

Evolución de la planeación y gestión de proyectos y la aplicación de tecnologías de la  
información

Monografía Presentada Para Obtener El Título De  
Especialista en Gestión de Proyectos

Jesús Eulides Arenas Mejía.

Universidad Nacional a Distancia (UNAD)

Especialización en Gestión de Proyectos

Bucaramanga

2017

\*RAE\*

<b>Documento</b>	Monografía
<b>Título</b>	Evolución de la planeación y gestión de proyectos y la aplicación de tecnologías de la información
<b>Autor</b>	Jesús Eulides Arenas Mejía
<b>Palabras Clave</b>	Gestión de Proyectos, Tecnologías de la información y comunicación, evolución.
<b>Descripción</b>	La presente monografía, constituye un documento de consulta que recopila a través de una revisión bibliográfica las temáticas sobre la gestión de proyectos y su evolución gracias al uso de las Tecnologías de la Información y comunicación.
<b>Fuentes</b>	Para la revisión documental se accedió a diferentes bases de datos como SCOPUS y SciELO. Además se consultaron diferentes documentos obtenidos en la red.
<b>Metodología</b>	Este proyecto consistió en una investigación cualitativa de tipo revisión documental, con el objetivo encaminado a construir un documento de consulta que recopilara la evolución de la gestión de Proyectos y la aplicación de las Tecnologías de la Información.
<b>Conclusiones</b>	Este trabajo muestra que el continuo avance y aprovechamiento de las tecnologías a través de la historia para lograr facilitar la ejecución de todo tipo de proyectos y los procesos que en estos se deben desarrollar, produce que en paralelo a la mejora del proceso y de la efectividad del proyecto, el desarrollo de soluciones eficaces y la mejora en la eficiencia en la planeación de futuros proyectos.

## **Resumen**

La Gestión de Proyectos es un arte que se ha venido desarrollando a través del tiempo, y es necesario conocer dicha evolución para estar preparados respecto el futuro de la misma; el desarrollo continuo de este arte puede verse claramente en los proyectos realizados por la humanidad desde los orígenes de la civilización registrada.

Actualmente, encontramos muchas herramientas y procesos desarrollados por la necesidad de mejora y gracias a la vinculación de diferentes áreas del saber, tal es el caso de herramientas de programación de proyectos como Project y/o herramientas de modelación de proyectos en tiempo real donde es visible la fusión de conceptos de Gestión de Proyectos a las telecomunicaciones y el internet en la generación de herramientas para volver accesible y eficiente la programación y planeación de proyectos; todo esto continuará fortaleciendo nuestra fusión con la tecnología y la necesidad de estar a la vanguardia en el desarrollo.

## **Abstract**

Project management is an art that has developed over time, and it is necessary to know the evolution for the future of the same one; the continuous development of this art can clearly be seen in the projects of construction realized by the humanity from the origins of the registered civilization.

Nowadays we find many tools and processes developed by the need of improvement and thanks to the entail of different areas of knowledge, such is the case of programming tools for projects such as Project and/or tools of modeling projects in real time where the fusion of concepts of project management to the telecommunications and the internet in the generation of tools to make accessible and efficient programming and planning of projects is visible; this merger will continue to strengthen due to our merger with technology and the need to be at the forefront of new techniques.

## Tabla de Contenido

Resumen.....	iii
Introducción .....	1
1. Definición del problema .....	2
2. Justificación .....	4
3. Objetivos.....	6
3.1. Objetivo General.....	6
3.2. Objetivos Específicos.....	6
4. Análisis Bibliométrico de la gestión de proyectos.....	7
5. Evolución De La Gestión De Proyectos .....	11
5.1. Antecedentes de la Gestión de Proyectos .....	11
5.2. Antecedentes de la Ingeniería .....	12
5.2.1. La Ingeniería en la Antigua Mesopotamia .....	12
5.2.2. La Ingeniería en el Antiguo Egipto .....	14
5.2.3. La Ingeniería en la Antigua Grecia y Roma.....	15
5.2.4. La Ingeniería en la Edad Media. ....	17
5.2.5. La Ingeniería en los Siglos XIII al XVII.....	18
5.2.6. La Ingeniería En Los Siglo XVII Al XIX D.C. ....	19
5.2.7. La Ingeniería En El Siglo XX .....	19
5.3. Evolución De La Programación Y Gestión De Proyectos .....	21
6. Gestión De Proyectos En La Actualidad .....	25

6.1.	Clasificación De Proyectos .....	26
6.2.	Análisis De Procesos Para La Gestión De Proyectos .....	26
6.3.	Herramientas De Planeación, Programación Y Gestión De Proyectos.....	28
6.3.1.	Herramientas de modelado de proyectos de construcción (BIM). .....	28
6.3.2.	Microsoft Project.....	30
6.3.2.1.	Historia.....	30
6.3.2.2.	Herramientas En Microsoft Project.....	31
6.3.3.	Herramientas De Código Abierto.....	32
6.3.3.1.	OpenProj.....	32
6.3.3.2.	Open Workbench.....	32
6.3.3.3.	GanttProject.....	32
6.3.3.4.	FusionDesk Starter Edition .....	33
6.3.3.5.	TaskJuggler .....	33
6.3.4.	Herramientas Online De Gestión De Proyectos.....	33
6.3.4.1.	Goplan .....	34
6.3.4.2.	Proyectos Net Easy.....	34
6.3.4.3.	AceProject .....	35
6.3.4.4.	Workspace.....	35
6.3.4.5.	Trac.....	35
6.4.	Futuro De Las Herramientas De Gestión De Proyectos .....	36
6.4.1.	Metodología Agile en desarrollo de software como presente y futuro de la Gestión de Proyectos.....	37

6.4.2. Waze Como Ejemplo de futuro para evolución de Herramientas de Gestión De Proyectos	38
7. Conclusiones .....	40
Lista De Referencias .....	43

## Lista De Figuras

Figura 1. Publicaciones de gestión de proyectos de 1980 al 2016.....	7
Figura 2. Autores con mayor número de publicaciones .....	8
Figura 3. Áreas de la gestión de Proyectos .....	9
Figura 4. Publicaciones en Documentos.....	10
Figura 5. Clasificación General de Proyectos Fuente:(Maldonado, 2015).....	26
Figura 6. Planeación de Proyectos. Fuente: (Alcaraz & Marhuenda, 2015).....	27
Figura 7. BIM en proyectos de construcción, Fuente: (Jiménez & Pampliega, 2015) .....	29
Figura 8. Herramientas tipo CRM para la integración de procesos.....	36

## **Introducción**

A través del análisis de la evolución histórica de la Gestión de Proyectos, en las siguientes páginas se da una visión general sobre el presente y futuro de las herramientas tecnológicas que están en proceso de revolucionar la planeación y seguimiento eficaz de los proyectos; este análisis se da incluyendo información general de las diferentes culturas y proyectos representativos de la Antigua Mesopotamia hasta nuestros tiempos, dicha información se toma de las diferentes bibliografías presentadas, y accesibles a través de la gran biblioteca que es la Red.

La revisión bibliográfica se organiza del siguiente modo: en la sección I, se realizó un análisis bibliométrico con el empleo de la base de datos Scopus que permitió determinar tendencias de investigación en el área de la gestión de proyectos, posteriormente se describe la evolución de la gestión de proyectos para finalmente esbozar el futuro de esta importante área y exponer las principales conclusiones de la revisión que permitirá al gestor de proyectos seguir involucrándose en el tema y tener una visión más amplia de los conceptos manejados.

## **1. Definición del problema**

La necesidad de crear y desarrollar nuevos métodos y tecnologías para desarrollar proyectos de manera más eficiente es inherente a cada generación, y generalmente toda nueva generación en su afán de vivir en un mundo más desarrollado no busca el origen de su realidad y caemos en errores que otras generaciones ya evitaron o lograron solucionar, por ello el conocimiento de la historia y el origen de los métodos y origen de nuestras ciencias, incluyendo la planeación y gestión de proyectos debe ser tomada en cuenta si se quiere tener conceptos claros y no caer en los errores pasados o en prácticas obsoletas.

El análisis histórico de los métodos y /o herramientas que se han implementado para la planeación y gestión de proyectos es de gran importancia para valorar en retrospectiva todo el proceso que ha dado su desarrollo, y además permite proyectar el futuro de las técnicas y nuevos desarrollos.

El análisis histórico de la ingeniería y obras de construcción en donde el conocimiento de la gestión de proyectos es clave, nos ayuda a observar los avances que se han dado para mejorar la eficiencia en tiempos y en recursos, que aunque hoy en día en un proyecto de construcción muchas veces se diseñe sin tener en cuenta todas las dimensiones que pueda llegar a tomar, se evidencia en la realidad y costos finales que es necesario que todos los interesados y participantes en el proyecto puedan de una manera efectiva crear una red rápida para implementar todas las modificaciones que se puedan dar en la ejecución del proyecto, desde la

etapa de planeación, pasando por diseño, y programación, hasta ventas, y puesta en marcha de la construcción, así como modificaciones en proceso as-build del proyecto, todo lo anterior pudiéndose apoyar con herramientas de planeación y seguimiento de procesos como lo es el conocido Project de Microsoft, sin tener en cuenta otros software tipo BIM (Building Information Modeling, en español, modelado de información de construcción) (Graphisoft, 2017).

Ante ello, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo ha sido la evolución de la planeación y gestión de proyectos y el aporte de las tecnologías de la información a esta área?

## 2. Justificación

La evolución del arte de la gestión y administración de proyectos es continua, y así la evolución de nuevas herramientas, métodos de trabajo o sistemas de control; el conocer dicha evolución hace posible analizar y tomar los mejores procesos para el tipo de proyecto; en cuanto al manejo y desarrollo de tecnologías, y la utilización de herramientas como el internet y la interconexión global, se han venido creando nuevos roles y puntos de vista en el manejo de proyectos y empresas, tal es el caso de los sistemas online de Gestión de proyectos, y las múltiples herramientas de programación de los mismos que permiten la programación y alimentación con información de otros usuarios y equipos de trabajo ubicados en diferentes zonas y ambientes u otros programas que permiten la interrelación y realimentación entre diferentes procesos de un proyecto tal como es el diseño, con el montaje y manejo de presupuestos.

A pesar del manejo de métodos para aumentar la eficiencia y productividad de las empresas siguen habiendo problemas en la programación que muchas veces termina no siguiéndose debido a la falta de información y retroalimentación de los diferentes involucrados sea por el tiempo o la distancia, lo que ocasiona que en los proyectos se generen sobrecostos y demora en plazos de entrega; estos problemas casi en su totalidad son causados por el mal manejo en la retroalimentación que se debe hacer con todos los métodos o reingeniería de cualquier actividad.

Una forma de mejorar la retroalimentación que se puede hacer con los sistemas tecnológicos que se tienen hoy en día, es el continuo análisis y evaluación de procesos, por ello, en muchos tipos de proyectos especialmente se están implementando herramientas de programación de proyectos, incluso hoy día algunos pueden ser manejadas de forma virtual, logrando más efectividad en la planeación y relación con el proyecto, logrando con ello evitar sobre costos en la ejecución, re ejecución e incluso suspensión de tareas que fueron reprogramadas por alguno de los personajes que intervienen en el proyecto.

Las herramientas de la presente década posibilitan a correcta interactividad si es posible en tiempo real de los diferentes actores de un proyecto y de los procesos que así lo permitan, un ejemplo clave se presenta en las empresas de construcción y/o comercialización de bienes inmuebles logrando mejorar el cumplimiento de sus objetivos y por ende el aumento de su rentabilidad, permitiendo al análisis por parte de los proyectistas de la oportunidad de tener trabajadores virtuales, reduciendo costos tanto de empresa como en sus trabajadores, además en algunas áreas de trabajo permite la innovación en sus trabajadores (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2017).

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Realizar un documento de consulta que recopile la evolución de la gestión de proyectos y la asimilación de herramientas tecnológicas relevantes para el desarrollo de esta área.

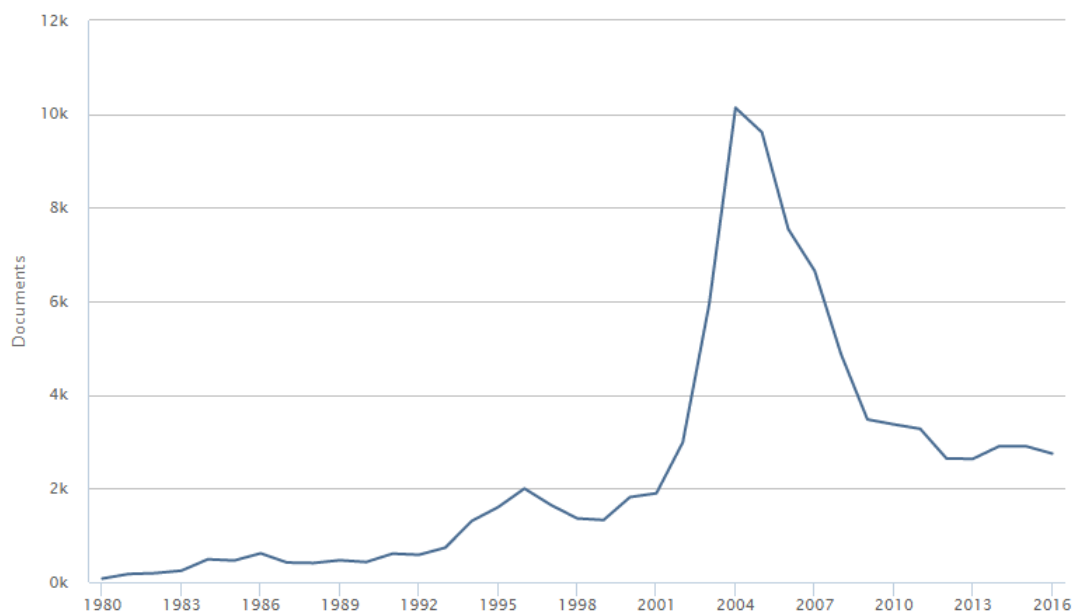
#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis bibliométrico sobre gestión de Proyectos a través de la historia
- Describir la evolución de las herramientas de gestión de Proyectos debido a la implementación de las Tecnologías de la información y comunicación.
- Esbozar el futuro de las herramientas de Gestión y manejo de Proyectos.

#### 4. Análisis Bibliométrico de la gestión de proyectos

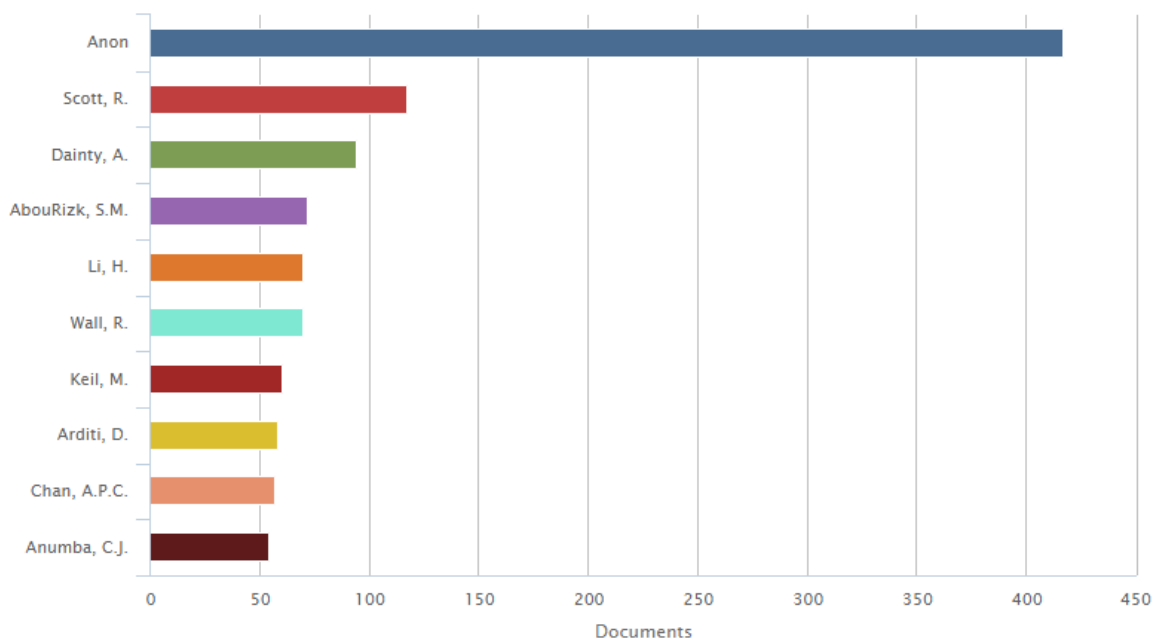
La Bibliometría estudia la organización de los sectores científicos y tecnológicos a partir de las fuentes bibliográficas y patentes para identificar a los actores, a sus relaciones y tendencias. (Spinak 1996).

En este sentido para determinar una tendencia general en investigaciones sobre Gestión de Proyectos, se eligió la base de datos Scopus para realizar la búsqueda por sus características y capacidades. Se seleccionaron los términos de gestión de Proyectos tanto en inglés como en español (“Gestión de Proyectos” or “Project management”) en el rango 1980-2016 y se encontraron 90529 registros analizados de la siguiente forma:



*Figura 1.* Publicaciones de gestión de proyectos de 1980 al 2016  
Fuente: El autor a partir de la base de datos Scopus

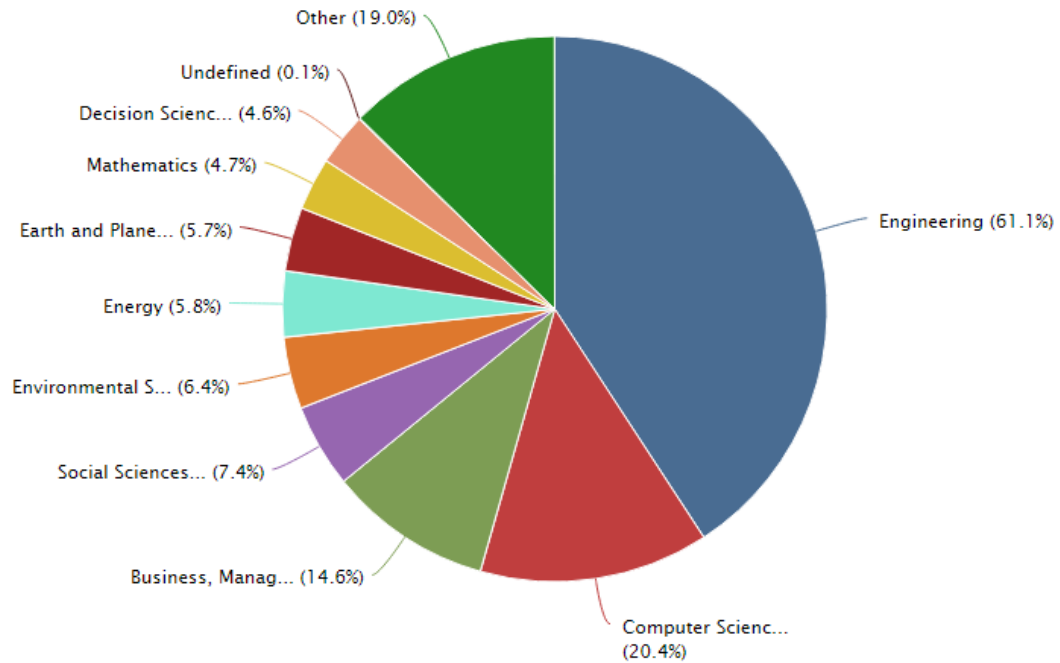
Como se puede apreciar en la Figura 1, en los primeros años se desarrollaron muy pocos trabajos relacionados con la gestión de proyectos, sin embargo a partir del 2001 empieza un auge de trabajos relacionados con el tema, presentándose una disminución a partir de 2005 y relativa estabilización a partir del 2007.



*Figura 2.* Autores con mayor número de publicaciones  
Fuente: El autor a partir de la base de datos Scopus

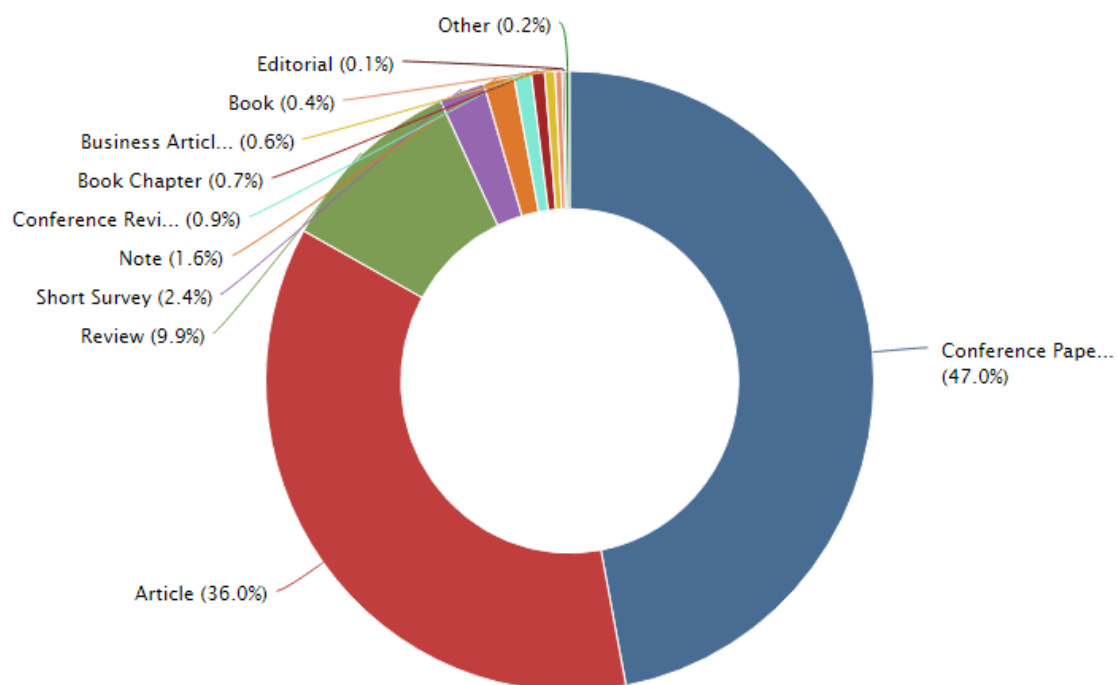
Asimismo, se pueden apreciar en la figura 2 los diez investigadores que más publicaciones tienen sobre el tema, siendo el primero de ellos Anon, J. con 417 documentos. Seguido por Scott, R. con 117 documentos.

Por otro lado, se pudo determinar que el tema de Gestión de Proyectos tiene una amplia bibliografía especialmente en áreas como la ingeniería, ciencias de la computación y administración de negocios (ver figura 3).



*Figura 3.* Áreas de la gestión de Proyectos  
Fuente: El autor a partir de la base de datos Scopus

Finalmente, se pudo determinar que aunque se han realizado continuamente conferencias y artículos en relación al tema de gestión de proyectos, existen muy pocos libros específicos al tema (ver Figura 4.)



*Figura 4.* Publicaciones en Documentos  
Fuente: El autor a partir de la base de datos Scopus

## **5. Evolución De La Gestión De Proyectos**

### **5.1. Antecedentes de la Gestión de Proyectos**

Los antecedentes de la de la Gestión de Proyectos está fuertemente asociada con la historia del desarrollo de la ingeniería, por ello, ningún grupo o sector industrial puede atribuirse su desarrollo.

La ingeniería, así como la Gestión de Proyectos han evolucionado y se ha desarrollado como arte y profesión durante más de 50 siglos de historia escrita conocida. Según Roberts & Wallace (2014), sus raíces pueden rastrearse hasta los inicios de la civilización, y su avance es paralelo al de la humanidad. Nuestros antepasados intentaron controlar y usar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el beneficio propio y de sus comunidades, estudiaron y observaron las leyes de la naturaleza y desarrollaron conocimiento de las matemáticas y la ciencia que no poseía la gente común. Aplicaron este conocimiento a fin de satisfacer las necesidades sociales mediante puertos, caminos, edificios, obras de irrigación y control de caminos y otras grandes construcciones.

De acuerdo a Malcom (1971) en *History and Development of Engineering*, las investigaciones históricas de proyectos de construcción e ingeniería enseñan a respetar el pasado y sus logros y nos ayudan discernir tendencias y evaluar las razones de los grandes cambios que han caracterizado el progreso humano adoptando una visión más clara de nuestros objetivos, aspiraciones y acciones.

En realidad, muchas características de lo que hoy en día es llamado Gestión de Proyectos eran rasgos de emprendimientos humanos antiguos. Un ejemplo particular es el de las antiguas pirámides egipcias, construidas básicamente con fuerza bruta humana. Otro ejemplo es la red de caminos romanos que se desarrolló hace alrededor de dos mil años y se extendía desde el río Éufrates hasta Escocia; algunos de estos caminos todavía existen, y gran parte de la disposición europea actual de carreteras está influenciada por las rutas romanas. Las pirámides y los caminos y vías romanas eran proyectos increíbles en sus tiempos. Las vías romanas eran parte de una red en la que se trabajó durante cientos de años e involucró a cientos de miles de esclavos y trabajadores pagos. Cabe preguntarse cómo proyectos tan grandes pueden haberse llevado a cabo sin el uso de la gestión de proyectos.

A continuación, un pequeño esbozo del desarrollo de la Ingeniería y de la Gestión de proyectos a través de la historia tomado de diferentes autores.

## **5.2. Antecedentes de la Ingeniería**

### **5.2.1. La Ingeniería en la Antigua Mesopotamia**

Según Giraldo (1997) los antiguos habitantes de Mesopotamia, actualmente Irak, se reconoce por grandes logros de ingeniería, se dice que en esta región apareció por primera vez la carreta de dos ruedas. Al sur de Mesopotamia el antiguo y misterioso pueblo Sumerio construyó canales, templos y ciudades amuralladas, las cuales constituyeron las primeras obras de ingeniería del mundo.

En su estudio, Lara (1982) alude que Hammurabi, el gran rey que gobernó Babilonia (alrededor de 1850 a 1750 A.C.), compiló el código de leyes completo que lleva su nombre. Este famoso código prevé sanciones para quienes permitieran malas prácticas de construcción y se le considera el antecesor de los reglamentos de construcción de la actualidad. El Código de Hammurabi suministraba un importante mensaje que tenía que ver con el aseguramiento de la calidad y la responsabilidad profesional, e imponía penas muy severas por su violación, lo que revela la necesidad de los constructores de tener sistemas de planeación de obras y/o Gestión de Proyecto, el cual decía:

*“Si un constructor construye una casa para una persona y no hace que su construcción sea firme y la casa que ha construido se derrumba y causa la muerte del propietario de la casa, ese constructor debe ser ejecutado.*

*Sí causa la muerte del hijo del propietario de la casa, un hijo del constructor será ejecutado.*

*Si causa la muerte del esclavo del propietario de la casa, el constructor dará al propietario de la casa un esclavo de igual valor.*

*Si destruye propiedad, restituirá lo que haya destruido, y debido a que no hizo la casa que construyó en forma firme y se derrumbó, reconstruirá por su cuenta la casa que se derrumbó.*

*Si un constructor construye una casa para una persona y no hace que su construcción cumpla con las estipulaciones y un muro se derrumba, el constructor reforzará el muro sufragando los costos”*

### **5.2.2. La Ingeniería en el Antiguo Egipto**

En el antiguo Egipto surgieron expertos en planificación y construcción. Estos precursores de la ingeniería ocupaban posiciones privilegiadas como consejeros de confianza de los reyes egipcios. La persona que tenía este puesto era un experto en construcción general que era conocido como el "maestro de obras" del rey.

Beakley (1982), refiere que estos antiguos ingenieros/arquitectos practicaron la forma conocida más antigua de la topografía, desarrollaron eficaces sistemas de irrigación y construyeron notables edificios de piedra. La inundación anual del Nilo creaba la necesidad de restablecer los linderos de los terrenos. Para hacer estos levantamientos, los ingenieros egipcios usaban secciones de cuerda que habían sido humedecidas en agua, secadas y luego recubiertas con un material de cera para asegurar una longitud constante.

Se sabe que ya en el año 3300 A.C., los egipcios desarrollaron y mantuvieron en operación un extenso sistema de diques, canales y sistemas de drenaje. Una gran masa de gente poblaba el angosto y fértil valle del Nilo, y se necesitaban obras de irrigación para mantener a la gran población y explotar el arte de la agricultura. El río también servía como el principal medio de transporte, ya que los caballos, los vehículos con ruedas y los caminos fueron desconocidos en Egipto hasta aproximadamente 1785 A.C.

Los ingenieros del antiguo Egipto buscaban construir las estructuras más altas, anchas y duraderas que el mundo jamás viera. Sus palacios, templos y tumbas fueron diseñados como símbolos del poder triunfante y eterno. Las obras más conocidas de los constructores egipcios

son las pirámides. La primera de ellas fue la pirámide escalonada de Sakkara, construida por Imhotep como sepulcro del gobernante Zoser aproximadamente en 2980 A.C.

Herodoto, el historiador griego que visitó Egipto en el siglo V A.C., refirió que fueron necesarios 100.000 hombres que trabajaron 20 años en periodos de tres meses para construir la pirámide. Los bloques de piedra se llevaban flotando hasta el sitio por una estructura elevada construida para ese propósito: Utilizando cuerdas, palancas, rodillos, trineos de madera: rampas de tierra y cinceles de cobre, los trabajadores egipcios construyeron la pirámide con estándares de ingeniería precisos y estrictos.

### **5.2.3. La Ingeniería en la Antigua Grecia y Roma** ¡Error! Marcador no definido.

De acuerdo con Rodríguez (2014), los griegos, recordados por su lógica abstracta y su capacidad para teorizar y sintetizar el conocimiento del pasado, con sus aportes en el arte, la literatura y la filosofía fueron grandiosos que tienden a eclipsar sus contribuciones a la ingeniería. Eran proclives a centrarse principalmente en la teoría y le daban poco valor a la experimentación, a la verificación y a las aplicaciones prácticas. De hecho, los grandes pensadores griegos sostenían que cualquier aplicación de los frutos de la mente a las necesidades materiales no merecía dignidad ni respeto.

Según Murado (2010), la península griega estaba tan dividida por cadenas montañosas que la comunicación por tierra era difícil, los griegos se volvieron hacia el mar para convertirse en los primeros grandes constructores de puertos. Heródoto describió proyectos de construcción interesantes como un rompeolas o escollera que se construyó para proteger el puerto de Samas;

el rompeolas tenía 365 metros de longitud y se construyó en aguas con una profundidad de 35 metros. Representa la primera construcción conocida de un puerto artificial, y llegaría a convertirse en un prototipo para la planeación de puertos aun en los tiempos modernos. El interés de los griegos en la navegación condujo a la construcción del primer faro del mundo: el Faro de Alejandría, una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo.

Los romanos, posiblemente los ingenieros más famosos de la antigüedad, dedicaron más recursos a las obras públicas que sus predecesores. Con mano de obra barata que incluía miles de esclavos- y abundante materia prima construyeron arenas, caminos, acueductos, templos, vestíbulos, edificios de gobierno, baños y foros públicos.

Los estudiosos como Acevedo (2010) dividen la historia de Roma en dos periodos principales la República, que abarca desde 535 A.C., la legendaria fecha de la fundación de Roma, hacia el año 24 A.C.; y el Imperio, que abarca desde 24 A.C., hasta 476 D.C. La República fue una era de conquista y explotación de las extensas posesiones coloniales de Roma, época en la que los logros de ingeniería de Roma se concentraban sobre todo en Italia. El Imperio fue un periodo relativamente pacifico en el cual las obras públicas se extendieron hasta las colonias; hoy pueden encontrarse vestigios de algunas de estas obras de ingeniería en España, Francia, África del Norte y el Cercano Oriente.

En contraste con los griegos, los romanos eran constructores prácticos que dependían más de la experiencia que de la lógica matemática y de la ciencia. Sus obras eran de un diseño simple, pero de escala impresionante, y de una ejecución audaz. Desde cualquier punto de vista, en sus obras se enfatizaba más la función que el aspecto artístico o estético. Los constructores romanos tienen el crédito de haber hecho contribuciones significativas a la ingeniería, que incluyen el

desarrollo de métodos de construcción mejorados, el descubrimiento y el uso del cemento hidráulico, y el diseño de varias máquinas de construcción.

#### **5.2.4. La Ingeniería en la Edad Media.**

Finch (1952), describe que durante los cerca de ocho siglos que siguieron a la caída del Imperio Romano, el periodo conocido como la Edad Media, fueron relativamente pocos los avances en la ingeniería, aunque, se dieron algunos progresos en especial en el diseño estructural y en el desarrollo de máquinas y dispositivos para ahorrar energía y aumentar la potencia.

Quizás las estructuras más interesantes de la Edad Media fueron las catedrales góticas de las que se ha dicho que son algunas de "las construcciones más ligeras y más atrevidas de 'con el mínimo de piedra' jamás erigidas por el hombre". Estas estructuras altas y elegantes, con ventanas de vidrio de color, arcos centrales ojivales y muros altos y angostos apoyados lateralmente por medio de arcos, llamados botareles con arbotantes, son evidencia del elevado nivel de competencia estructural de los ingenieros y arquitectos que las diseñaron, así como de los diestros maestros de obra que las construyeron.

Durante la Edad Media los ingenieros buscaron mejorar las capacidades productivas de los seres humanos y de los animales implementando y mejorando máquinas que ahorran trabajo. Muchos de los dispositivos, materiales y técnicas de ingeniería mejorados durante la Edad Media aparecieron primero en el Lejano Oriente, especialmente en China. Estos avances incluyeron la invención de la pólvora y el desarrollo de procesos para la manufactura del papel, la fundición del hierro y la fabricación de textiles.

### **5.2.5. La Ingeniería en los Siglos XIII al XVII**

Según Galindo (1996), en la Edad Media se hicieron importantes avances en el transporte y las comunicaciones, que promovieron los descubrimientos científicos y aceleraron la difusión del conocimiento. En el siglo XIII, los ingenieros/arquitectos italianos inauguraron una era moderna de construcción de canales mediante la invención de la esclusa para canales. Poco tiempo después se construyeron redes de canales navegables en toda Europa. Durante este periodo, también se lograron avances en la navegación y en la construcción de barcos, y se construyeron muelles y puertos para el transporte oceánico.

Los tipos móviles inventados por Johann Gutenberg hizo posible la difusión generalizada de información sobre temas diversos, incluyendo ciencia e ingeniería. Alrededor del año 1500 d.C. se estaban publicando libros sobre topografía, hidráulica, química, minería, metalurgia y otros temas científicos y de ingeniería (Biografías y Vidas, 2015).

El avance de la ciencia durante los siglos XV, XVI y XVII tuvo un gran impacto sobre los desarrollos tecnológicos e industriales que siguieron, y las contribuciones de los científicos de esa época ejercen influencia hasta la actualidad. Algunos de estos científicos y sus contribuciones al conocimiento científico son los siguientes:

- Leonardo da Vinci (1452-1519).
- Nicolás Copérnico (1473-1543).
- Robert Hooke (1635-1703).
- Sir Isaac Newton (1642-1727).
- Thomas Newcomen (1663-1729).

### **5.2.6. La Ingeniería En Los Siglo XVII Al XIX D.C.**

Según Pellini (2015) en este siglo XVII se desarrollaron avances en el transporte, y la manufactura, entre ellos se tienen, modelos funcionales de máquinas a vapor por parte de James Watt y Matthew Boulton para diferentes industrias y servicios, incluyendo el bombeo y el inicio del transporte ferroviario, llegando a 310.000 kilómetros de vía en EUA en el año 1900.

Durante este periodo hubo avances en la tecnología de la construcción de caminos. El constructor de caminos más famoso de esta era fue el escocés John Macadam (1756-1836), quien desarrolló un método de construcción de caminos mediante la compactación de capas de piedra picada.

Desde el punto de vista de los logros de la ingeniería en el siglo XIX, según Domínguez (2015), el desarrollo de la electricidad como fuente de energía se sitúa como uno de los más significativos. Este logro se atribuye principalmente a los esfuerzos de numerosos científicos e ingenieros durante la segunda mitad del siglo XIX. Sin embargo, se alcanzó con base en los descubrimientos de físicos de principios del siglo XIX, quienes definieron la naturaleza fundamental de la electricidad: hombres como Georg Simon Ohm de Alemania, Alessandro Volta de Italia, y Charles Coulomb y André Ampere de Francia.

### **5.2.7. La Ingeniería En El Siglo XX**

Al despuntar el siglo XX, de acuerdo con Doego (2015), los inventores y los ingenieros estaban enfrascados frenéticamente en sus intentos para hacer volar un objeto más pesado que el

aire. El éxito llegó en 1903, cuando Wilbur y Orville Wright volaron su avión en un recorrido que duró 12 segundos y cubrió una distancia de 37 metros. Desde ese vuelo inicial, la aviación comercial ha crecido hasta dominar el transporte de pasajeros de larga distancia, el cual en 1998 representaba 91 por ciento de los kilómetros-pasajero de viajes entre ciudades de Estados Unidos. Actualmente, las líneas aéreas comerciales alcanzan de manera rutinaria velocidades de vuelo de 880 kilómetros por hora, y en los viajes transoceánicos con aviones supersónicos se han alcanzado velocidades de hasta 2300 kilómetros por hora. Se han construido más de 3000 aeropuertos en Estados Unidos para acomodar los viajes aéreos, incluyendo aproximadamente 2200 aeropuertos de aviación general que sirven a aviones privados más pequeños.

Diferentes carruajes "sin caballo" habían sido diseñados para 1900, y hacia 1904 se construían vehículos de motor en número considerable. Henry Ford contribuyó en gran medida al desarrollo y popularidad de los automóviles al introducir la producción en serie moderna y el costo accesible de los vehículos. Al final del siglo XX, casi nueve de cada diez hogares estadounidenses tenían un vehículo de motor.

A principios del siglo XX ingenieros y científicos introdujeron varios avances en el tratamiento de aguas residuales logrando el éxito en la reducción de muertes por fiebre tifoidea, reduciendo de aproximadamente 10,000 en 1906 a cerca de 200 veinte años después.

El primer proyecto de construcción de magnitud excepcional que se terminó en los tiempos modernos fue el canal de Panamá inaugurado en 1914, con aproximadamente 80 km de longitud, logrando reducciones notables en las distancias interoceánicas de transporte de materias primas en casi 12.000 km (Autoridad del Canal de Panamá, 2015).

### **5.3. Evolución De La Programación Y Gestión De Proyectos**

Malcom (1971), refiere que las pirámides y los caminos y vías romanas eran proyectos grandes, pero eran relativamente simples. La red de caminos y vías romanas no se desarrolló como un proyecto simple con un límite de costo y un objetivo de tiempo, sino que se expandió junto con el imperio y se financió mediante los saqueos que este hacía de los numerosos países que conquistaba. Los procesos utilizados eran relativamente simples, aunque implicaban cantidades enormes de trabajo duro e ingeniosidad e innovación considerables. Sin embargo, el hecho de que no hubiera restricciones de tiempo ni de costo significaba que no había necesidad de una herramienta de gestión y control como la gestión de proyecto. En lo que respectaba a los emperadores, había tiempo y dinero de sobra. No fue hasta la Revolución Industrial, según Portillo (2015), que se produjo un aumento significativo de la complejidad de los proyectos, pues que cada vez más procesos de fabricación se industrializaron. Por ejemplo, nuevos procesos tales como el hilado de algodón llevaron al desarrollo de fábricas de algodón grandes que utilizaba máquinas a vapor.

El vapor se generaba quemando carbón. La industria del algodón ocupó a una gran cantidad de personas diferentes, desde esclavos de Norteamérica que eran forzados a escoger el algodón hasta mineros de Yorkshire que extraían el carbón. Estos procesos eran interdependientes. La interrupción del suministro de cualquiera de las materias primas o de los componentes del sistema podía dar lugar al colapso de todo el proceso.

La interdependencia de los proyectos creció constantemente, y también lo hizo la necesidad de una herramienta combinada de planificación y control (Roberts & Wallace, 2014).

La gestión de proyecto como disciplina apareció realmente por primera vez en el proyecto de desarrollo de la bomba atómica basado en Los Álamos, en Estados Unidos, en los años 40. De acuerdo con Merchán (2014), la bomba atómica empleó tecnologías completamente nuevas que hacían uso de hechos científicos recientemente descubiertos. El proyecto reunió a una gran cantidad de científicos e ingenieros altamente especializados, que trabajaron muy juntos en un proyecto extremadamente interdependiente. Había decenas de miles de posibilidades de que algún componente fallara, y cualquier falla daría lugar a un desastre. Además, había un límite de tiempo impuesto por el mundo real. En 1944, Estados Unidos había logrado que los japoneses volvieran al otro lado del Pacífico y estaba en condiciones de invadir Japón. Los estrategas militares de Estados Unidos estimaron que sus fuerzas armadas sufrirían más de un millón de muertes si intentaban una invasión opuesta del continente japonés. No encontraron ninguna alternativa para forzar una rendición japonesa final más que una nueva súper-arma, la bomba atómica. Los acontecimientos en el Pacífico dictaron que el arma debía estar lista a mediados de 1945 para tener un impacto estratégico en la guerra.

A mediados de los 50, el tamaño y la complejidad de muchos proyectos habían aumentado tanto que las técnicas de gestión tradicional y bien desarrollada de muchas industrias no eran suficientes. La industria de defensa de Estados Unidos experimentaba dificultades para controlar el costo y los tiempos programados de sus proyectos de sistemas de armamento a gran escala, incluidos submarinos nucleares y aviones de combate aéreo estratégicos. Se produjeron enormes sobrecostos y excesos de tiempo. El principal problema era el de intentar controlar proyectos complejos que involucraban un gran número de variables sobre las cuales el gerente no tenía ningún control inmediato. Para enfrentar esta situación, la Armada de Estados Unidos y la

compañía DuPont desarrollaron, casi simultáneamente, dos sistemas basados en redes. En 1957, DuPont creó el método del camino crítico (MCC), y, en 1958, la Armada estadounidense desarrolló la técnica de evaluación y revisión del programa (PERT). Ambos métodos se concibieron exclusivamente para planificar, programar y controlar grandes proyectos con un gran número de actividades interrelacionadas. Unos diez años más tarde, ambos métodos se combinaron con técnicas de simulación por computadora para crear un método denominado técnica de evaluación y revisión gráfica (GERT), con el objeto de permitir un análisis más realista de la programación de tareas. Las cosas comenzaron a cambiar nuevamente a finales de los años 60 con la llegada de tecnología de computación de sistemas básicos. Esta nueva tecnología permitió el almacenamiento y el procesamiento de grandes cantidades de datos. Esto proporcionó la oportunidad informatizar las herramientas de PERT y MCC.

Obviamente, se aceleraron los cálculos y se posibilitó la reprogramación de extensos programas de manera muy rápida. La tecnología también proporcionó la posibilidad de considerar varios niveles de control simultáneamente. Por ejemplo, la información de costos se podía vincular a los programas PERT y MCC, lo que permitió la generación rápida y confiable de información combinada del desempeño en relación con el costo y el tiempo. La combinación de técnicas y herramientas de gestión de proyecto e informatización propició un crecimiento enorme de la disciplina dado que las compañías se dieron cuenta de que podían tener cierto grado de control sobre la planificación y la implementación que antes habría sido inimaginable.

La disciplina de la gestión de proyecto prosperó en este ambiente, y el PMI (Project Management Institute, 2015), en Estados Unidos, y la APM (Association for Project Management), en el Reino Unido, se instituyeron formalmente a finales de los años 60. Durante

los años 60, surgieron nuevos métodos que se pusieron al servicio de los gerentes de proyecto. Algunos permitían a estos gerentes determinar los tipos y las cantidades de recursos requeridos para cada actividad, así como planificar y asignar recursos simultáneamente a diferentes proyectos. Aunque era una noción que existía desde hacía bastante tiempo, no fue hasta los años 70 que el concepto de valor económico agregado basado en la planificación y el control comenzó a utilizarse ampliamente. A partir de este concepto se llegó a los sistemas de medición del desempeño que no solo permitían el seguimiento de los gastos, sino que también los relacionaban con el valor del trabajo realizado. Esto permitió hacer pronósticos mucho más fiables del costo final de los proyectos y de su fecha de finalización. La APM produjo su CdC en 1988 y ayudó en la preparación de la norma británica BS 6079:2010 y de los estándares europeos ISO 10006:2003 e ISO 21500:2012. Estos documentos son estándares británicos e internacionales/europeos para la práctica de la gestión de proyecto y, en gran medida, marcan las fronteras del desarrollo de la disciplina como profesión hoy en día.

Antes de los años 80, los sistemas de planificación y seguimiento de proyectos solo estaban disponibles para grandes computadoras centrales. La mayoría de los sistemas eran muy costosos y el costo en que debían incurrir las organizaciones para operar los sistemas restringieron su utilización solamente a los proyectos más grandes. Esto cambió en los años 80 con la aparición de la microcomputadora, que era relativamente económica. En la actualidad, es fácil disponer de una gran variedad de programas de software de gestión de proyecto de alta calidad. El software de bajo costo permitió aplicar técnicas avanzadas de planificación, programación, análisis de costos, planificación de recursos y análisis de desempeño a proyectos de cualquier dimensión.

## 6. Gestión De Proyectos En La Actualidad

Como se puede observar, los procesos de Gestión y ejecución de Proyectos se han dado desde los comienzos de la civilización humana, teniendo la necesidad de enfrentarse a problemas de organización de actividades diarias tales como recolección de alimentos y la coordinación de la conducta social de sus miembros; sin embargo, el hombre en los primeros periodos de la historia nunca probablemente no se detuvo a examinar los problemas de planeación, programación y control, en parte porque para cualquier obra que emprendiera podría obtener fácilmente recursos.

En la actualidad al ser imperativa la necesidad de optimizar recursos, se ha hecho necesaria la sistematización de procedimientos administrativos, o sea, convertir una serie de principios en sistemas que se puedan emplear en la solución de problemas específicos.

En general, los sistemas de Gestión de Proyectos actuales se pueden resumir según la doctrina Administrativa de Fayol (1961), en:

1. Pronóstico: Investigación científica de las características del proyecto.
2. Planeamiento: Definición de objetivos, metas, prioridades, y cursos alternos de acción.
3. Organización: Asignación de tareas y funciones
4. Dirección: Energía necesaria para que el resto de los principios funcionen implicando la toma decisiones, información, motivación, comunicación y supervisión de personal y recursos.
5. Coordinación: Interrelación de procesos, funciones y personas, evitando la duplicidad de esfuerzos.

6. Control: Principio mediante el cual se detectan fallas y errores, dependiendo de la coordinación.

### 6.1. Clasificación De Proyectos

Según Maldonado (2015), los proyectos pueden tener diversos tipos de clasificación dependiendo el tipo, el sector, etc. Incluso puede llegar a clasificarse teniendo en cuenta las definiciones de quien lo maneja. En la siguiente Figura se puede observar un esquema general y resumen de las formas de clasificar los proyectos.

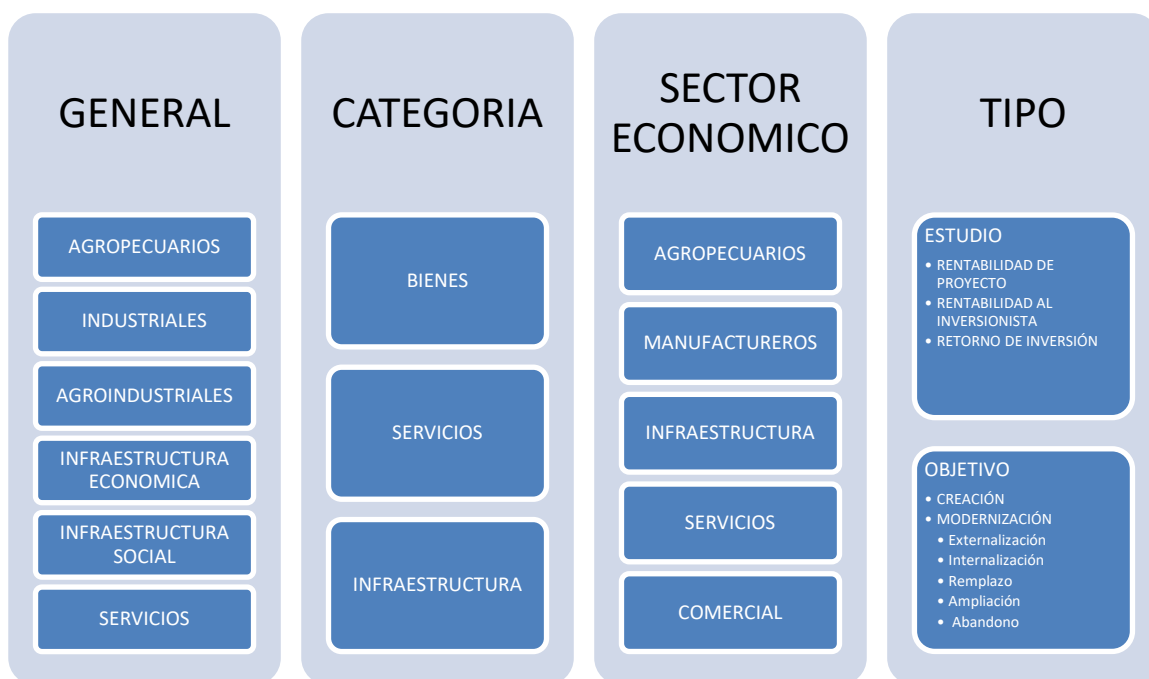


Figura 5. Clasificación General de Proyectos Fuente:(Maldonado, 2015).

### 6.2. Análisis De Procesos Para La Gestión De Proyectos

Alcaraz & Marhuenda (2015) refieren que para asegurar la ejecución exitosa de un proyecto el mismo debe intentar planearse concienzudamente desde sus bases hasta su forma de ejecución, en términos generales planificar un proyecto consiste en definir los objetivos, el trabajo a realizar, los recursos disponibles, el plazo y el presupuesto. Más concretamente, en la fase de planificación se deben definir objetivos y analizar el ámbito de proyecto como lo mostrado en la siguiente figura.

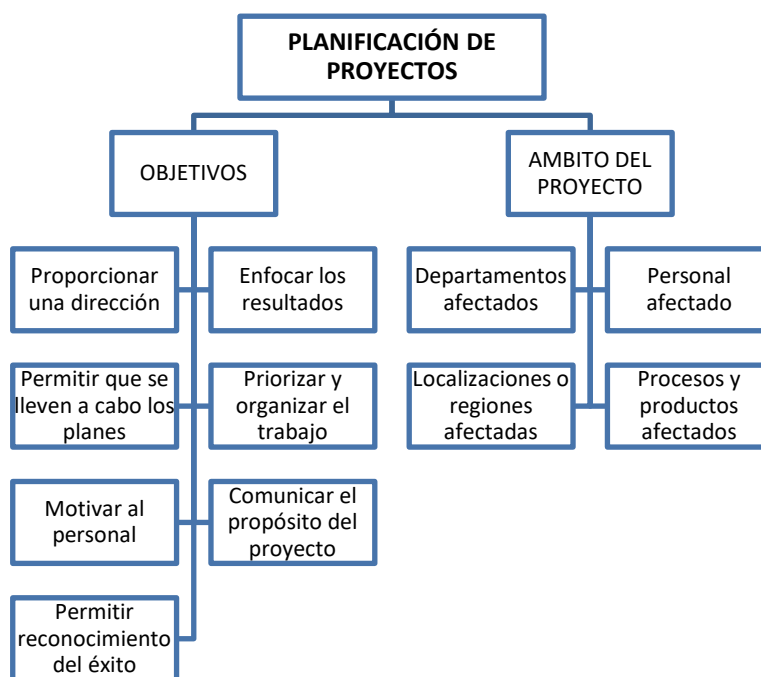


Figura 6. Planeación de Proyectos. Fuente: (Alcaraz & Marhuenda, 2015)

Al realizar este proceso concienzudamente se debe llegar a:

1. Definir el proyecto, especificando los objetivos, recursos disponibles, tiempo necesario y presupuesto general.
2. Dividir el trabajo (fases, departamentos, servicios, entre otros).

3. Dividir el trabajo en actividades o tareas.
4. Representar el diagrama de descomposición del trabajo adecuado.
5. Establecer las relaciones de precedencia entre actividades.
6. Estimar la duración de las actividades determinando los recursos implicados y estimando las necesidades de éstos por parte de las actividades.

### **6.3.Herramientas De Planeación, Programación Y Gestión De Proyectos**

Las tecnologías de la información se van desarrollando constantemente, dando la posibilidad del desarrollo continuo de herramientas y métodos que posibilitan el mejoramiento de los sistemas y/o métodos de Gestión de Proyectos; existen multitud de herramientas para la planeación, programación y gestión de proyectos, incluyendo herramientas de tipo virtual y gestión colaborativa de proyectos; dentro de los más destacados y usados en la industria esta Project como herramienta de planeación de proyectos y sistemas de diseño BIM.

#### **6.3.1. Herramientas de modelado de proyectos de construcción (BIM).**

Según Jiménez & Pampliega (2015), el BIM (Building Information Modeling) ó Modelado de Información de Construcción esta transformando la toma de decisiones y el mejoramiento de procesos, ya que permite una mejorar la coordinación y colaboración entre los distintos profesionales que intervienen en el diseño, y la mejora de la planificación y gestión del proyecto. Forja relaciones de trabajo más estrechas entre todas las partes – arquitectos, ingenieros

estructurales, consultores y contratistas mecánicos y eléctricos – desde el principio, permitiendo que los involucrados en el proceso de diseño, especificación y construcción tenga una comprensión más clara de cómo es el diseño del edificio, y de los condicionantes y requisitos que les afecta. BIM permite el trabajo colaborativo desde el principio. En la fase de preconstrucción ya pueden estar trabajando en el desarrollo de proyecto agentes que antes no lo hacían como contratista general, facilities managers, subcontratistas, fabricantes. Esto es gracias a los servidores BIM como los de Revit o ArchiCAD que dan acceso a la maqueta virtual a dichos agentes o bien mediante la exportación del modelo a IFC y su monitorización y chequeo a través de visualizadores gratuitos como Solibri o Tekla BIMsight, por poner dos ejemplos.



*Figura 7. BIM en proyectos de construcción, Fuente: (Jiménez & Pampliega, 2015)*

El anterior proceso se ha desarrollado debido a la implementación de las tecnologías de la Información, y a su constante evolución, permitiendo la elaboración virtual de los proyectos de

construcción, el análisis y acompañamiento de todos los involucrados, además, permite el seguimiento real de la ejecución física de los proyectos llegando a encontrar problemas y soluciones antes de que sucedan.

### **6.3.2. Microsoft Project.**

Software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo (Delta PC, 2016).

#### *6.3.2.1. Historia*

La primera versión del programa fue lanzada para el sistema operativo DOS en 1984 por una compañía que trabajaba para Microsoft. Microsoft adquirió todos los derechos del software en 1985 y produjo la versión 2. La versión 3 para DOS fue lanzada en 1986. La versión 4 para DOS fue la última versión para este sistema operativo, comercializada en 1987 (Wikipedia, 2016).

La primera versión para Windows fue lanzada en 1990, y fue llamada versión 1 para Windows. Un dato interesante es que la primera versión para DOS introdujo el concepto de Líneas de dependencia (link lines) entre tareas en la gráfica de Gantt. Aunque este software ha sido etiquetado como miembro de la familia Microsoft Office hasta el momento no ha sido incluido en ninguna de las ediciones de Office. Está disponible en dos versiones: Standard y Professional (Wikipedia, 2016).

### *6.3.2.2.Herramientas En Microsoft Project.*

Aunque hay muchas herramientas en Microsoft Project que pueden ayudar en diversos momentos del planteamiento y la ejecución de un proyecto, quizás las dos más útiles son: el Diagrama de GANTT, que se encarga del tiempo en el que se programan las tareas, y el Diagrama PERT, que aclara la relación entre las mismas (Ecured, 2015).

#### - Diagrama De Gantt

En este diagrama cada tarea está representada por una barra horizontal, y se sitúan a lo largo de un período de tiempo llamado escala temporal, de forma que la longitud de cada barra corresponde al tiempo que se tiene estimado para cada tarea. También a través del diagrama de Gantt se puede ver la relación entre tareas, cuando varias barras horizontales se unen entre sí indicando que una tarea es inmediatamente posterior a otra y se tiene que realizar cuando haya terminado la anterior (CCMBenchmark, 2015).

#### - Diagrama De Pert

Este diagrama es para el caso de que se desee comprobar las relaciones de las tareas y no tanto su duración. En el diagrama Pert las tareas están representadas por recuadros, llamados nodos, que contienen información de las mismas, y cuando varias tareas están relacionadas, bien porque una vaya inmediatamente después de otra bien porque una dependa de otra, se unen por líneas (ADA Consultores, 2002).

### **6.3.3. Herramientas De Código Abierto.**

Dentro de las herramientas software de Gestión de Proyectos de código libre, según La Salle Campus BCN (2015), se encuentran:

#### *6.3.3.1.OpenProj*

En OpenProject (2015), se indica que es un proyecto libre y de código abierto de gestión de programas de software Serena Software Incorporated. El desarrollador afirma que OpenProj es un reemplazo de Microsoft Project y otras soluciones de proyectos comerciales. Ha sido descargado más de 1.250.000 veces en pocos meses desde su lanzamiento y se está utilizando en más de 142 países. Aunque no es igual a MS Project, este programa ofrece varias funciones útiles para la planificación de proyectos, programación y gestión.

#### *6.3.3.2.Open Workbench*

Según Itdesign GmbH (2015), Open Workbench ha sido diseñado para la programación y gestión de proyectos. Open Workbench está patrocinado por la División Clarity de CA. Se trata de una aplicación de código abierto que se ejecuta en la plataforma Windows, incluyendo Windows 2000 y XP. El software se puede descargar y utilizar de forma gratuita.

#### *6.3.3.3.GanttProject*

Según GanttProject Team (2015), GanttProject tiene una interfaz fácil de usar, simplemente puedes iniciar la planificación de proyectos de inmediato después de la instalación. Este programa es una herramienta de gestión publicada bajo la licencia GPL. Por tanto, puedes

descargarlo y utilizarlo de forma gratuita. Está disponible para múltiples plataformas, incluyendo Windows, Linux y Mac.

#### *6.3.3.4.FusionDesk Starter Edition*

Según FusionDesk (2015), FusionDesk Starter Edition proporciona la planificación del proyecto básico y algunas características de gestión. No podrá ser la solución adecuada si estás buscando un programa de gestión de proyectos completo, ya que carece de algunas características de gestión como los diagramas de Gantt y de gestión de recursos.

#### *6.3.3.5.TaskJuggler*

Según Schlaeger (2015), TaskJuggler está desarrollado principalmente para los sistemas Linux y Unix-like. El programa proporciona la planificación del proyecto y la solución de seguimiento de manera superior a las herramientas de uso común, como la edición de gráficos de Gantt. Se trata de un programa de gestión de proyectos de software para administradores de proyectos serios. Se trata de una aplicación de código libre y abierto.

### **6.3.4. Herramientas Online De Gestión De Proyectos.**

Hay muchas herramientas online de gestión de proyectos disponibles, según La Salle Campus BCN (2015), la mayoría de ellas son servicios comerciales, pero algunas empresas también ofrecen plan gratuito o cuenta con funciones limitadas para quienes tienen necesidades básicas. Con ellas es posible desarrollar la planificación del proyecto, las tareas de gestión, programación, asignación de recursos, el seguimiento de tiempo y la generación de informes sólo con tu navegador favorito (Internet Explorer, Firefox, Opera y Google Chrome, etc). Con la

gestión de proyectos online, no hay ningún software para descargar e instalar. Todo lo que necesitas hacer es registrarte, iniciar sesión y utilizarlo. Se puede acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento. A continuación, se presenta una corta lista de ellos:

#### *6.3.4.1.Goplan*

Según Reinhardt Media, Ltd. (2015), Goplan proporciona características útiles, tales como la gestión de tareas, hitos, seguimiento de problemas, el tiempo de seguimiento, el calendario y las versiones de archivos. El programa se carga como servicio de suscripción, hay varios planes disponibles para que elijas como inicio, profesional y sin límites. También hay plan gratuito que proporciona las características básicas, tales como Gestionar 3 proyectos, 2 usuarios, 2 colaboradores y 100 MB de almacenamiento.

#### *6.3.4.2.Proyectos Net Easy.*

Según Logic Software Inc. (2012), Proyectos de Easy NET ofrece características que incluyen plantillas de proyecto, auto asignación de los permisos, los hitos a nivel de proyecto, el indicador de puntualidad, las operaciones, el cálculo automático de los avances sobre la base de las actividades, un número ilimitado de campos personalizados, estados personalizados, categorías y prioridades y Diagrama de Gantt interactivo. Está disponible en varios idiomas, incluyendo inglés, francés, alemán y ruso. Existe la cuenta gratuita que permite un solo usuario con 100 MB de espacio de almacenamiento y número ilimitado de proyectos y actividades.

#### *6.3.4.3.AceProject*

Según Websystems Inc. (2015), AceProject ofrece gestión de recursos, gestión de tareas, estadísticas e informes de proyectos, diagramas de Gantt, el calendario, el seguimiento de tiempo, las soluciones de gestión de documentos. Puedes obtener plan básico de forma gratuita con funciones limitadas: 5 usuarios, 5 proyectos, 50 tareas y 50 MB de espacio de almacenamiento.

#### *6.3.4.4.Workspace*

Según workspace.com, inc. (2015), Workspace.com es una plataforma de proyectos para equipos de tecnología. Proporciona un conjunto de ocho proyectos orientados a las aplicaciones (planes, requisitos, pruebas, defectos, problemas, cambios, documentos y hojas de asistencia) construidas sobre los cimientos de los servicios básicos que conectan los equipos y sus datos.

#### *6.3.4.5.Trac*

Según Edgwall Software (2015), Trac es una herramienta de gestión de proyectos de peso ligero que se implementa como una aplicación basada en web, escrita en el lenguaje de programación Python. Ideal para la gestión de los desarrollos de software, es lo suficientemente flexible como para utilizarla para muchos tipos de proyectos. El programa ofrece características de administración de proyectos y de seguimiento de fallos, y más características se pueden agregar mediante el uso de plug-ins disponibles, como el del anti-spam para diagramas de Gantt, gestión de archivos y seguimiento de tiempo.

#### 6.4. Futuro De Las Herramientas De Gestión De Proyectos

La evolución de software y sistemas para la conectividad lleva a pensar que las herramientas para la Gestión de Proyectos van a ser cada vez más autosuficientes y mejorarán las opciones colaborativas entre usuarios, permitiendo la alimentación continua y la ejecución de procesos para dar alertas de errores o fallas en los procesos de planeación y ejecución de tareas. Algunos ejemplos de software y aplicaciones que ya incluyen características que podrán implementarse en los softwares de Gestión de Proyectos son las herramientas tipo CRM (Customer Relationship Management) que son herramientas que intentan coordinar todos los integrantes de un proyecto o empresa. Algunos ejemplos de este tipo de herramientas son:

	<p><b>CONTROL INTEGRAL DE OBRAS (Tekne Ltda)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIO es un sistema totalmente integrado, que involucra todos los procesos de diseño, planeación y control de un proyecto de construcción. Es de fácil manejo, pero muy poderoso</li> </ul>
	<p><b>CRM (SalesForce)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de Administración las relaciones con los clientes internos y externos de una organización, constituye una estrategia para administrar todas las interacciones de su empresa con los clientes actuales y potenciales. CRM permite a su empresa aumentar la productividad y cerrar más contratos, así como mejorar la satisfacción y la retención de los clientes.</li> </ul>
	<p><b>ISIIGO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un software empresarial que le brinda una solución on-line a las empresas, facilitando la gestión de sus tareas, centralizando toda la información de los clientes, proveedores, distribuidores, empleados y compradores potenciales de las empresas.</li> </ul>

Figura 8. Herramientas tipo CRM para la integración de procesos

#### **6.4.1. Metodología Agile en desarrollo de software como presente y futuro de la Gestión de Proyectos**

Las metodologías que se han venido desarrollando en la Gestión de Proyectos desde el siglo pasado han sido básicamente dos, LEAN para el desarrollo de proyectos de construcción y Metodología de desarrollo ágil de software ó Metodología Agile, bautizada así en el año 2001 (Wikipedia, 2017) , la cual se refiere a la integración auto coordinada e iterativa de múltiples actores que ejecutan un proyecto global a través del cumplimiento de hitos o tareas que pueden ser o no solapadas entre sí, este tipo de metodología de Gestión de Proyectos en la industria del software, al volcarnos cada vez al mundo de la información, puede también aplicarse en otro tipo de industrias y su auge se ve incrementado por el desarrollo de la filosofía de teletrabajo, que permite la vinculación de innumerables actores, no limitados por husos horarios ni distancia, permitiendo además que los avances sean continuos y no se vean limitados por una única zona horaria (LeanSight Consulting SPA, 2015).

Es importante indicar que al igual que todo sistema, como se indica en ponencia de Israel Alcázar (Agile Spain, 2015), el método, el lugar de uso apropiado de una herramienta es el que posibilita el éxito de su labor, y en la metodología Agile y todos los sistemas que utilizan esta metodología, siendo Scrum el más usado, se requiere que todo el equipo de desarrollo o actores involucrados en todas las etapas del proyecto estén en constante contacto con el usuario final de la aplicación o del formulador del proyecto, a través de entes o personajes que logren interactuar de manera clara y proactiva con todos los usuarios, permitiendo que la información de lo que se

requiere sea lo que efectivamente se esté desarrollando, cumpliendo la filosofía Agile de entregar productos de calidad al menor tiempo y costo posible (Rodríguez, 2012).

Las metodologías ágiles permiten adaptar la forma de trabajo a las condiciones del proyecto, consiguiendo flexibilidad e inmediatez en la respuesta para gestionar el proyecto acorde a las circunstancias específicas del entorno. En cada etapa del proyecto es posible informar al cliente sobre el desarrollo del mismo, lo que permitirá optimizar las características del producto final (Tew, 2012).

En los próximos años la especialización en gestión de proyectos va a experimentar un importante auge y crecimiento. Entre el 2010 y el 2020 se crearán 15,7 millones de puestos de trabajo con el rol de gestores de proyectos (Project Management Institute, 2015).

Los métodos ágiles de desarrollo serán utilizados en el 80% de todos los proyectos de desarrollo de software. Sin embargo, el concepto de agilidad no solo está asociado al desarrollo de software y proyectos de tecnología; la filosofía que comprende el pensamiento ágil y las diversas metodologías asociadas con Agile, como Scrum, Kanban, entre otras, se pueden aplicar en otros sectores donde el alcance no es claro o existen constantes peticiones de cambio. (Gartner, 2014)

#### **6.4.2. Waze Como Ejemplo de futuro para evolución de Herramientas de Gestión De Proyectos**

Actualmente es posible observar herramientas que incluyen la integración de la filosofía Lean y Agile enfocándose en el desarrollo de proyectos y permiten observar la evolución de procesos en forma continua y en tiempo real, un buen ejemplo es la herramienta del grupo Google “WAZE” (Fundación Wikimedia Inc., 2015), que tiene algunas características

aprovechables en la Gestión de Proyectos (WAZE, 2015), las cuales se reflejan en la siguiente tabla:

*Tabla 1.*

*Herramientas en APP "WAZE" y su aplicación en nuevas herramientas de Gestión De Proyectos*

<b>HERRAMIENTAS INCLUIDAS EN            APLICACIÓN DE NAVEGACIÓN            “WAZE”</b>	<b>APLICACIÓN EN HERRAMIENTAS DE            GESTIÓN DE PROYECTOS</b>
Comunidad activa de editores del mapa que trabaja constantemente para actualizar los mapas reflejando casi en tiempo real los cambios ocurridos en las rutas para todos	La comunidad serían los participantes en el proyecto que integrarían la información de avances y puntos críticos del proyecto.
Coordinar las rutas de recogida de usuarios y programación de llegadas a destino	Informe a todos los participantes de la ruta crítica para ejecución de proyecto según la información de los diferentes usuarios sobre avances y percances presentados.
Ahorro en recursos analizando mejores rutas, así como costos de combustible de diferentes proveedores	Mejoramiento de eficiencia en uso de recursos y personal informando de forma continúa de la actualidad de inventario y personal activo y pasivo en proyecto.

## 7. Conclusiones

Se verificó que la bibliografía existente es muy rica en información general y exaltación de los avances en la ejecución de proyectos en la historia humana, aunque en temas puntuales como los métodos de planeación son ambiguos debido a que no siempre se ha tenido la capacidad de compilar toda la información de los procesos y su desarrollo, esta falta de capacidad no ha sido siempre por limitaciones en espacio o técnicas de compilación de información, también se debe a la subvaloración de culturas y al intento sistemático de acabar con la historia de los que han pensado y encontrado soluciones diferentes.

Se determinó además, una tendencia general en investigaciones sobre Gestión de Proyectos. En los primeros años se desarrollaron muy pocos trabajos relacionados con el tema, sin embargo a partir del 2001 empieza un auge de trabajos relacionados con la gestión de proyectos, presentándose una disminución a partir de 2005 y relativa estabilización a partir del 2007.

Este trabajo muestra que el continuo avance y aprovechamiento de las tecnologías a través de la historia para lograr facilitar la ejecución de todo tipo de proyectos y los procesos que en estos se deben desarrollar, produce en paralelo a la mejora del proceso y de la efectividad del proyecto, el desarrollo de soluciones eficaces y la mejora en la eficiencia en la planeación de futuros proyectos.

### **Opinión personal/Recomendaciones**

Esta investigación permite ver que al igual que en nuestro pasado, es necesario aprovechar las tecnologías a las que se tiene acceso para facilitar y agilizar de manera efectiva la gestión y ejecución de proyectos. La explosión en el desarrollo de las tecnologías de la información nos permiten incluso la ventaja de facilitar herramientas de realidad aumentada para estar al tanto del desarrollo a tiempo real de los proyectos e incluso poder ejecutarlos previamente de forma virtual para estar atentos y/o solucionar problemas que puedan presentarse en el desarrollo físico y/o real del proyecto.

Es vital para el desarrollo continuo de la sociedad el aprovechamiento de las tecnologías en los métodos de solución, planeación y ejecución de procesos y proyectos, teniendo en cuenta que para el buen manejo de toda tecnología es clave entender su origen y desarrollo; además, se debe comprender que toda tecnología o desarrollo tecnológico al implementarse en la solución o ejecución de cualquier proyecto deberá personalizarse, logrando con ello que la evolución de las soluciones sea continua y no se estanque. Cabe recalcar que para lograr todo lo anterior, la información deberá ser compilada de manera eficiente para que cada nueva generación continúe su efectivo desarrollo y se facilite al no recorrer caminos de evolución de procesos que han sido transitados continuamente.

Es necesario no volver excluyentes la gestión de proyectos tradicionales y los métodos ágiles, pues cada proyecto es diferente y requiere por parte del gestor una selección de herramientas adecuadas que permita la satisfacción de todos los stakeholder involucrados. La implementación de metodologías ágiles debe cumplir con los principios de adaptabilidad,

comunicación expansiva y oportunidad, todo esto se podrá realizar gracias a la adopción de tecnologías que permiten superar las barreras geográficas.

## Referencias

Acevedo J, A. B. (5 de Noviembre de 2010). Grecia antigua y la ingeniería civil. *El Colombiano*.

Recuperado de: [http://www.elcolombiano.com/grecia\\_antigua\\_y\\_la\\_ingenieria\\_civil-GDEC\\_110886](http://www.elcolombiano.com/grecia_antigua_y_la_ingenieria_civil-GDEC_110886)

ADA Consultores. (20 de Marzo de 2002). *Diagrama PERT*. Obtenido de Iusc.es:

<http://www.iusc.es/recursos/gesproy/textos/03.03.02.htm>

Agile Spain. (15 de Enero de 2015). *Israel Alcázar - Product Owners, Scrum Masters, Agile*

*Coaches, Unicornios y otros seres mitológicos*. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=khAYfxg82VM>

Alcaraz, J., & Marhuenda, M. A. (21 de Julio de 2015). *Gestion de Proyectos*. Recuperado el

Julio de 2015, de Tema II: Planificación de proyectos - Gestión De Proyecto:

<https://sites.google.com/site/gdpumh/planificacion-de-proyectos>

Autoridad del Canal de Panamá. (2015). *Reseña Histórica del Canal de Panamá*. Recuperado de:

<http://micanaldepanama.com/nosotros/historia-del-canal/resena-historica-del-canal-de-panama/>

Beakley, G.C. (1982). *Engineering. An Introduction to a Creative Profession*. New York. The

McMillan Company.

Biografías y Vidas. (20 de Junio de 2015). *Johannes Gutenberg. La imprenta*. Recuperado de:

<http://www.biografiasyvidas.com/monografia/gutenberg/imprenta.htm>

CCMBenchmark. (2015). *Diagrama de GANTT*. Recuperado de: [http://es.ccm.net/contents/580-](http://es.ccm.net/contents/580-diagrama-de-gantt)

[diagrama-de-gantt](http://es.ccm.net/contents/580-diagrama-de-gantt)

Delta PC. (2016). Curso de MS-Project. Delta PC. Recuperado de: <http://deltapci.com/curso-de-ms-project>

Doego, G. (2015). *Historia de la Aviación Naval*. Recuperado de: <http://www.institutoaeronaval.org/historia-de-la-aviaci%C3%B3n-naval/historia-de-la-aviaci%C3%B3n-naval/historia-de-la-aviaci%C3%B3n-naval.html>

Domínguez, F. M. (2015). *Historia de la Electricidad*. Recuperado de: <http://www.tochtli.fisica.uson.mx/electro/historia.htm>

Ecured. (junio de 2015). Microsoft Project. Ecured. Recuperado de: [https://www.ecured.cu/Microsoft\\_Project](https://www.ecured.cu/Microsoft_Project)

Edgwall Software. (2015). *The Trac Project*. Recuperado de: <http://trac.edgwall.org/>

Fayol, H. (1961) *Industrial and General management*. International Management Institute. Geneva.

Finch, J.H. (1952). *Engineering and Western Civilization*. MGH.

Fundación Wikimedia Inc. (12 de 08 de 2015). WAZE. Obtenido de Es.wikipedia.org: <https://es.wikipedia.org/wiki/Waze>

FusionDesk. (Mayo de 2015). *Fusiondesk.com*. Recuperado de: <http://www.fusiondesk.com/#>

Galindo, J.A. (1996). El conocimiento constructivo de los ingenieros militares del siglo XVIII. Un estudio sobre la formalización del saber técnico a través de los tratados de arquitectura militar. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.

GanttProject Team. (Junio de 2015). *GanttProject: free desktop project management app*. Recuperado de: <http://www.ganttproject.biz/>

- Giraldo, A. V. (14 de agosto de 1997). La Historia y el Arte de la Ingeniería. (U. D. ANTIOQUIA, Ed.) *Revista Facultad de Ingeniería*. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/29699724/La-Historia-de-La-ingenieria#scribd>
- Graphisoft. (2017). Acerca de BIM. Recuperado de: [https://www.graphisoft.es/archicad/open\\_bim/about\\_bim/](https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/)
- Itdesign GmbH. (Junio de 2015). *Open Workbench - itdesign GmbH*. Recuperado de: <https://www.citethisforme.com/cite/website/autocite>
- Jiménez, P., & Pampliega, C. (31 de Agosto de 2015). *BIM y Project Management en el sector de la Construcción*. Recuperado de: [http://salineropampliega.com/2015/04/bim-y-project-management-en-el-sector-de-la-construccion.html?utm\\_content=buffer5cc6c&utm\\_medium=social&utm\\_source=linkedin.com&utm\\_campaign=buffer](http://salineropampliega.com/2015/04/bim-y-project-management-en-el-sector-de-la-construccion.html?utm_content=buffer5cc6c&utm_medium=social&utm_source=linkedin.com&utm_campaign=buffer)
- La Salle Campus BCN. (12 de 08 de 2015). *20 Software gratuitos para la Gestión de Proyectos*. Recuperado de: <http://blog.masterinprojectmanagement.net/20-software-gratuitos-para-la-gestion-de-proyectos/>
- Lara, F. (1982). *Código de Hammurabi*. Editora Nacional. Recuperado de: Clio.rediris.es
- LeanSight Consulting SPA. (10 de Mayo de 2015). La Historia de Lean y Agile: Desde Deming hasta Lean Startup. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mev0UYOGOBE>
- Logic Software Inc. (2012). Easy projects. Recuperado de: [https://www.easyprojects.net/software\\_de\\_administracion\\_de\\_proyectos/](https://www.easyprojects.net/software_de_administracion_de_proyectos/)
- Malcom, G. (1971). *History and Development of Engineering*. Londres: Longman Group.

Maldonado, J. (03 de agosto de 2015). *GestioPolis - Conocimiento en Negocios*. Recuperado de:

<http://www.gestiopolis.com/fundamentos-de-gestion-de-proyectos/>

Merchán, J. (20 de Septiembre de 2014). *Little Boy y Fat Man: La historia tras el Proyecto*

*Manhattan y la bomba atómica*. Obtenido de <http://hipertextual.com/2014/09/historia-proyecto-manhattan>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2017). Teletrabajo.

Recuperado de: <http://www.teletrabajo.gov.co/622/w3-propertyvalue-7943.html>

Murado, M. A. (07 de Mayo de 2010). Y... ¿qué les debemos nosotros a los griegos? *La Voz De Galicia*. Recuperado de:

<http://www.lavozdeg Galicia.es/sociedad/2010/05/08/00031273338743928507507.htm>.

OpenProject. (Junio de 2015). *OpenProject.org*. Recuperado de: <https://www.openproject.org/>

Pellini, C. (2015). *Cronología del Transporte Historia del Transporte Linea del Tiempo*.

Recuperado de: [http://historiaybiografias.com/cronologia\\_transporte/](http://historiaybiografias.com/cronologia_transporte/)

Portillo, L. (2015). *Revolucion Industrial*. Recuperado de:

<http://www.historialuniversal.com/2010/09/revolucion-industrial.html>

Project Management Institute, Inc. (2015). *PMBOK® Guide and Standards*. Recuperado de:

<http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards.aspx>

Reinhardt Media, Ltd. (2015). *Project Management and Collaboration Suite - Goplan*.

Recuperado de: <https://goplanapp.com/>

Roberts, A., & Wallace, D. (2014). *Gestion de Proyectos*. Edimburgo, Gran Bretaña: Edinburgh

Business School. Recuperado de: <http://coursewebsites.ebsglobal.net/>

Rodríguez, A. (21 de noviembre de 2014). Ingeniería griega. Recuperado de:

<http://psmmaracaygrupo05etica.blogspot.com.co/2014/11/ingenieria-griega.html>

Rodriguez, G. J. (2012). Desarrollo en cascada vs Desarrollo ágil. Northware. Recuperado el 18

Abril de 2017, de <http://www.northware.mx/desarrollo-en-cascada-waterfall-vs-desarrollo-agile-scrum/>

Schlaeger, C. (2015). *TaskJuggler - A Free and Open Source Project Management Software -*

*About TaskJuggler*. Recuperado de: <http://www.taskjuggler.org/>

Spinak, Ernesto (1996). *Diccionario enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Infometría*.

Caracas: UNESCO.

Tew, B. (2012). *Transitioning to agile method*. Obtenido de 2012 PMI Global Congress Proceedings:

<http://www.pmi.org/learning/transitioning-agile-methods-5989>

WAZE. (12 de agosto de 2015). *Aplicación de Mapas, Tráfico y Navegación Gratuita, Basada*

*en la Comunidad*. Recuperado de: <https://www.waze.com/es-419>

Websystems Inc. (2015). *Free Project Management Software, Time Tracking and Collaboration*

*Tool*. Recuperado de: <http://www.aceproject.com/>

Wikipedia. (20 de Febrero de 2017). *Desarrollo ágil de software*. Obtenido de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_%C3%A1gil\\_de\\_software](https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_%C3%A1gil_de_software)

Wikipedia. (22 de octubre de 2016). Microsoft Project. Wikipedia.org. Recuperado de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Project](https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Project)

Workspace.com, inc. (2015). *Collaborative Workspace for Technology Teams: Workspace*

*Login*. Recuperado de: <http://workspace.com/>