestión de activos físicos basado en la gestión de riesgos, orientado principalmente en el componente del uso y mantenimiento de una edificación sostenible e impactando tangencialmente el diseño, planeación y construcción, desde el aspecto en que se mejora la mantenibilidad de una edificación, resaltando la alineación de la gestión de activos con el Documento COMPES 3919- Ciclo de vida de una edificación sostenible, el cual describe cuales son los componentes del ciclo de vida de una edificación dentro de un contexto de economía circular, y orientando la gestión de activos a través de la metodología definida en ISO55000. Basados en este estudio, podemos inferir que la gestión de activos y la gestión de riesgos no deben ser vistas de forma aislada, y su integración es una temática de alta demanda futura, desde una perspectiva de los próximos pasos en los lineamientos normativos en nuestro país.

Rodríguez (2012), a través de la plataforma Researchgate, presenta un artículo titulado “Generalidades para la Protección de Edificios; Escenario Colombiano”, en el

cual realiza un análisis de los criterios de seguridad física que deben incorporarse en las edificaciones de uso residencial, comercial y hotelero, siendo estos de especial aplicación en seguridad industrial frente al manejo del riesgo público, cuyos aspectos técnicos y tecnológicos deben ser tenidos en cuenta desde la concepción de diseño del mismo.

Marco teórico

El desarrollo de la presente investigación hará alusión a las siguientes temáticas:

Riesgos de Seguridad Industrial

Se entiende por riesgos de seguridad industrial aquellos cuyo potencial de materialización derivan en accidentes de trabajo. En este contexto, se entienden como riesgos de Seguridad Industrial los contemplados en la Guía GTC-45 – Anexo A en las categorías de Condiciones de Seguridad y Fenómenos Naturales, como se observa en la tabla .

Dentro de la Seguridad Industrial, según (Muñoz & Herrerías, s. f.), podemos distinguir tres enfoques o subdisciplinas de la seguridad industrial así:

La seguridad laboral. Orientada a las acciones de prevención y control sobre la población trabajadora, por cuanto su enfoque y reglamentación en la gestión va dirigida principalmente hacia la normalización y reglamentación legal en las empresas. (Muñoz & Herrerías, s. f.), exponen como una limitante, la tendencia de esta subdisciplina hacia la

mitigación de efectos, más que hacia el componente técnico de indagación frente al origen del riesgo.

Tabla 1.

Tabla de peligros según GTC 45- Anexo A

GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 45 (Primera actualización)

		ANEXO A Informativo					DISCIPLINA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	
		Tabla de peligros						
		Clasificación						
Descripción		Biológico	Físico	Químico	Psicosocial	Biomecánicos	Condiciones de seguridad	Fenómenos naturales*
	Virus		Ruido (de impacto, intermitente, continuo)	Polvos orgánicos e inorgánicos	Gestión organizacional (estilo de mando, pago, contratación, participación, inducción y capacitación, bienestar social, evaluación del desempeño, manejo de cambios).	Postura (prolongada mantenida, forzada antigravitacional)	Mecánico (elementos o partes de máquinas, herramientas, equipos, piezas a trabajar, materiales proyectados sólidos o fluidos)	Sismo
	Bacterias		Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia)	Fibras	Características de la organización del trabajo (comunicación, tecnología, organización del trabajo, demandas cualitativas y cuantitativas de la labor).	Esfuerzo	Eléctrico (alta y baja tensión, estática)	Terremoto
	Hongos		Vibración (cuerpo entero, segmentaria)	Líquidos (nieblas y rocíos)	Características del grupo social de trabajo (relaciones, cohesión, calidad de interacciones, trabajo en equipo).	Movimiento repetitivo	Locativo (sistemas y medios de almacenamiento), superficies de trabajo (irregulares, deslizantes, con diferencia del nivel), condiciones de orden y aseo, (caídas de objeto)	Vendaval
	Rickettsias		Temperaturas extremas (calor y frío)	Gases y vapores	Condiciones de la tarea (carga mental, contenido de la tarea, demandas emocionales, sistemas de control, definición de roles, monotonía, etc).	Manipulación manual de cargas	Tecnológico (explosión, fuga, derrame, incendio)	Inundación
	Parásitos		Presión atmosférica (normal ajustada)	Humos metálicos, no metálicos	Interfase persona - tarea (conocimientos, habilidades en relación con la demanda de la tarea, iniciativa, autonomía y reconocimiento, identificación de la persona con la tarea y la organización).		Accidentes de tránsito	Derrumbe
	Picaduras		Radiaciones ionizantes (rayos x, gama, beta y alfa)	Material particulado	Jornada de trabajo (pausas, trabajo nocturno, rotación, horas extras, descansos)		Públicos (robos, atracos, asaltos, atentados, de orden público, etc.)	Precipitaciones, (lluvias, granizadas, heladas)
	Mordeduras		Radiaciones no ionizantes (láser, ultravioleta, infrarrojo, radiofrecuencia, microondas)				Trabajo en alturas	
	Fluidos o gases						Espacios confinados	

* Tener en cuenta únicamente los peligros de fenómenos naturales que afectan la seguridad y bienestar de las personas en el desarrollo de una actividad. En el plan de emergencia de cada empresa, se considerarán todos los fenómenos naturales que pudieran afectarla.

La seguridad de productos. Frente a esta subdisciplina de la seguridad industrial, entendemos producto como un elemento al servicio de un usuario o consumidor, bien sea un producto de consumo o una instalación que puede estar al servicio del público comprador o bien prestar un servicio del cual se beneficia un público. Es decir, la seguridad laboral se orienta a la población profesionalmente expuesta, mientras que la

seguridad de productos se orienta a la gestión de los riesgos hacia personas que no cuentan con ningún tipo de calificación frente al consumo o uso del producto o instalación, por cuanto es de su interés lograr que las condiciones de seguridad estén intrínsecas en el producto o instalación objeto de estudio.

Es desde esta disciplina que se tienen referencias normativas frente a productos industriales que aplican a la operación de edificaciones tanto industriales como no industriales, principalmente en las líneas de energía (alta, media y baja tensión), electrodomésticos, gasodomésticos, ascensores, generadores, equipos de bombeo, entre otros.

La seguridad por accidentes graves. Es la tercera línea de la seguridad industrial, y enfoca su atención en la gestión preventiva de los riesgos cuya materialización impacta al medio ambiente humano en general.

Esta disciplina ha presentado gran influencia en la reglamentación y legislación frente a la gestión de los riesgos de orden tecnológico que pueden tener impacto de gran escala, las cuales son generadas principalmente desde los sectores industriales. Esta línea ha derivado en otras disciplinas prácticas como la Seguridad de Procesos Basada en Riesgos.

Desde las tres líneas de la seguridad industrial, se han ido presentando diferentes técnicas, implementaciones y reglamentaciones, como se observa en el comportamiento de la Unión Europea en la Tabla 2, cuyas documentaciones y reglamentaciones en la materia son de referencia en las prácticas colombianas.

Tabla 2.*Efectos de la Inseguridad*

EFECTOS de la INSEGURIDAD sobre		
Profesionales	Público comprador	Público en general
Seguridad Laboral u Ocupacional	Seguridad de Productos Industriales	Seguridad de Instalaciones y Transportes Industriales
Ley de Prevención de Riesgos Laborales (mas Reglamento)	Directivas de la U.E. Mercado CE y Reglamentos Nacionales	Directivas "Seveso" de la UE y Reglamentos Nacionales
Planes de Prevención y Manuales de funcionamiento	Exigencias en el diseño, la producción e información básica al usuario	Planes de emergencia. Especificaciones Técnicas de Funcionamiento
Identificación de peligros específicos del puesto de trabajo. Análisis funcional	Identificación de peligros por uso de productos. Análisis de daños por usos inadecuados	Identificación de peligros por accidentes (sobre todo Accidentes Mayores) así como por funcionamiento rutinario
ORIGEN de los PELIGROS (Temperatura, Presión, Energía, Radiaciones, Productos Tóxicos, Corrosivos...)		

Fuente: (Muñoz & Herrerías, s. f.) La seguridad industrial: Su estructuración y contenido.

Gestión de Activos

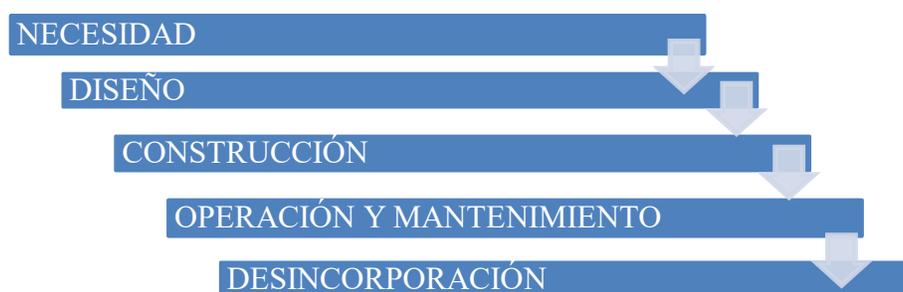
Frente a la administración de infraestructura, la gestión de activos físicos industriales ha sido una de las tendencias de diferentes sectores empresariales, con la cual se ha buscado mejorar la productividad y la confiabilidad de las operaciones. No obstante, esta implementación no es exclusiva para la administración de activos industriales, y ha ido ganando terreno importante en sectores como el de servicios.

De acuerdo con la AEC- Asociación Española para la Calidad, la gestión de activos es la disciplina que busca gestionar todo el ciclo de vida de los activos físicos de una organización con el fin de maximizar su valor, y para nuestro caso de estudio en Edificaciones no industriales, según (García Gómez, 2015) tenemos que “La Gestión de Activos de Edificación e inmobiliarios engloba al conjunto de conceptos, principios, y herramientas que aportan un enfoque estratégico y organizado para la gestión eficiente de los activos o bienes de un usuario, propietario u organización a través de la gestión de su ciclo de vida completo, mediante las herramientas apropiadas para conseguir los objetivos de uso eficiente de recursos económicos y materiales”.

Alrededor de estas definiciones, podemos encontrar diferentes modelos de Gestión de Activos, dentro de los cuales destaca el establecido por la familia de normas ISO-55000 – Gestión de Activos, el cual plantea las siguientes etapas del ciclo de vida del activo:

Figura 2.

Representación de las Etapas del Ciclo de Vida del Activo- ISO 55000



Etapa 1: Necesidad. En esta etapa en que se determina una necesidad específica frente al requerimiento del activo y se determina su viabilidad. En este contexto, al referirnos a edificaciones, determinamos en esta etapa las características de uso, funcionalidades, ubicación, alternativas de adquisición (compra o construcción) entre otras.

Etapa 2: Diseño. En esta etapa se realiza la definición de todos los parámetros técnicos de ingeniería en todas las disciplinas que intervienen (arquitectónico, civil, hidrosanitario, eléctrico, voz y datos, redes de gas, etc), llevándose a cabo generalmente en diferentes fases de maduración: Fase de Diseño conceptual, Fase de Diseño Básico y Fase de Diseño Detallado. Igualmente en esta etapa, se realiza lleva a cabo todo el proceso de trámite de permisos y licencias ante las entidades competentes (curadurías o entidades territoriales). A partir de esta etapa se pueden identificar los riesgos proyectados en las etapas de construcción, mantenimiento-operación y desincorporación.

Etapa 3: Construcción. Etapa en la que se materializa la edificación. Es la etapa en la que se concentra mayor atención a la gestión de riesgos de seguridad industrial, sin que signifique que las siguientes etapas no representan riesgos de este tipo.

Etapa 4: Operación y mantenimiento. Comprende la etapa productiva de la edificación. De acuerdo con la Resolución 620 del 2008 emitida por el IGAC “Artículo 2° - Parágrafo Para inmuebles cuyo sistema constructivo sea muros de carga, la vida útil

será de 70 años; y para los que tengan estructura en concreto, metálica o mampostería estructural, la vida útil será de 100 años.” Si bien se encuentra que en la etapa constructiva se realiza un especial énfasis en la gestión de los riesgos de seguridad industrial debido a la criticidad de los mismos en esta etapa, si analizamos los tiempos de referencia de vida útil mencionados anteriormente, podemos encontrar que la gestión de riesgos de seguridad industrial en etapa de operación y mantenimiento cobran una gran relevancia, y se deben gestionar todos los componentes funcionales del activo: locación, equipos, redes e instalaciones.

Etapa 5: Desincorporación. Una vez concluida la vida útil del activo, la etapa de desincorporación comprende todas las actividades asociadas al desmantelamiento, demolición o cambio de uso del inmueble. Cuando se trata de actividades de demolición, deben tenerse en cuenta todos los riesgos de seguridad asociados a este tipo de actividades. En muchas ocasiones, se implementan metodologías de implosión y en general acciones que afectan el entorno. Igualmente, cuando se trata de desmantelamiento, se deben tener en cuenta los riesgos asociados con el manejo de las redes, movimientos de equipos especiales, entre otras acciones.

Componentes y Sistemas en una Edificación

Teniendo en cuenta que la presente investigación busca establecer un modelo de validación de los criterios para la gestión de la seguridad industrial en una edificación no

industrial, se tendrán en cuenta los siguientes componentes de una edificación no industrial:

Cimentación y Componente estructural. Comprende los sistemas que sostienen en general la edificación y dan estabilidad frente a sismos y vendavales. Comprenden todos los elementos de la cimentación y estructura que puede ser de concreto reforzado, estructura metálica o una mezcla de ambos. Para el caso de estructuras metálicas, es de especial atención la capacidad de la misma frente a un riesgo materializado de incendio. Estos elementos están principalmente reglamentados por NSR-10.

Componente Arquitectónico. Comprende los elementos que materializan el espacio físico: muros divisorios, carpintería metálica, aluminio o madera, pisos, enchapes y acabados en general. Frente a este componente se tiene especial atención frente a la configuración de accesos, pasos de circulación, disponibilidad de escaleras de evacuación, especificaciones para pisos antideslizantes, entre otros elementos que son de especial atención frente a la seguridad industrial.

Sistema Hidrosanitario. Comprende los elementos de red de suministro de agua potable y red de desagüe de la edificación.

Sistema de detección y sistema de detención de incendio. Son uno de los componentes importantes en una edificación, siendo requeridos exclusivamente para la

atención de incendios. Los sistemas de detección de incendios, comprenden todo el conjunto de equipos, sensores y alarmas capaces de detectar humo y buscan detectar un posible evento de ignición y activan el sistema de detención de incendios. Los sistemas de detención de incendios, por su parte, son el conjunto de elementos diseñados para mitigar y detener un posible incendio. Dentro de estos elementos se encuentran los gabinetes contraincendios, extintores y redes con rociadores automáticos.

Sistema eléctrico. Comprende todos los elementos de red de suministro de energía. En este componente se incluyen los sistemas de puesta a tierra así como los sistemas de protección de descargas atmosféricas. Dentro de este componente encontramos igualmente los equipos de respaldo (motogeneradores).

Redes de gas. Son otro componente relevante en la seguridad industrial de una edificación. Comprenden los tendidos, puntos de gas y gasodomésticos, estos últimos requieren de especial atención en mantenimiento e inspección, y se encuentran regulados en Colombia.

Redes de voz y datos. Comprenden todo el sistema de tendido redes telefonía, internet, cableado estructurado, equipos de control, centrales telefónicas, unidades de respaldo, y otros elementos necesarios para garantizar los servicios de telefonía, red, datos en la edificación.

Ascensores y equipos de transporte vertical. Comprenden los elementos eléctricos o electrónicos diseñados para el transporte de personas. Se incluyen escaleras eléctricas.

Cubiertas e impermeabilizaciones. Otro componente importante en las edificaciones corresponde a las cubiertas e impermeabilizaciones, cuya relación con la seguridad industrial de la edificación está marcada por las dificultades que se pueden presentar en el desarrollo de actividades de mantenimiento.

Marco legal

Normatividad de Referencia Internacional

Familia ISO 55000- Gestión de Activos- Es un grupo de normas (ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002), que presentan un modelo con enfoque sistémico para la administración de activos a lo largo de su ciclo de vida. Actualmente esta familia de normas busca lograr el reconocimiento público que tienen otras familias de normas ISO a nivel mundial.

Marco legal colombiano

GTC 45 - Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. A través de esta guía, podemos identificar y encontrar los criterios para evaluación de los diferentes tipos de riesgos.

NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente. Cuyo objeto es: “reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas y defender en lo posible el patrimonio del estado y de los ciudadanos.” Establece los criterios y parámetros de diseño de estructuras en Colombia. En su Título J, presenta los requerimientos para protección contra el fuego en edificaciones.

NTC-4595- Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares. En esta norma técnica podemos encontrar un capítulo específico de requerimientos de seguridad.

Resolución 1409 2012 por la cual se establece el reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas, aplicable a los trabajos realizados a partir de alturas de +/-1.5m, y que se encuentran presentes en la gran mayoría de actividades de construcción y mantenimiento de edificaciones.

Decreto 1072 de 2015- Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo

Resolución 0491 de 2020- Por la cual se establecen los requisitos mínimos de Seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones.

Otras reglamentaciones que aplican en la construcción de edificaciones en materia de seguridad son:

- Resolución 90708 de Ministerio de Minas y Energía. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE.
- NTC-5926-1 Criterios para las inspecciones de ascensores, escaleras mecánicas, andenes móviles y puertas eléctricas. Parte 1: ascensores electromecánicos e hidráulicos
- NTC2505 Instalaciones para suministro de Gas Combustible destinadas a Usos Residenciales y Comerciales.
- NTC 4904- Accesibilidad de las personas al medio físico. Estacionamientos accesibles
- NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería

Marco Metodológico

Paradigma

La presente investigación se enmarca dentro del Paradigma Interpretativo, también conocido en la literatura como paradigma hermenéutico, interpretativo-simbólico o fenomenológico, (Martínez Godínez, 2013), dado que el tema de investigación no puede ser atendido desde un enfoque cuantitativo, y se busca establecer una guía metodológica de enfoque cualitativo.

Tipo de investigación

Investigación Cualitativa, cuyo enfoque principal es generar un modelo metodológico de validación de criterios de seguridad industrial en las diferentes fases del ciclo de vida de una edificación de uso no industrial. De acuerdo con Hernandez Samperi (2014), la investigación cualitativa se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto.

Diseño de investigación

El diseño de investigación a aplicar corresponde a un modelo Investigación-Acción, cuyo precepto básico es que debe conducir a cambiar y por tanto este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación. Se indaga al mismo tiempo que se interviene. (Hernández Sampieri et al., 2014).

Población

La población objetivo de la presente investigación son las edificaciones de tipo No Industrial, en donde se incluyen unidades residenciales, centros comerciales, hoteles urbanos, edificios de oficinas, edificios educativos, y en general, edificaciones cuyo uso no representa la operación de ninguna actividad industrial, ni de salud. Este tipo de edificaciones, representan un gran porcentaje de las edificaciones en Colombia. Por ejemplo, de acuerdo al censo inmobiliario en la vigencia 2020 realizado por La Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD), Bogotá está conformada por 2'681.886 predios de los cuales el 75,2% corresponden a predios de uso residencial, el 6,4% a oficinas, el 3,7% al uso comercial y el 14,7% otros usos, reportando también una tendencia del crecimiento hacia la construcción de predios en propiedad horizontal del 66,7%. (Catastro Bogotá, 2020)

Muestra

Se establece sobre la población definida, el desarrollo del modelo bajo una edificación tipo con las siguientes características:

- Edificaciones en propiedad horizontal
- Ubicación urbana
- Uso No residencial

Componentes constructivos: estructural, arquitectónico, sistema contra incendios, redes de gas, voz y datos, sistema eléctrico, sistema Hidrosanitario, ascensor, cubierta e impermeabilización.

Instrumentos

El desarrollo de la presente investigación se basará principalmente en el Análisis Documental como instrumento de obtención de los datos de entrada. Dentro de los documentos que se pretende analizar se encuentran principalmente los documentos de orden normativo y técnico que rigen los diferentes componentes de una edificación, así como documentación frente a buenas prácticas que se pretende incorporar a la verificación de controles de seguridad industrial en las diferentes etapas del ciclo de vida de la edificación no industrial.

Como instrumento de clasificación de los criterios a validar en cada riesgo-etapa-componente, se diseñó una matriz en la que se cruzan riesgo vs etapa para cada componente de la edificación (Ver anexo A).

Técnica de análisis de instrumentos

Para el análisis documental a realizar se surtirán las siguientes acciones:

- Rastrear e inventariar los documentos existentes y disponibles frente a los requerimientos de aseguramiento y control de los riesgos identificados en las diferentes etapas del ciclo de vida del activo.
- Clasificar los documentos identificados, validando si se trata de un aporte normativo, buena práctica, o referente.
- Leer los documentos seleccionados, y vincular los criterios allí encontrados en la matriz de controles aplicables frente a los riesgos y etapas de análisis de los riesgos de seguridad industrial.

El desarrollo de este análisis documental corresponde principalmente a las actividades a desarrollar en la Fase 2 de la investigación.

Fases de la Investigación

De acuerdo con el diseño de investigación adoptado (Investigación-Acción), se tienen establecidas las siguientes fases:

Fase 1. Observación: Construcción del bosquejo del problema y recolección de datos. En esta etapa se realiza la identificación de riesgos de seguridad industrial en cada una de las etapas del ciclo de vida de la edificación, para cada uno de los componentes de la misma.

Fase 2. Análisis e Interpretación de Datos. Durante esta fase, se realizará la revisión y clasificación de los criterios técnicos-normativos aplicables a cada componente de la

Presupuesto

Para la estimación del presupuesto de investigación se tienen en cuenta los siguientes criterios:

El principal componente de recursos requerido para el desarrollo de la investigación es el recurso humano. Para su valoración se estimó el tiempo de dedicación para cada tarea. Se considera adicional un componente de equipos e insumos, asociado a disponibilidad de equipo de cómputo, energía e internet.

Tabla 4.

Presupuesto de Investigación

DESCRIPCIÓN	HORAS	RECURSO HUMANO	EQUIPOS E INSUMOS
FASE 1. OBSERVACIÓN			
Diseño de Plantilla de Identificación de Riesgos	8	\$ 205.000,00	\$ 22.800,00
Identificación de Riesgos-componente	30	\$ 768.750,00	\$ 85.500,00
FASE 2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS			
Diseño Plantilla	8	\$ 205.000,00	\$ 22.800,00
Criterios normativos- componente	40	\$ 1.025.000,00	\$ 114.000,00
Controles –por ciclo de vida	40	\$ 1.025.000,00	\$ 114.000,00
FASE 3. COMPILACIÓN DE HERRAMIENTA			
Diseño de Herramienta de consulta y presentación	8	\$ 205.000,00	\$ 22.800,00
Consolidación de Listas de Chequeo por Etapa	30	\$ 768.750,00	\$ 85.500,00
Validación final	10	\$ 256.250,00	\$ 28.500,00
		\$ 4.458.750,00	\$ 495.900,00
		\$	4.954.650,00

Resultados

Fase 1- Observación

Teniendo en cuenta la metodología planteada, se realizó inicialmente la identificación de los riesgos, actividad que consistió en identificar los aspectos generadores de cada tipo de riesgo, por cada uno de los componentes definidos para una edificación no industrial.

De esta manera, se elaboró la Matriz de Identificación de Riesgos por Componente, adjunta en el Anexo A del presente documento, para la cual se tuvieron en cuenta los componentes y riesgos que se relacionan en las tablas 5 y 6.

Tabla 5.

Listado de Componentes de Edificación No Industrial

LISTADO DE COMPONENTES DE EDIFICACIÓN NO INDUSTRIAL
Cimentación y Componente Estructural
Componente Arquitectónico
Componente Hidro-Sanitario
Componente Contraincendios (Detección - Detención)
Sistema Eléctrico
Redes de Gas
Voz y Datos
Ascensores
Cubiertas e Impermeabilizaciones

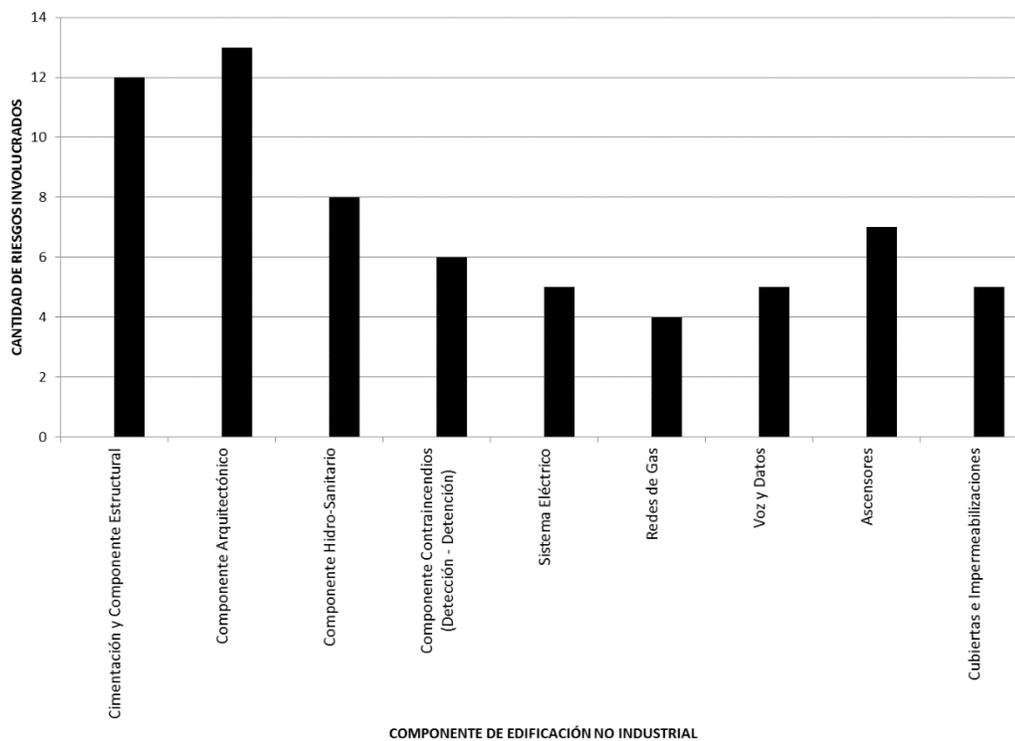
Tabla 6.*Riesgos de Seguridad Industrial validados*

RIESGOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL GTC-45	
CONDICIONES DE SEGURIDAD	MECANICO
	ELECTRICO
	LOCATIVO
	TECNOLÓGICO
	ACCIDENTES DE TRÁNSITO
	RIESGO PÚBLICO
	TRABAJO EN ALTURAS
	ESPACIOS CONFINADOS
FENÓMENOS NATURALES	SISMO
	TERREMOTO
	VENDAVAL
	INNUNDACIÓN
	DERRUMBE
	PRECIPITACIONES

Por componentes de edificación, se observa en la figura 3 la cantidad de riesgos involucrados con cada uno de los componentes, siendo los más representativos el componente arquitectónico, estructural, componente hidro-sanitario y ascensores.

Figura 3.

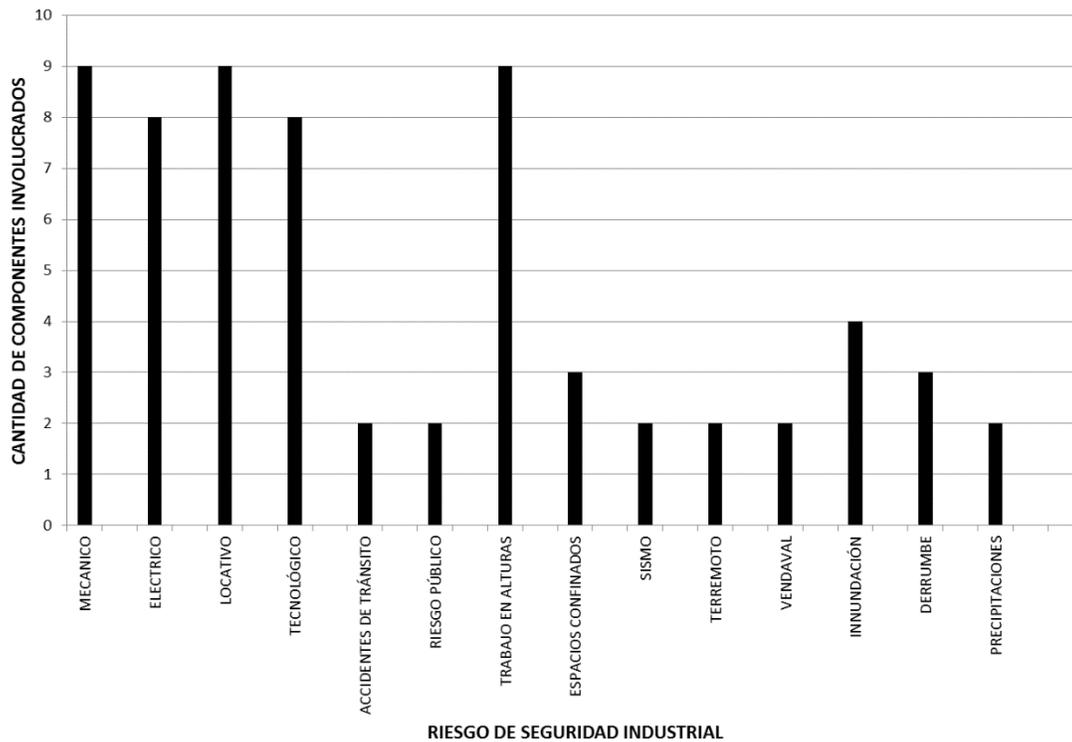
Representación de las Etapas del Ciclo de Vida del Activo- ISO 55000



Por riesgos, podemos observar en la figura 5, al realizar la revisión de aspectos a controlar identificados por cada tipo de riesgo, encontramos los más representativos en los riesgos de trabajo en alturas, riesgo mecánico, riesgo eléctrico, vinculados a todos los componentes de la edificación, seguidos del riesgo eléctrico.

Figura 4.

Cantidad de Componentes involucrados por cada Riesgo evaluado



Como resultado de este análisis se obtuvieron los aspectos a tener en cuenta por componente/riesgo, a partir de los cuales se realiza la siguiente etapa de la investigación, la cual consiste en establecer el requisito legal o normativo aplicable, así como los aspectos de verificación y control durante el ciclo de vida de la edificación.

Fase 2. Análisis e Interpretación de Datos

Una vez consolidados los aspectos a controlar categorizados por riesgo y componente, se generó la Matriz de criterios de control por etapas de ciclo de vida del activo, adjunta en el Anexo B del presente documento. En esta matriz se analizaron 64 aspectos a los

cuales se les definieron las acciones de control y referentes normativos aplicables a cada uno de los aspectos previamente identificados, lo cual representa las acciones a asegurar en cada una de las etapas para la gestión oportuna de los riesgos que cada componente de la edificación tiene vinculados.

Fase 3. Compilación de Herramienta.

Con el fin generar una guía que facilite a diferentes actores de un proyecto, se procedió a generar una herramienta de consulta que permite visualizar los check list de los diferentes criterios, permitiendo visualizarlas por componente de edificación y por etapa del ciclo de vida de la edificación.

Figura No. 5

Interfaz de consulta de Criteios de Control de Riesgos- Por Componente

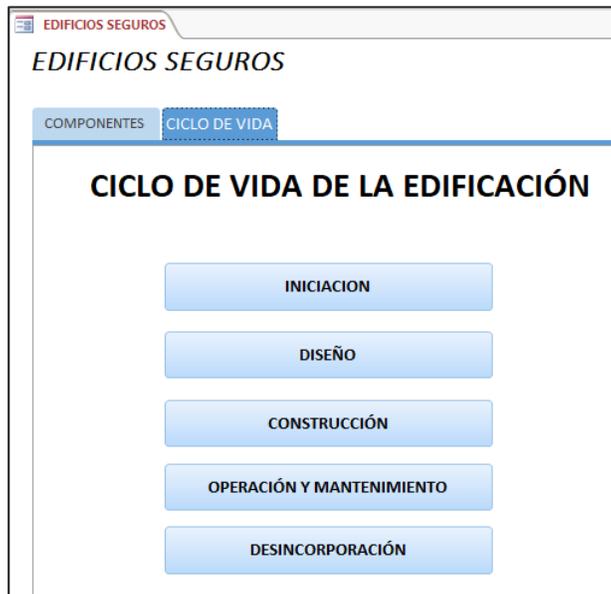
Herramienta: Desarrollo propio



Figura No. 6

Interfaz de consulta de Criteios de Control de Riesgos- Por Etapa del Ciclo de Vida-

Herramienta: Desarrollo propio



El desarrollo de esta herramienta fue generado como parte del alcance del presente proyecto, a partir de las habilidades básicas de la investigadora en la plataforma Microsoft Access, y la cual busca facilitar la consulta y aplicación de los criterios compilados. El fin principal de la herramienta es permitir realizar la consulta de los criterios a controlar en un proyecto, ya sea por componente a lo largo de la vida util del proyecto, o por etapa a lo largo de todas los componentes del proyecto.

Al consultar por componente, las listas de chequeo generadas se vuelven una herramienta útil para cada uno de los diseñadores o líderes de especialidad, permitiéndoles visualizar su participación en la gestión de los riesgos de seguridad industrial que desde su especialidad corresponde gestionar, a lo largo de todo el proyecto.

Las listas de chequeo por componente se adjuntan en el Anexo C del presente documento, y en la Figura 7, puede observarse un ejemplo de una lista de chequeo aplicada al componente de Ascensores.

Figura No. 7

Ejemplo de check list por Componente

COMPLEMENTO		NORMATIVIDAD		ETAPA DEL CICLO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN				
Ascensores		NACIONAL	INTERNACIONAL	INICIACIÓN	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	DESINCORPORACIÓN
RIESGO	ELECTRICO	NEC-5026-1 CRITERIOS PARA LAS INSPECCIONES DE ASCENSORES, ESCALERAS MOVILES, ANDENES MOVILES Y PUERTAS ELECTRICAS PARTE 1; ASCENSORES ELECTROMECANICOS E HIDRAULICOS			Verificar recorridos, especificaciones y protecciones	Verificar recorridos, especificaciones y protecciones según diseño	Diseñar e implementar Programa de Mantenimiento Preventivo-Inspección según criterios NEC-5026	Diseño de procedimiento eléctrico en caso de desmantelamiento
		NEC-5026-1 CRITERIOS PARA LAS INSPECCIONES DE ASCENSORES, ESCALERAS MOVILES, ANDENES MOVILES Y PUERTAS ELECTRICAS PARTE 1; ASCENSORES ELECTROMECANICOS E HIDRAULICOS			Validar demanda eléctrica del sistema de ascensor en el diseño eléctrico general de la edificación	Aplicar protocolo de pre-comisionamiento y comisionamiento de ascensores (pruebas de funcionamiento en componentes y en sistema en general)	Diseñar e implementar Programa de Mantenimiento Preventivo-Inspección y recomendaciones de inspección según fabricantes	
RIESGO	ESPACIOS CONFINADOS	RESOLUCIÓN NUMERO RD191 DE 2020- Por la cual se establecen los requisitos mínimos de Seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones.			Diseño de Programa de Gestión para el Trabajo en Espacios Confinados, Prevenir en los días, estructuras, áreas eléctricas, hidráulicas y/o mecánicas de trabajo, los diferentes componentes y aspectos que impactan las actividades en espacios confinados	Garantizar el cumplimiento del Programa de Gestión para el Trabajo en Espacios Confinados, con las personas competentes para su actividad, y demás controles aplicables según el Plan de Gestión de SST de obra	Establecer procedimiento de Trabajo seguro para actividades de mantenimiento de ascensores (Comisiones de Trabajo en Altura y espacios confinados)	
RIESGO	INUNDACIÓN							

Por otra parte, al generar listas de chequeo por etapa del ciclo de vida del activo, generamos una herramienta útil que permite al gerente de proyecto, administrador o propietario, validar en el cierre de cada una de las etapas de la gerencia del proyecto frente a la gestión de riesgos que aplica a la etapa.

En la Figura 8 puede observarse a modo de ejemplo, la lista de chequeo de la gestión a aplicar en etapa de Diseño. Las listas de chequeo por etapa se adjuntan en el Anexo D del presente documento.

Figura No. 8

Ejemplo de check list por Etapa

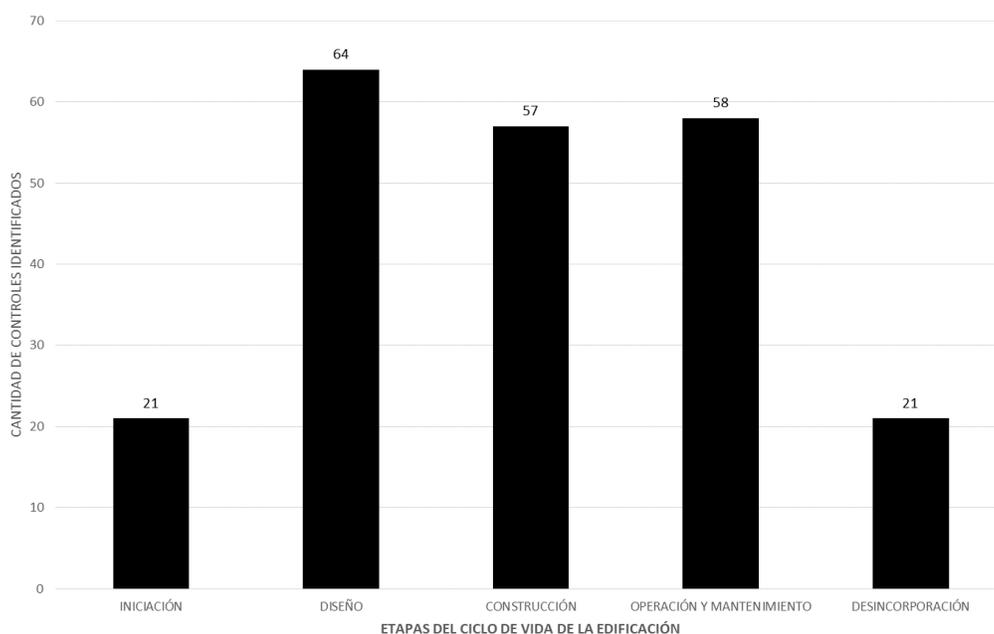
Gestión de Riesgos en Edificaciones				
Check List - Etapa de Diseño				
COMPONENTE	ASPECTO	NORMATIVIDAD		VERIFICACIÓN
		NACIONAL	INTERNACIONAL	
RIESGO ACCIDENTES DE TRÁNSITO				
Orientación y Componente Estructural	Acceso y salida de vehículos (carga) en etapa constructiva.			Revisión de Plan de Manejo de Tráfico para cada etapa de la obra correspondiente.
Componente Arquitectónico	Acceso y salida de vehículos, peatones y bicicletas en etapa de operación.	NIC 4008- ACCESO DEL DADO EN LOS PISO COMUNALES MEDIO PISO. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS. NIC 4009- 2008- Para el cual se recomienda la conformidad a los niveles de transporte de la población en general y en especial de las personas con discapacidad.		Verificación de cumplimiento de requerimientos normativos de diseño Arquitectónico.
RIESGO DERRUMBE				
Componente Estructural	Requerimientos técnicos de cimentación.	NIC 4001- Estructuras		Verificar recomendaciones para cimentaciones en diseño constructivo.
Orientación y Componente Estructural	Condiciones de ubicación, topografía de suelo, proceso constructivo de cimentación.	PCI aplicable según clasificación geológica, de la ciudad de Managua correspondiente al PRO-DISEÑO.		Garantizar en el estudio de suelos las recomendaciones geotécnicas respecto a las condiciones de cimentación.
RIESGO ELECTRICO				
Orientación y Componente Estructural	Operación de maquinaria eléctrica en las diferentes etapas de uso de la edificación asociadas a la construcción y el mantenimiento.	Plan de gestión de riesgos correspondiente al PRO-DISEÑO de la obra. Reglamento de seguridad eléctrica.		Definición Plan de Gestión de Riesgos específico para obra.
Vías y Datos	Capacidad de equipos de control de flujo eléctrico y equipos de energía y fuerza.		EN MEMORANDUM A UN/NA-SAN PARA LOS DISEÑOS, PARA SER SERVICIOS MECANICOS, RECALCULOS MECANICOS DE LOS SISTEMAS EN MEMORANDUM DE LA COMUNICACION.	Revisión y recalculo de energía de equipos de red y datos eléctricos.
Sistema Eléctrico	Viabilidad técnica de energía, confiabilidad de energía y red de distribución de energía en la construcción, confiabilidad de energía en uso de la edificación y equipos de fuerza. Condiciones de Acceso y mantenimiento.	RECOMENDACIONES de Manejo de Riesgos y Energía, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETEL.	RECOMENDACIONES de Manejo de Riesgos y Energía, Aspectos Generales de Instalaciones Eléctricas.	Carta de responsabilidad del diseño, plan de gestión de riesgos para el sistema eléctrico, Mecánica y Protecciones Aléctricas.
Componente (Detenido- Detenido)	Operación de maquinaria eléctrica en las diferentes etapas de uso de la edificación asociadas a la construcción y el mantenimiento.	Plan de gestión de riesgos correspondiente al PRO-DISEÑO de la obra. Reglamento de seguridad eléctrica.		Definición Plan de Gestión de Riesgos específico para obra.

Análisis de Resultados

Frente a los resultados finales obtenidos se realizó la identificación de los controles aplicables para cada aspecto, riesgo y componente, a través de las etapas del ciclo de vida de una edificación.

Figura 9.

Controles Identificados por Ciclo de Vida de la Edificación



Es así por ejemplo, que encontramos en fase de iniciación 21 acciones de control, las cuales se encuentran vinculadas a los riesgos en los componentes de Cimentación y Componente Estructural, Arquitectónico, Contraincendios, Componente Hidro-Sanitario,

Redes de Gas, Sistema Eléctrico, Voz y Datos. En esta etapa, los controles identificados apuntan a la gestión temprana de riesgos asociados a Accidentes de Tránsito, riesgo eléctrico, Espacios confinados, riesgo tecnológico, locativo y todos los asociados con los fenómenos naturales.

En la fase de diseño, se identificaron 64 controles, vinculándose en esta etapa todos los riesgos y todos los componentes de la edificación. En esta etapa, los principales controles se enfocan en la verificación de los parámetros de diseño normativos que se requiere incorporar a los diferentes componentes, con el fin de orientar su posterior cumplimiento en etapa constructiva.

Para el caso de la siguiente etapa, construcción, se identifican 57 items de control, los cuales están enfocados en la implementación de los controles propios de la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en obra, así como los asociados al control de calidad de obra frente al cumplimiento de especificaciones técnicas y aplicación de protocolos cuya buena práctica y aplicación impactan altamente en las condiciones de seguridad de la edificación en su siguiente etapa de operación y mantenimiento.

En la siguiente etapa, operación y mantenimiento, si bien se espera una disminución de los riesgos a controlar respecto a la etapa anterior, se presentan 54 criterios a verificar. En esta etapa del ciclo de vida del activo, los controles existentes a nivel normativo se hacen más extensivos en el tiempo. Frente a esta etapa se encontró una carencia

normativa en Colombia frente a criterios específicos de inspección en algunos componentes como las redes Hidrosanitarias, en las que no se encuentran claramente definidas las competencias de diseñador, ni criterios de inspección. Es de anotar, que los componentes hidrosanitarios incorporan la implementación de equipos de bombeo motorizados que involucran riesgo tecnológico, eléctrico y locativo, entre otros.

En la etapa de desincorporación, se realizó la validación bajo el supuesto de desincorporación bajo modalidad de demolición, entendiendo que una edificación puede tener otras opciones de desincorporación como venta del inmueble o cambio de uso. Bajo este supuesto, se identificaron 21 controles a tener en cuenta que en particular no se encuentran reglamentados en Colombia, y que se orientan al diseño específico de procedimientos seguros en cuanto a los desmantelamientos de redes, procesos de implosión y demolición controlada.

Conclusiones

Se desarrolló un modelo de validación de criterios para la gestión de seguridad industrial de una edificación no industrial, según las etapas del ciclo de vida de un activo definidas por ISO 55000, generando una herramienta guía para el seguimiento y control de los riesgos para los diferentes actores de un proyecto de edificación a lo largo de su ciclo de vida.

Se realizó la identificación de los aspectos de seguridad industrial a tener en cuenta en cada uno de los componentes de la edificación de uso no industrial, analizando los riesgos de seguridad industrial inherentes al uso y funcionalidad de la misma.

Se recopilaron los criterios técnicos contemplados en la normatividad colombiana y referentes internacionales a tener en cuenta frente a la gestión de seguridad industrial de edificaciones no industriales, para los riesgos y aspectos identificados.

Se identificaron las acciones a tomar frente a las diferentes etapas del ciclo de vida de las edificaciones según las etapas definidas por la norma ISO55000 para la gestión de activos, para cada uno de los criterios técnicos y componentes de la edificación.

Se compiló la información generada en check list herramienta de consulta práctica, que nos permita visualizar listas de chequeo aplicables a un proyecto de edificación tanto por componentes, como por etapas del ciclo de vida de la edificación.

Es importante resaltar que al realizar el presente trabajo de investigación, se puede validar que la obtención de un edificio seguro, es el resultado de la gestión de diferentes disciplinas, por cuanto la seguridad es un resultado de lo “bien hecho” desde todos los involucrados en un proyecto de edificación.

El sector de construcción de edificaciones debe continuar desde los diferentes gremios y entidades de control, en la construcción de reglamentación que de un poco mas de claridad a aspectos de inspección y mantenimiento en edificaciones no industriales.

Recomendaciones

En la revisión del componente de Sistemas Eléctricos, no se encuentran definiciones específicas en la reglamentación colombiana respecto a los requerimientos de inspección y mantenimiento. Como parte de la investigación realizada, se encuentra un referente internacional en España - RD 842/2002 Reglamento Electrotécnico para baja tensión, en donde se encuentra un capítulo específico para verificaciones e inspecciones ITC-BT-05, en donde se establece la periodicidad de inspección de 5 y 10 años a todas las instalaciones. Es recomendable que este tipo de inspecciones sean reglamentadas en Colombia.

En revisión del componente de Redes Hidro-Sanitarias, se encuentra en Colombia el Código Colombiano de Fontanería NTC-1500, en el cual se encuentran vacíos respecto a aspectos como la definición de las competencias del personal que diseña una red hidro-Sanitaria, así como los criterios de inspección y mantenimiento requeridos para este tipo de instalaciones. Es recomendable que estos vacíos sean progresivamente atendidos en nuestro país, ya que permiten la formalización de la construcción y con ello la creación de una mejor cultura de la seguridad.

En complemento del presente trabajo, es recomendable hacer extensivos los análisis de los controles identificados, asignando responsables, ya que esto permite visualizar de una forma muy clara la participación de todas las partes de un proyecto en la obtención de una edificación segura.

Referencias

- Anaya Estevez, P. E., Castellanos Rojas, H., Ceballos Molina, J. A., Cifuentes Ramírez Paulina, C. P., Niño Beltrán, S. M., Rojas García, C. Y., & Rubio Almanza, B. E. (2018). *Propuesta matriz de factores para la estimación de la vida útil de las construcciones en Colombia con base en la Norma ISO 15686*. 36.
- Balladares Oña, I. F., & Feijóo Bermeo, S. A. (2012). *Diseño de un sistema de seguridad industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5163>
- Cárcamo, L. M. C. (2016). Código técnico de la edificación como instrumento para la protección del medio ambiente: Una mirada al caso colombiano. *M+A, revista electrónica de medioambiente*, 17(2), 20-42.
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, Bogotá, 2020,*
<http://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/archivos/noticias/Comunicado%20censo%20mayo.pdf>
- Cortes Pérez, D. A. C., Prieto Muriel, D. P., & Cortés Pérez, J. P. (2017). *Primera edición: Agosto, 2017*. 118.
- Díaz Pérez, A., Ramos Rodríguez, A., & Santos Remesal, J. (2017). Gestión de integridad de activos industriales en base al riesgo. *Industria química*, 52, 44-49.
- Esteban, J., Ros, A., Sanz, M., & Lozano, R. V. (2013). La integración de la prevención en la fase de diseño. El papel del Proyectista en

- Espa#241;a y en los pa#237;ses de la Europa de los 15. *Informes de la Construcción*, 65(532), 545-555. <https://doi.org/10.3989/ic.12.076>
- García Gómez, J. (2015). *La gestión de activos en el sector de la edificación y el mantenimiento de edificios. Building Maintenance & Asset Management*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/47813>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Martínez Godínez, V. L. (2013). *Paradigmas de investigación*. 11.
- Muñoz, A., & Herrerías, J. R. (s. f.). *La seguridad industrial Su estructuración y contenido*. 733.
- Reyes Pérez, J. P. (2008). *Nueva metodología para la evaluación de la sostenibilidad respecto al requerimiento de seguridad y salud en proyectos de edificación* [[Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text), Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=212074>
- Rodríguez, J. C. G. (2012). *GENERALIDADES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICIOS; ESCENARIO COLOMBIANO*. 40.
- Salcedo, J. E. (2020). Estudio de factibilidad para conformar una empresa dedicada a la prestación de servicios de consultoría en gestión de infraestructura basada en riesgo, para compañías comerciales e industriales en los rangos de pequeña y mediana empresa ubicada en la localidad de suba de la ciudad de Bogotá. *instname:Universidad Santo Tomás*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/29236>

Trejos Gutierrez, J. O. (2017). *NORMATIVIDAD INTERNACIONAL APLICABLE AL CICLO DE VIDA EN ACTIVOS INDUSTRIALES*. 70.