

# **PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. UNA VISIÓN DESDE LA INGENIERÍA ACTUAL**

## **INFRASTRUCTURE PROJECTS. A VIEW FROM THE CURRENT ENGINEERING**

**Diana Arellano<sup>1</sup> y Ulneiver Mejia<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Profesora del Departamento de Ingeniería. Núcleo Trujillo. Universidad de los Andes. Trujillo. E- mail: diamar.diana@gmail.com / <sup>2</sup>Profesor Investigador del Núcleo Trujillo. Universidad de los Andes. Trujillo. Venezuela

### **Resumen**

Los proyectos de infraestructura en las políticas de desarrollo de un país, requieren atención prioritaria y deben ser el norte de sus gobernantes; la ausencia o la provisión ineficiente de estos servicios, limita el crecimiento económico de un país. Actualizar y desarrollar la infraestructura de acuerdo a la tecnología y especificaciones que rigen los proyectos de esta índole, debe ser prioritario para los países en vías de desarrollo. En estos países es necesario promover la prestación de servicios de infraestructura, con el propósito de mejorar la competitividad y fomentar la integración como nación. La gerencia de proyectos en infraestructura, implica en cualquier organización el incremento de la productividad, el aprovechamiento de manera eficaz y eficiente de los recursos humanos, de los técnicos, de los materiales, entre otros. Gerenciar bajo esta perspectiva, permite una visión amplia del proyecto, el uso de nuevas tecnologías, la capacidad de reestructurar financieramente el proyecto, aplicar la normativa de la región donde va a ser realizado y valorar la importancia del trabajo en equipo conformado por diversos especialistas. De este modo, se podrán identificar, formular, evaluar y gerenciar los proyectos en infraestructura garantizando resultados inmejorables.

**Palabras clave:** Gerencia, infraestructura, proyecto, evaluación

### **Abstract**

Infrastructure projects in the development country policies, require priority attention and must be north of its governments; the absence or inefficient provision of these services, limits the economic growth of a country. Update and develop the infrastructure according to the technology and specifications that ruling such projects, should be a priority for developing countries. In these countries, it is necessary to promote the provision of infrastructure services, in order to improve competitiveness and promote integration as a nation. Manage infrastructure's projects, implies the increase of productivity, the use of effective and efficient way of human resources, technicians, materials among others in any organization. Manage under this perspective, allows a broad view of the project, the use of new technologies, the ability to financially restructure the project, apply the rules of the region where this will be carried out and evaluate the importance of the work in team of various specialists. Thus is will identify, formulate, evaluate and manage infrastructure projects ensuring excellent results.

**Key words:** Management, infrastructure, project, evaluation.

**Recibido: 15/02/2013 - Aprobado: 26/04/2013**

## **Introducción**

La gerencia de proyectos de infraestructura es un tema de actualidad en el mundo pero, en Venezuela quizás este tipo de gestión no se ha sido muy desarrollada. Esta clase de proyectos aporta al país grandes beneficios económicos, además de contribuir al bienestar de la población requiere en muchos casos, de grandes inversiones por lo que necesita de una buena gerencia para lograr estos objetivos. Venezuela, es un país que demanda desarrollar parte de su infraestructura como en el caso de los sectores energéticos alternativos, la infraestructura hidráulica, el transporte masivo entre otros, con aporte del capital extranjero. Sin embargo, en su mayoría los proyectos de infraestructura son financiados con el aporte de recursos nacionales, por lo que una administración eficiente debe ser primordial.

Reconocer y desarrollar proyectos de infraestructura de calidad con un impacto en la población es una necesidad y un reto para el Estado, quien es el encargado de proveer los servicios de infraestructura que requiere un país. Un proyecto de infraestructura, deberá generar beneficios y dependerá de manera importante identificarlo y evaluarlo, de modo que la sociedad y el Estado deberán integrarse en una actividad gerencial en el desarrollo de proyectos de infraestructura. Desarrollar este tipo de proyecto y administrar los recursos naturales del país, bajo el concepto de gerencia en proyectos de infraestructura, permitirá ampliar y diversificar la base de la economía que sustentará el crecimiento a largo plazo, representando para el país una estratégica ventaja en el contexto de la economía internacional.

Diseñar y ejecutar proyectos de infraestructura productivos con base a fundamentos gerenciales de ingeniería, es darle un cambio económico al país en un

ambiente global, proporcionando bienes y servicios con un alto valor comercial, por lo que se debe disponer de recursos humanos con capacidad gerencial y de recursos naturales a costos razonables.

Es un hecho, que la infraestructura forma parte de los activos de una nación, lo que hace que los proyectos de esta naturaleza tomen la importancia debida en el desarrollo de los recursos del país y sea tema de preocupación política, de tal manera que los proyectos de infraestructura deben contribuir a la igualdad de oportunidades a favor del bienestar de la población. Este trabajo busca analizar el cuerpo de conocimientos teóricos fundamentales vigentes para comprender los planteamientos generales de la Administración de Proyectos de Infraestructura, así como examinar el rol que desempeñan los proyectos de infraestructura en el desarrollo del país.

## **Gerencia de infraestructura**

Es una ciencia, que administra un conjunto de componentes establecidos para obtener el mayor beneficio en construcciones de carreteras, agua, energía eléctrica entre otros. Estos elementos que son de un valor monetario, contribuyen a mejorar la calidad de vida de los usuarios, así que al invertir en ese tipo de activos representa la base de la gestión de infraestructura (Wikipedia 2011. Gestión en infraestructura).

Un proyecto, es una planificación que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas, cuyo objetivo es alcanzar dentro de los límites que imponen un presupuesto, las calidades establecidas previamente en un lapso de tiempo previamente definido. La gestión de proyectos es entonces, la ampliación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas inherentes a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos de éste, según el Project Management Institute (2000).

La administración de obras de infraestructura requiere de gerentes, cuya profesión básica sea una carrera de ingeniería o tecnológica, lo que le proporciona una excelente preparación para resolver problemas técnicos en el campo. Sin embargo, aunque en estos profesionales su desarrollo en el contexto financiero puede estar limitado, si deben tener conocimientos suficientes en los procesos de contabilidad financiera.

De acuerdo a INMIVI (2006, Gerencia de infraestructura), la gerencia de infraestructura, es responsable de inspeccionar y supervisar la construcción de obras de infraestructura física con el fin de mejorar su calidad y modernizarla, por lo que el objetivo de un ingeniero que diseña una obra de infraestructura y la de un constructor estarán orientados a un mismo fin. Entonces, es el ingeniero quien diseñará el proyecto que se aproxime más a la satisfacción de las necesidades del dueño o ente contratante al menor costo posible así, este personal deberá estar familiarizado con los métodos y costos de construcción al diseñar un proyecto de infraestructura al menor costo posible.

La infraestructura básica en el desarrollo urbano, desempeña un rol que impacta las inversiones en: la productividad de los agentes económicos, la competitividad urbana, la igualdad y la sustentabilidad que aparece en el variado perímetro de la comunidad, sin embargo es el orden territorial lo que determinará donde está la mayor concentración de la población así como la producción interna bruta, el comercio y el consumo (Correa & Rozas, 2006, Desarrollo urbano e inversiones en infraestructura: elementos para la toma de decisiones). Entonces al hacer referencia al tamaño, densidad, distribución del territorio nacional, tipo de población, características geográficas, productivas y económicas entre otros, se generan influencias sobre las inversiones en las infraestructuras básicas.

De esta manera, se acepta que el bienestar social de las personas esta relacionada con la infraestructura básica y con el suministro de servicios de infraestructura, lo que le da el enlace económico y social al país al proveer de los servicios necesarios para la producción y la calidad de vida de las personas.

### **Plan de gestión de activos**

Un plan de gestión de activos, se entiende como una planificación para administrar la infraestructura y activos de una empresa con la finalidad de cumplir con las normas de servicio. En el manual internacional de gestión de infraestructura, citado por Wikipedia (2009, Plan de gestión de activos de activos), se propone un plan de gestión de uno o más activos que combina una gestión multidisciplinaria con la gestión del ciclo de vida del activo, logrando un nivel de servicio de manera más eficaz.

Se busca elaborar un plan de gestión de activos al justificar el costo a través de los beneficios asociados y un servicio estandarizado demandando disminuir los costos de la vida del activo a través de la explotación, mantenimiento y eliminación de cada activo del sistema. Conseguir estos objetivos es posible a través de la determinación del estándar de servicio que deberá definirse para cada activo en el sistema, necesitando descentralizar la toma de decisiones a nivel de mantenimiento y un esfuerzo constante de pequeños equipos de trabajo guiados hacia el logro de la meta planteada. De manera, que un plan de gestión de activos requiere considerar cada situación como única, recomendando una solución para cada contexto basada en necesidades específicas de cada organización y referida a la disponibilidad de la información, (Wikipedia, 2009. Plan de gestión de activos de activos). Los objetivos en la gestión de activos de infraestructura que se relacionan con el

modelo de servicio, siguiendo a Wikipedia (2011), son:

-El estándar de servicio, deberá mantenerse a costos más eficientes de manera que sea posible conservar, reparar y sustituir los activos, logrando a través de esta premisa de trabajo el objetivo principal del plan de gestión de activos.

-Cambiar el estándar de servicio, de manera que puedan realizarse cambios y mejoras en los modelos de servicios lográndolos a través de la compra, mejora y eliminación de los activos.

Por su parte la conservación del servicio, se realizará a través de normativas que indiquen la utilidad y nivel de funcionamiento del activo, acompañado de un plan de costos de manera que cubra todo el ciclo de vida del activo y el plan de gestión de activos. Por lo que al definir un estándar de servicio los usuarios podrán realizar controles de costo de vida del activo, medir el éxito o no de la gestión así como visualizar lo que se logrará del gasto realizado por el activo. En cuanto a las condiciones mínimas de funcionamiento, es necesario mantener, reparar o sustituir un activo, de manera que si un mantenimiento se basa en el rendimiento, las medidas que se adoptaran serán susceptibles a cambios y dependerá del estado actual del activo así como de su edad y su deterioro.

Respectivamente deberá cumplir con el estándar de servicio que es lo que interesa a las organizaciones siendo el costo total del activo, la suma de todos los costos de cada intervención y su efecto sobre el costo total. Entonces se deberán aplicar métodos que reflejen la memoria de gastos y la previsión para dar cumplimiento al modelo de servicio siendo un instrumento necesario que permite estimar las acciones de los administradores sobre los activos.

## **Infraestructura y el desarrollo urbano**

La infraestructura y los servicios que prestan redundan en el desarrollo de un país, favoreciendo su crecimiento económico, pues una infraestructura adecuada tiene implicaciones de todos los ámbitos de la economía. De acuerdo a diferentes estudios mencionados por Guasch, (2004), demuestran el impacto que tiene la infraestructura en los niveles del crecimiento económicos y en los niveles de pobreza, contribuyendo al comercio, al consumo y al valor agregado expresado en valor monetario en bienes y servicios de un país. Del mismo modo, para Correa & Rozas (2006), el efecto de otorgar recursos destinados a la infraestructura genera: la productividad de los agentes económicos, la igualdad urbana, el funcionamiento armónico del espacio y de manera especial aquellos donde la concentración de la población sea más grande.

Determinar el concepto de desarrollo urbano, implica la variación de sus elementos al contextualizarlo en el tiempo y en el área debido a los grandes cambios que se producen como producto de la innovación y desarrollo tecnológico. Para desarrollar este concepto, se debe identificar previamente el tipo de ciudad, tamaño, densidad, distribución del espacio territorial, segmentación, perfil poblacional, perfil socio-económico-productivo y localización en el territorio nacional y su influencia en las inversiones en infraestructura básica y suministro de servicios relacionados. De esta manera, el concepto de desarrollo urbano es utilizado para hacer referencia a los procesos que impliquen crecimiento de las ciudades, y con frecuencia se intercambia con el concepto de urbanización, (Correa & Rozas, 2006).

Sin embargo, no resulta fácil identificar los elementos asociados a las inversiones en infraestructura que son los que permitirían

el desarrollo urbano y establecerían sus políticas, ni está clara una definición respecto al papel que cumple la infraestructura en el desarrollo urbano. Por lo que, dotar con eficacia y eficiencia de servicios necesarios para la producción y la calidad de vida de las personas como la electricidad, el transporte, el aspecto sanitario entre otros, son de especial importancia en la capacidad productiva de los agentes económicos e igualdad en las ciudades.

Para un desarrollo urbanístico en una primera etapa, se estudiaría el patrón de desarrollo urbano que sea posible identificar en las ciudades y las causas que originaron esos patrones, con tendencia al cambio en el tiempo. Luego, se determinarían los elementos unidos a las obras de infraestructura y su relación con factores económicos, sociales, ambientales, culturales, institucionales entre otros. Siguiendo a Correa & Rozas (2006), la experiencia entre las ciudades de los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo referente a la infraestructura urbana y servicios básicos es cambiante por lo que invertir y mantener la infraestructura, tradicionalmente le ha correspondido el financiamiento al Estado.

Sin embargo, se puede establecer las variables básicas y sus respectivos indicadores para determinar la inversión en infraestructura como son: el tamaño de la población residente, el perfil poblacional según la composición étnica, (ciclo de vida de las personas y las necesidades que tienen unas de otras en cada momento de la vida), la estructura de la población por género, el perfil poblacional según la estructura familiar, la densidad poblacional, la natalidad, la mortalidad infantil, la mortalidad, la esperanza de vida, la migración neta. Por otro lado, son los factores socioeconómicos los que contribuyen a la demanda de infraestructura y a los servicios vinculados a ésta, como son los educativos,

el ingreso familiar promedio y la distribución del ingreso entre otros.

Al crecer la población económicamente activa se incrementa los ingresos totales para los habitantes residentes en determinado espacio urbano, tendiendo a una mayor demanda de servicios de infraestructura pero a la par de un desarrollo semejante en el empleo y remuneraciones. De manera que si evoluciona el empleo, influye la inversión en la formación de capital social físico y el desarrollo urbano así, las personas empleadas recurren de manera continua a los servicios de infraestructura en su actividad laboral y como consecuencia la demanda de los servicios de infraestructura crece. De manera similar, debe medirse tanto la evolución del empleo como el desempleo en las ciudades para observar el impacto en la demanda de servicios de infraestructura.

La manera en que se distribuye el ingreso de la población residente contribuye a establecer la demanda de servicios de infraestructura y las características de su consumo, sin embargo las personas que viven en las ciudades en los cordones de miseria se relacionan con los aspectos ya mencionados, permitiendo cuantificar que parte de la población carece de servicios públicos y como puede asignársele éstos recursos.

En particular los factores geofísicos y territoriales donde se han establecidos los espacios urbanos y sus pobladores, se han adaptado a las características geográficas y físicas relacionados con el clima, incluyendo su localización geográfica lo que favorece la creación de servicios de infraestructura.

### **Evaluación de proyectos de infraestructura**

Evaluación, es considerar la magnitud de la calidad de un hecho, de un proceso o un producto, para Arancibia, Contreras, Mella, Torres & Villablanca, (s/f, Evaluación

Multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva), una definición de éste término y más técnico es aquel proceso orientado a la toma de decisiones y a la acción, que examina la pertinencia, la validez e impacto del uso de recursos, las actividades y los resultados en función de objetivos que se establecieron previamente.

Siendo por lo tanto, los costos y los beneficios los elementos más importantes desde el punto de vista del inversionista que desee llevar la obra así, cuando los costos y beneficios son muy elevados que involucren la comunidad nacional, requiere realizar una evaluación social del proyecto.

Llevar a cabo proyectos de calidad a través de la evaluación permite generar un efecto en la población y un importante desafío para aquellas entidades que se encargan de darle los servicios de infraestructura a un país. De manera, que es importante no solo conocer la problemática sino darle alternativas de solución lo que redundaría en el beneficio de la comunidad, y garantizaría el logro de las metas en el tiempo y la calidad esperada.

Para Gómez (2003, Evaluación de proyectos de infraestructura para la integración regional), los proyectos de infraestructura contribuyen a desarrollar el comercio y promueven el desarrollo económico de distintas formas, ayudando al crecimiento de las economías de escala o de concentraciones empresariales (cluster) de industrias relacionadas en un sitio específico.

La mayoría de los proyectos de infraestructuras, se caracterizan por economías de escala y por su responsabilidad social (ejemplo, aquellas carreteras que son utilizadas para transportar bienes y pasajeros, siendo la evaluación de proyectos de infraestructura es una herramienta para la toma de decisiones, o fases sucesivas al que se someten las opciones

de inversión, pues al aplicar ciertos criterios permite valorar la conveniencia o no, de implementar cada una de ellas. Justificar la evaluación, queda a criterio del objetivo en cada proyecto, valores o restricciones impuestas por la entidad evaluadora, así como las condiciones legales originando distintos tipos de evaluaciones de proyectos (Arancibia, Contreras, Mella, Torres, & Villablanca s/f).

Para Gómez (2003), los criterios para preseleccionar un proyecto dan una pauta decisiva, en cuanto a la dificultad de establecer criterios sencillos y fáciles de aplicar a todos los componentes que deben ser evaluados. Este procedimiento, decanta los proyectos que valen la pena ser estudiados y los que no tienen la importancia necesaria pues al tener criterios claros los bancos pueden evaluar y realizar la selección final del proyecto.

### **Criterios para preseleccionar un proyecto de infraestructura**

Es imprescindible tener un procedimiento para reconocer un proyecto que sea necesario por lo que se debe estudiar e identificar aquellos de mayor relevancia, tales proyectos, deben ir precedido de un estudio factibilidad, de conocer las limitaciones de presupuesto para ser financiado, de reconocer la necesidad de realizar una inversión pública, de tener la oportunidad de otras posibilidades de créditos donde pueda ser solicitado y que represente una garantía para el proyecto.

Al realizar estudios de factibilidad para conocer el impacto social y económico de un proyecto de infraestructura, se contribuye con una evaluación preliminar del rendimiento financiero que se espera y se visualiza el impacto ambiental y sus posibles soluciones.

Las etapas que se deben seguir en la formulación y evaluación de un proyecto de infraestructura son: concebir una idea, realizar

el estudio de pre factibilidad, realizar el estudio de factibilidad lo que se denominaría pre inversión y la etapa de diseño y ejecución que viene a ser la inversión. Sin embargo, la etapa de pre inversión, es donde se identifica el problema, y es donde se dan propuestas de las alternativas de solución reconociendo cuales son los grupos que van a ser beneficiados y cuales serán afectados, es en esta etapa es donde se elaboran los estudios de evaluación para la toma de decisiones, (Oberto, 2009, Formulación y evaluación de proyectos de infraestructura).

Como consecuencia se debe generar un proyecto de inversión de aquellas necesidades no satisfechas ya sean políticas, de proyectos existentes o en ejecución, pues necesita de acciones ya sean de tipo institucional, políticas o de recursos naturales. Es aquí, donde se debe emitir un juicio, respecto a la conveniencia o no, técnico económico de llevar a cabo el proyecto.

Continuando con Oberto (2009), la fase de pre factibilidad es donde se detallan las alternativas más convenientes, puntualizando aquellos elementos que van a repercutir en la factibilidad y rentabilidad de las posibles alternativas como por ejemplo, el mercado, la tecnología, las condiciones de orden institucional y legal entre otros. Así, en el estudio de factibilidad debe realizarse un análisis de las variables que inciden en el proyecto, minimizando la variación esperada de sus costos y beneficios por lo que debe definirse elementos como la localización, el tamaño, la tecnología, el tiempo de ejecución, y la fecha de la puesta en marcha del proyecto.

Por otro lado en la etapa de ejecución de la inversión, se detalla el estudio de ingeniería en el diseño de los planos de la construcción, las especificaciones de los equipos, la elaboración de manuales de procedimientos, la ejecución y

la construcción de la infraestructura necesaria para la obra así, como el seguimiento de una evaluación. Siguiendo la etapa de operación, la cual se inicia al generar flujo de ingresos y egresos como consecuencia de la ejecución del proyecto, la administración debe estar atenta que la cumpla con los objetivos iniciales aplicando las medidas correctivas y una evaluación ex post.

Finalmente, la etapa de evaluación de los resultados que es donde requiere la verificación después de un tiempo razonable de su ejecución de manera que el problema haya sido resuelto por la ejecución del proyecto, de lo contrario requerirá medidas correctivas. De esta manera, al realizar la evaluación de los resultados cierra el ciclo y sirve también como experiencia futura de proyectos similares.

### **Planeación de proyectos de infraestructuras**

Las obras de infraestructuras suelen ser, en gran medida basadas en la contratación de grandes volúmenes de mano de obra., por lo que poner en marcha un proyecto requiere disponer de un contratista con experiencia aminorando de esta forma, los problemas financieros. Así al planificar un proyecto de esta índole, requiere resolver problemas financieros, asegurar un flujo regular de los fondos para la obra, sistematizar los procesos administrativos, tener acceso a las facilidades de créditos y equipamiento por parte del contratista, buena capacidad directiva, contar con las especificaciones para la concesión de contratos, certificación y pagos para garantizar una buena gerencia en el proyecto de infraestructura.

Para Bentall, Beusch y de Veen (2000, Programas de infraestructura intensivo en empleo), en este tipo de planificación deben existir estrategias para desarrollar la capacidad de contratación en mano de obra de envergadura, tener noción de las políticas

nacionales que abarquen el desarrollo de la industria de construcción nacional, considerar los programas y acuerdos de financiamiento a largo plazo, conocer las técnicas actuales y los recursos de la industria de la construcción nacional al igual, que ubicar la naturaleza de los contratistas locales y consultores, así como tener capacidad los contratantes para administrar una cantidad de contratos pequeños.

Sin embargo, uno de los aspectos importantes para definir un proyecto es el tiempo actual y el tiempo futuro, el mercado de proveedores y de insumos, el mercado de productos y servicios generados por el proyecto de infraestructura, las vías de comunicación, la existencia de servicios, la legislación existente, el costo de la tierra y la existencia del agua y otros recursos.

### **Ejecución de proyectos de infraestructura**

Siguiendo a Bentall, Beusch y de Veen (2000, Programas de infraestructura intensivo en empleo), básicamente ejecutar un proyecto requiere, administrar la construcción, administrar y suministrar los materiales y la mano de obra. Este compromiso es posible con un equipo de desarrollo y un empleador, quien es el encargado de buscar el cuerpo técnico para apuntalar al contratista en aquellas funciones que no puede realizar en solitario.

Así mismo las especificaciones de los recursos, se usaran para fijar un precio competitivo asegurando la participación de: las comunidades, de los pequeños contratistas, de los proveedores locales entre otros. Sin embargo, es el contratista principal quien administrará todo el manejo de la ejecución de la construcción, de los materiales y el suministro de ellos.

En aquellos proyectos de infraestructura, como son los de vialidad a menudo requiere

que los contratistas sean propietarios de equipos pesados, lo que favorece a aquellos contratistas ya establecidos. Inicialmente el contratista, que administra la obra establece acuerdos con la comunidad local sobre ciertos componentes del proyecto. Lo que para aquellas comunidades que tienen experiencia referente a las obras de construcción, beneficia la subcontratación y permite la formación de pequeñas empresas de construcción para la ejecución de proyectos de infraestructuras.

La ejecución de obras de infraestructuras, se realizan a través de la contratación de empresas contratistas grandes y medianas las cuales se encuentran establecidas en todo el territorio nacional. Estas compañías, deben tener la posibilidad de incluir un componente de capacitación como contratista de administración, para varios pequeños contratistas en desarrollo. Así, las grandes empresas tienden al control de los subcontratistas y los pequeños contratistas solo se limitan a administrar la mano de obra y no desarrollan otras habilidades como consecuencia, se corre el riesgo de la explotación del trabajador.

Otra forma de ejecución de los proyectos, es a través de la participación de la comunidad en la construcción y mantenimiento de la infraestructura local. Esto es posible, si se lleva a cabo, una política nacional de descentralización de la responsabilidad de proyectos hacia la comunidad local, implantando políticas y prácticas financieras y control. Establecer el alcance y el tipo de proyectos que podrían llevarse a cabo con la participación de la comunidad por ejemplo, mano de obra, materiales, equipamiento, ejecución de obras menores, incluyendo rehabilitación de drenajes, reforestación, obras de infraestructura urbana, mantenimiento de caminos rurales, el mantenimiento de sistemas de riego entre otros.



Es primordial, que los beneficiarios participen y aprueben el proyecto para puedan identificarse con la selección, diseño, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, al considerarlos en los recursos locales disponibles durante el periodo de planificación de manera, que sea la comunidad la que aporte la mano de obra de forma significativa, (Bentall, Beusch y de Veen, 2000). Sin embargo es a través de un marco institucional, que las comunidades puedan recaudar fondos para la organización y la realización de trabajos de mantenimiento, logrando que la ejecución de la infraestructura sea de beneficio directo para estas comunidades. De igual manera, debe existir el control de calidad y sistemas de auditorías necesarios para implementar la contratación de obras de infraestructura con la participación de las comunidades.

Así al ejecutar un proyecto de infraestructura, se requiere establecer normas y procedimientos que regulen la labor del ente contratante y el contratista, que es quien llevara el proceso de ejecución del proyecto y culminación de las obras de infraestructura. De acuerdo a la Guía de Ejecución de proyectos de infraestructura, (2009, De los profesionales que intervienen en la ejecución del proyecto de infraestructura), entre los profesionales que participan en la ejecución del proyecto se encuentra el ingeniero residente, quien es una persona debidamente calificada y registrada en el Colegio de Ingeniero del país, y que ha sido seleccionado para ejercer la dirección técnica del proyecto de acuerdo al expediente técnico aprobado. Él, es el responsable de la calidad de la obra y de la mano de obra y del uso correcto de los fondos financieros, como representante del ente contratante, todo de acuerdo con el convenio establecido previamente.

Las funciones del ingeniero residente estarán estipuladas en el contrato establecido en el convenio de financiamiento y términos

de referencia del contrato suscrito entre el ente contratante y el ejecutor del proyecto. Por otra parte se encuentra el supervisor o inspector del proyecto quien efectuara el control, y seguimiento técnico administrativo y ambiental de la obra y comprobará que se cumpla con las obligaciones de los diferentes profesionales que participan en dicha ejecución. En la fase de inicio y ejecución de los proyectos de infraestructura, el ingeniero residente y el ingeniero inspector se reunirán para coordinar los plazos de ejecución y cronogramas de avance de obra.

En cuanto al plazo de ejecución y cronograma de avance de obra, el ingeniero residente es el responsable de sostener el ritmo adecuado de ejecución de los trabajos, evitando la paralización injustificada de la misma y el ingeniero inspector deberá verificar y hacer cumplir dicho cronograma. Es responsabilidad del ingeniero residente, asesorar en las adquisiciones de materiales, herramientas y alquiler de equipos. En cuanto a las rendiciones de cuenta y pre liquidación, el ingeniero inspector deberá revisar la documentación que sustenta el gasto realizado de acuerdo a las formalidades establecidas en los contratos entre el ente contratante y el contratista.

En toda ejecución de un proyecto de infraestructura debe existir el libro de obra, donde se registren las principales incidencias ocurridas en la obra, como avances de trabajo, consultas, respuestas del ingeniero residente y el ingeniero inspector del proyecto y en general, todo lo relacionado con el personal, equipo y materiales, utilizados cronológicamente en la ejecución de las actividades de la obra, así como de los plazos de tiempo y modificaciones del proyecto, entre otras.

Siguiendo a la Guía de Ejecución de proyectos de infraestructura (2009), la ampliación del plazo se otorgara por causa

justificada que perturbó la duración de las actividades en la ejecución de la obra. Pudiendo haber sido por las demoras ocasionadas por desabastecimiento de materiales y/o insumos u otros casos imprevistos o de fuerza mayor como lluvias, comprobados por el ingeniero inspector del proyecto. Modificaciones de la obra, como ampliación, vicios ocultos, reformulación entre otros, también justificaran modificaciones en el plazo de ejecución del proyecto u obra.

En la ejecución de un proyecto, pueden surgir reformas no sustanciales al expediente técnico, como el cambio de alternativa de solución por otra prevista en el estudio de pre inversión mediante el cual se otorgo la viabilidad. Así como, el cambio de localización geográfica dentro el ámbito de influencia del proyecto, el aumento o reemplazo del proyecto, el aumento de las metas físicas del proyecto entre otros.

Si las modificaciones no son sustanciales, y el monto de la inversión se incrementa en un 10 % respecto al establecido en el estudio de pre inversión para el cual se otorgo la viabilidad, entonces no es necesario verificar la viabilidad del proyecto, siempre que siga siendo rentable socialmente. Si el aumento está entre un 10% a un 30% debe verificarse la viabilidad del proyecto. Si el aumento es más del 30%, deberá decidirse sobre la posibilidad de continuar o no el proyecto.

### **Control de proyectos de infraestructura**

El control de un proyecto de infraestructura está directamente relacionado por los requisitos de diseño y por las especificaciones así, antes de completar el diseño final, el ingeniero deberá considerar cuidadosamente los métodos y equipos que pueda emplearse para la construcción de la obra y poder ejercer una revisión más eficaz en el proyecto. Aquellos requisitos que aumenten el costo de la construcción, sin dar benéficos

proporcionales deberán eliminarse. De manera que las decisiones para un buen control deben estar basadas en un conocimiento razonable de los métodos y costos de construcción.

De acuerdo al Manual Práctico (s/f, Procedimiento de formulación de proyectos y metodología para su presentación ante el FIDES), es necesario realizar el control de proyectos de infraestructura a través de la comprobación, inspección y fiscalización del proyecto completo, verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas que rigen en ese momento el área donde se está desarrollando dicho proyecto. Por lo tanto, para revisar un proyecto es obligatorio disponer de: la memoria descriptiva (técnica), la memoria de diseño y cálculo, la memoria de cálculo de cómputos métricos y de todos los planos del proyecto. Por ejemplo, en el caso del trazado de una vía o de una tubería, los perfiles longitudinales y transversales, las secciones típicas (indicando progresivas, puntos de referencia, obras de arte, servicios existentes, entre otros), para los proyectos de vialidad y redes de servicios (acueductos, cloacas, gas, electrificaciones, entre otros), para las especificaciones técnicas del proyecto (todas) (materiales, equipos, de ejecución), entre otros.

En general, para obras de infraestructura, requieren de estudios de: suelo, geotécnico, levantamiento topográfico, hidrológico, impacto ambiental, recuperación de la inversión, según corresponda al tipo de proyecto. En el caso de la iluminación de sitios públicos (estadios, plazas, avenidas, entre otros), requiere la constancia de suministro de energía por parte de la empresa eléctrica.

En el caso de adquisiciones, debe incluir los catálogos, las especificaciones detalladas del bien a adquirir y en el caso de que la ejecución de proyectos sea por etapas, debe contener un informe completo

y minucioso de la ejecución de cada una de las fases que hayan sido éstas financiadas o no, toda la documentación de los expedientes (contratos, actas, relaciones de obra ejecutada, presupuestos, cronogramas, valuaciones, órdenes de pago, entre otras), y un cuadro de resumen donde se indique las cantidades, los montos y el tiempos de ejecución de cada una de las etapas.

En cuanto al control financiero de los proyectos en Venezuela, requiere tener el cronograma de desembolsos, presupuesto en papelería de la entidad, detallado por partidas (codificado COVENIN, IVA) desagregado, incluyendo inspección o seguimiento y control, según corresponda a la obra o a la adquisición, sin variación de precios, sin gastos recurrentes, con precios ajustados al tabulador de precios de la Contraloría General del Estado, el cual debe ir firmado y sellado. En cuanto a las cotizaciones comerciales (mínimo tres (3) cotizaciones) de empresas reconocidas (Nombre, Teléfono, RIF, NIT, dirección, identificación de la persona que firma la cotización), en original y de fecha reciente, para todas las adquisiciones involucradas en el proyecto. Debe incluir además la evaluación económica del Proyecto.

De acuerdo al control de los materiales, el ingeniero deberá especificar en la medida de lo posible, aquellos materiales cuyo transporte no ameriten grandes distancias para no incrementar innecesariamente los costos. Con frecuencia, cerca del sitio de la obra pueden encontrarse materiales sustitutos que esencialmente son tan satisfactorios como los otros materiales cuyo costo son considerablemente más elevados.

Debe prever el ingeniero del proyecto, cuales son los métodos de construcción que tienen influencia en la cantidad y tipo de mano de obra que necesitará, así como su influencia en el costo. Por ejemplo, las estructuras de

concreto complicadas que son relativamente fáciles de diseñar y reducir a dibujos pero que pueden resultar excesivamente difíciles de construir. Así como un acabado de concreto de alto grado puede estar justificado en un edificio de lujo, pero no se justifica en una bodega, de manera que también la calidad de la mano de obra, deberá estar de acuerdo con el tipo de proyecto que se quiere realizar.

Por lo tanto, los ingenieros de proyectos deberán estar informados sobre el desarrollo de los nuevos equipos de construcción, esta información le permitirá modificar el diseño del proyecto o los métodos constructivo permitiendo el uso de equipos de manera más económica. Por ejemplo, el uso de un cargador de tierra de gran capacidad con grandes camiones podría necesitar un cambio de la localización, tamaño y forma del banco de préstamo, pero las economías resultantes, podrían justificar fácilmente el cambio.

### **Importancia socio económica de la infraestructura**

En lo que respecta a factores sociales, ambientales, económicos, generación de empleo y el desarrollo de la región, incide en los resultados del proyecto a corto, mediano y largo plazo.

Los servicios de infraestructura son unos de los elementos indispensables en el desarrollo de la actividad económica de un país, debido a que crea un enlace en el territorio nacional y contribuye a reducir los costos de transporte. De manera que, un suministro adecuado, eficiente y pertinente de las infraestructuras, contribuyen una interacción entre la inversión en este tipo de proyectos, los beneficios y la igualdad social. Para Rozas (2004) citado por Caicedo (2008, Infraestructura y crecimiento), desde el punto de vista económico los proyectos de infraestructura contribuyen a generar Producto Interno Bruto (PIB) generando

situaciones positivas en las cuales los costos no son reflejados sobre la inversión y el aparato productivo.

La posibilidad de obtener mejores servicios asociados al uso de la infraestructura, impacta de manera positiva sobre la productividad de otros factores, por lo que los economistas coinciden en afirmar que una ausencia de una infraestructura apropiada, y un ineficiente servicio de infraestructura dificulta poner en marcha políticas de desarrollo y obtener tasas de crecimiento económicos que igualen o superen los parámetros internacionales, (Rozas & Sánchez, 2004).

Desarrollar y renovar la infraestructura básica de cualquier país, de acuerdo a los esquemas tecnológicos internacionales es una necesidad así como lograr abarcar el máximo del territorio nacional para satisfacer y cubrir las necesidades de los servicios de infraestructura de los agentes económicos. La prerrogativa que tiene una buena infraestructura es que permite desarrollar ventajas competitivas al lograr un alto grado de especialización, lo que significa que disponer de una buena red de infraestructura contribuye a la integración del sistema económico territorial de cualquier país (Sánchez 2010, Algunas reflexiones sobre los servicios de infraestructura en América latina).

La importancia de contar con una excelente infraestructura, significa un reto para el Estado, pues debe desarrollar políticas que permitan llevar a cabo los proyectos así como realizarlos y administrarlos mejorando la economía y la parte social de cualquier país. La puesta en marcha de políticas en infraestructuras cuenta con algunos inconvenientes como la ausencia de objetivos reales y la sostenibilidad del proyecto, puesto que no existe uniformidad de políticas en los procesos de la concepción, ejecución,

administración e inspección de los mismos, generando desconfianza de estas estrategias.

Por otra parte se reconoce que la existencia de tener buenos servicios de agua potable y saneamiento, contribuye a reducir de manera significativa la morbilidad y la mortalidad por enfermedades transmitidas por el agua. Disponer de una buena red de sistema de agua potable contribuye a mejorar la salud de la población, así como una buena distribución de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas fortalece la calidad de los recursos hídricos. En cuanto al sistema eléctrico, el Estado debe disponer de una infraestructura que asegure el abastecimiento y calidad de este servicio lo que representa sistematizar, orientar y planificar el desarrollo de este sector y lograr la confiabilidad y diversificación de fuentes de energía. De manera, que un servicio de calidad de la electricidad procura a los usuarios confort, protección a los equipos eléctricos y al país le permite ser competitivo, (Sánchez 2010).

Por otra parte, las telecomunicaciones han mostrado un gran desarrollo en la mayoría de los países de Suramérica, en lo concerniente al internet y telefonía móvil, los costos de la tecnología en el sector de las telecomunicaciones han disminuido como consecuencia de los avances computacionales e informáticos permitiendo desarrollar la sociedad en su conjunto.

## **Conclusiones**

Se revisaron algunos elementos que relacionan el desarrollo del sector de infraestructura y el crecimiento económico como base de la productividad y la competitividad de un país. Se determinó a través de esta revisión bibliográfica un crecimiento del producto interno bruto cuando se mejora el capital social o infraestructura pública a través del aumento de la productividad privada.

Se reviso la importancia socioeconómica, al realizar inversiones en los proyectos de infraestructura impulsando la industria de la construcción promoviendo el aumento del empleo.

El desarrollo en conjunto de la redes de comunicación terrestre, acuática y aérea que facilitan el transporte de personas y de cosas, aunado a servicios de electricidad, agua potable, saneamiento, telefonía y datos entre otros, permite a los países participar en el mercado internacional con ventajas importantes. Concebir, ejecutar y evaluar proyectos de infraestructura que amplíen y promuevan la base económica debe ser la política de cualquier gobierno.

Al considerar el papel específico que tiene un equipo de trabajo en la gerencia de proyectos de infraestructura, se concluye que debe disponerse de un personal calificado que integre este equipo y un gerente con las características propias de un líder de manera que desarrolle las capacidades de cada miembro y alcance un mayor grado de especialización productiva.

La gerencia de proyectos de infraestructura, es entonces fundamental en la planificación, desarrollo y ejecución de una obra de infraestructura, de manera debería ser incluida en el pensum de la carrera de ingeniera civil.

La gerencia de proyectos de infraestructura, es una práctica que debería ser incorporada en lo que concierne a todas las actividades que se encuentran conectadas y coordinadas en obras de infraestructura, pues este tipo de obra permite la rentabilidad e integración económica y promoviendo la igualdad social de la región o del país.

De acuerdo a la investigación realizada, una buena gerencia de proyectos en infraestructura permite optimizar los costos

en la ejecución de este tipo de obras, mejora los costos que implican el mantenimiento y funcionamiento de los servicios de infraestructura, evitando costos de reparación que resultan más elevados que los costos de mantenimiento.

Al invertir en obras de infraestructura se reducen los costos que implica el consumo de los servicios, mejorando el acceso a los mercados de bienes e insumos aumentando de manera significativa la cobertura, calidad y bienestar de los servicios suministrados a la población

### **Referencias bibliográficas:**

- Arancibia S, Contreras E, Mella S, Torres P, Villablanca I. (s/f). "Evaluación Multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva". Disponible en [www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges48.pdf](http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges48.pdf). Consultado el 15 de Marzo de 2012.
- Bentall P, Beusch A, De-Veen J. "Programas de infraestructura intensivo en empleo". 2000. Disponible en <http://books.google.co.ve/books?id=64YcH2dTUxQC&pg=PA152&dq=administacion+de+infraestructura&hl#v=onepage&q=administacion%20de%20infraestructura&f=false>. Consultado el 27 de Marzo de 2012.
- Caidedo J. "Infraestructura y crecimiento". 2008. Disponible en [www.revistaperspectiva.com/archivos/revista/No%2017/055-57%20PERS.pdf](http://www.revistaperspectiva.com/archivos/revista/No%2017/055-57%20PERS.pdf). Consultado el 07 de Abril de 2012.
- Correa G, Rozas P. "Desarrollo urbano e inversiones en infraestructura: elementos para la toma de decisiones". 2006 Disponible en <http://books>.

- google.co.ve/books?id=1nYfqBFFY9EC&printsec=frontcover&dq=in fraestructura&hl=es&sa=X&#v=onepage&q=infraestructura&f=false. Consultado el 24 de Marzo de 2012.
- Gómez J. “Evaluación de proyectos de infraestructura para la integración regional”. 2003. Disponible en [www.iirsa.org/BancoMedios/Documento%20PDF/fid\\_evaluacion\\_de\\_proyectos\\_de\\_infraestructura.pdf](http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documento%20PDF/fid_evaluacion_de_proyectos_de_infraestructura.pdf). Consultado el 21 de Marzo de 2012.
- Guasch J. *Concesiones en infraestructuras* [Libro en línea]. 2004. Disponible en <http://books.google.co.ve/books?id=6mrojviUk1QC&printsec=frontcover&dq=infraestructura&hl=es&sa=X&#v=onepage&q=infraestructura&f=false> Consultado el 14 de Marzo de 2012.
- “Guía de ejecución de proyectos de infraestructura FONCODES”. 2009. Disponible en: [http://www.foncodes.gob.pe/documentos/Transparencia\\_2011/Guias/GUIA\\_DE\\_EJECUCION\\_2009.pdf](http://www.foncodes.gob.pe/documentos/Transparencia_2011/Guias/GUIA_DE_EJECUCION_2009.pdf). Consultado el 02 de abril de 2012.
- INMIVI. “Gerencia de infraestructura”. 2006. Disponible en [www.inmivi.merida.gob.ve/paginas/funcion\\_escolar.php](http://www.inmivi.merida.gob.ve/paginas/funcion_escolar.php). Consultado el 09 de Marzo de 2012.
- Manual Práctico (s/f). “Procedimiento de formulación de proyectos y metodología para su presentación ante el fi de. FONCODES” Disponible en [www.ubv2006.galeon.com/Programas/fides.pdf](http://www.ubv2006.galeon.com/Programas/fides.pdf). Consultado el 30 de marzo de 2012
- Oberto R. “Formulación y evaluación de proyectos de infraestructura. 2009”. Disponible en [www.slideshare.net/obertorobert/presentacin-2-ciclo-devida-de-un-proyeto](http://www.slideshare.net/obertorobert/presentacin-2-ciclo-devida-de-un-proyeto). Consultado el 24 de Marzo de 2012.
- PMI-”Project Management Institute A Guide to the project Management Body of Knowledge”. 2000. Disponible en [www.es.wikipedia.org/wiki/Proyecto#Caracter.C3.ADsticas\\_de\\_un\\_proyecto\\_seg.C3.BA\\_n\\_el\\_PMI](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Proyecto#Caracter.C3.ADsticas_de_un_proyecto_seg.C3.BA_n_el_PMI). Consultado el 06 de Abril de 2012.
- Rozas P, Sánchez R. “Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual”. 2004. Disponible en [www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/19838/lcl2182.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/19838/lcl2182.pdf). Consultado el 08 de Abril de 2012.
- Sánchez R. “Algunas reflexiones sobre los servicios de infraestructura en América Latina”. 2010. Disponible en [www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2011/07812.pdf](http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2011/07812.pdf). Consultado el 09 de Abril de 2012.
- Wikipedia. “Gestión de infraestructura”. 2011. Disponible en [www.es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n\\_de\\_infraestructuras](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_infraestructuras) Consultado el 09 de Marzo de 2012.
- Wikipedia. “Planificación”. 2011. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n>. Consultado el 12 de Marzo de 2012.
- Wikipedia. “Plan de gestión de activos”. 2009. Disponible en [www.es.wikipedia.org/wiki/Plan\\_de\\_gesti%C3%B3n\\_de\\_activos](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Plan_de_gesti%C3%B3n_de_activos). Consultado el 12 de Marzo de 2012.