

Gerencia del Proyecto de Nueva Entrada y Área de Acceso Peatonal de Estudiantes Universidad Politécnica de Puerto Rico

*Miguel A. Rossy Fullana
Maestría en Ingeniería Civil
Carlos González, Ph.D.
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Resumen — *En el 2014 la Universidad Politécnica de Puerto Rico desarrolló un proyecto para la construcción de La Nueva Entrada y Acceso Peatonal de Estudiantes. Como parte de este proyecto se desarrollarían dos principales estructuras. El contratista general utilizó métodos de gerencia de proyecto para poder realizar y terminar la obra a tiempo y con el presupuesto estimado a su vez mantener un control de cualquier atraso u órdenes de cambios que fueran solicitadas por el dueño o representante del proyecto. Los cursos principales utilizados, los cuales estaremos identificando y explicando en este artículo, son los siguientes: Manejo de Proyecto (MMP-6518) e Itinerario y Análisis de Impacto de Tiempo (CE-6530). Estos cursos son parte de algunos de los métodos utilizados para el manejo de proyectos. El objetivo de utilizar estos métodos de gerencia de proyectos fue aplicar los conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para desarrollar el proyecto, así como poder cumplir con los requisitos y mantener control de este.*

Palabras Clave — *Construcción, Especificaciones, Itinerario, Proyecto, “Stakeholders”.*

INTRODUCCIÓN

En el 2014, la Universidad Politécnica de Puerto Rico desarrolló un proyecto para la construcción de **La Nueva Entrada y Acceso Peatonal de Estudiantes** (ver Figura 1). Como parte de este proyecto se desarrollarían dos principales estructuras:

1. La entrada principal, junto al área de acceso peatonal de estudiantes y profesores.
2. Un puente peatonal que comprendería desde la nueva entrada principal a construirse, al edificio

principal de la universidad. Este puente fue incluido en el diseño principal debido a que el área que los estudiantes y visitantes deberían de utilizar para caminar desde ser dejados, hasta llegar al edificio principal, era inundable y dificultaría el traslado peatonal de personas desde la nueva entrada hasta el edificio principal.

El proyecto fue diseñado por el Arquitecto Jorge Rigau y desarrollado por los contratistas generales LFM Contractors & Project Managers, Corp. Se tomaron alrededor de 8 meses en finalizar la construcción.

En este proyecto el Arquitecto Rigau logró integrar la vegetación existente del área a las nuevas estructuras a construirse, logrando un mínimo impacto ambiental.

El proyecto pasó por un proceso de solicitud de propuesta, donde se invitaron cuatro contratistas generales. Las cuatro compañías sometieron sus propuestas. Después de un análisis de propuestas la Universidad Politécnica decidió aceptar la propuesta de la compañía LFM Contractors & Project Managers, Corp.

LFM Contractors, cumplió con todos los requerimientos solicitados en la propuesta, además de ser el postor más bajo, aunque el costo de esta propuesta seguía estando por encima, del presupuesto que la universidad había asignado para realizar la obra.

Debido a que el estimado sometido por LFM Contractors sobrepasaba el presupuesto que la universidad había establecido para este proyecto, fue necesario entrar en un proceso de negociación entre la universidad y el contratista general, para poder llegar a un acuerdo, lo más cercano al presupuesto establecido por la universidad.

Después de llegar a un acuerdo de costo final del proyecto se procedió a firmar el contrato del proyecto y se sometió, por parte de la universidad la Orden de Proceder y comenzar la obra.

Para el manejo de esta obra se utilizaron técnicas de Manejo de Proyecto aprendidos en la clase Proyecto (MMP-6518).

Como requisitos del proyecto se solicitó al contratista someter un itinerario de trabajos. Para este propósito se utilizó un itinerario de proyecto, técnicas aprendidas en la clase Itinerario y Análisis de Impacto de Tiempo [1]. Durante el proceso del proyecto surgieron varios cambios de órdenes que afectaron el itinerario del mismo. Para realizar estos cambios se usaron técnicas de Impacto de Análisis de Tiempo, también aprendidas en la clase [1].

Métodos Utilizados en el Proyecto

Algunos de los métodos utilizados para realizar la obra, y los cuales estaremos identificando y explicando en este proyecto, fueron los siguientes:

1. Manejo de Proyecto (MMP-6518).
2. Itinerario y análisis de impacto de Tiempo (CE-6530).
3. Manejo de Proyecto (MMP-6518).



Figura 1
Representación Dimensional Nueva Entrada y Área de Acceso Peatonal de Estudiantes Universidad Politécnica de Puerto Rico

REVISIÓN DE LITERATURA

Antes de que se definiera la profesión de Manejo de Proyectos, existían proyectos, pero no se nombraban como se conocen hoy, y no compartían muchos de los cimientos que sostienen el manejo de proyectos en la actualidad.

Historia del Manejo de Proyectos

Los faraones construyeron las pirámides de Egipto alrededor del 2500 a. C., y hasta el día de hoy no estamos seguros de cómo lograron tan enorme tarea. Pero los registros muestran que había gerentes, incluso en ese entonces, que eran responsables de cada una de las cuatro caras de la Gran Pirámide tal como la reconocemos hoy. Los ejemplos de gerencia de proyectos a través de la historia incluyen, la construcción del Ferrocarril Transcontinental y la reconstrucción de los estados del sur después de la devastación de la Guerra Civil estadounidense.

Si bien es posible que en ese momento no había consideraciones sobre la gerencia de proyectos, el alcance o la carga de trabajo, ciertamente hubo liderazgo en juego, debió haber algún presupuesto, incluso podría ser abierto, y hubo programación de algún tipo. Pero con la práctica vino el proceso y el refinamiento, como veremos avanzando.

Historia Moderna de la Gerencia de Proyectos

No fue hasta la década de 1900 que la gerencia de proyectos, tal como la conocemos, comenzó a desarrollarse. A medida que los proyectos se industrializaron, el proceso para gerenciarlos también experimentó una revolución.

¿Qué es un Proyecto?

Es un esfuerzo temporero realizado para crear un producto, servicio o resultado único.

Gerencia de Proyectos

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para desarrollar un proyecto y poder cumplir con los requisitos de este. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de 49 procesos, agrupados en 5 Grupos y 10 áreas de conocimiento [2].

El gerenciar un proyecto envuelve el saber balancear las demandas de:

- Alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos.
- Las diferentes necesidades y expectativas entre las partes interesadas.

- Requisitos identificados (necesidades) y no identificados (expectativas).

Áreas de Conocimiento de los Proyectos

Integración - Los procesos necesarios para garantizar que los elementos del proyecto están debidamente coordinados.

Alcance - Procesos necesarios para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completar el proyecto exitosamente.

Itinerario - Procesos necesarios para garantizar que el proyecto finalice a su debido tiempo.

Manejo de alcance - El trabajo que se debe realizar para entregar un producto con las características y funciones especificadas.

Manejo de Costo - Proceso que involucra la planificación, estimación, presupuestación, financiación, gerencia y control de costos de un proyecto.

Calidad - Procesos y actividades de la organización que determinan políticas de calidad, objetivos y responsabilidades para satisfacer las necesidades para las que el proyecto fue emprendido.

Recursos - Procesos para identificar, adquirir y manejar los recursos necesarios para la culminación exitosa del proyecto.

Comunicación - Procesos necesarios para garantizar una planificación oportuna y adecuada, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, manejo, control y disposición final de la información del proyecto.

Riesgos - Procesos relacionados con la identificación, análisis, implementar respuestas y controlar los riesgos del proyecto.

Documentación - Procesos necesarios para adquirir productos, servicios o resultados necesarios desde fuera del escenario de la organización.

“Stakeholders” - Procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que podrían impactar o ser impactadas por el proyecto.

Grupos de Procesos de un Proyecto

Todos los proyectos, sin importar su tamaño, se dividen en Grupos de Procesos [3]. Estos son los pasos necesarios para poder completar un proyecto. En la Figura 2 se identifican cada uno de esos grupos y en que momento interactúan durante el proyecto.

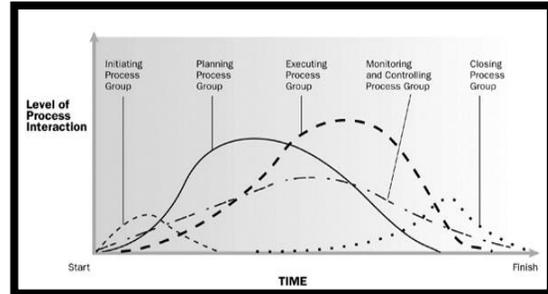


Figura 2
Nivel de Interacción entre Grupos de Procesos de un Proyecto

Inicio

- Selección de proyectos.
- Identificar las partes interesadas.
- Definir el alcance.
- Desarrollar la carta del proyecto.
- Identificar y documentar riesgos.

Planificación

- Identificar a los miembros clave del equipo del proyecto.
- Crear el desglose del trabajo.
- Identificar los riesgos del proyecto.
- Obtener la aprobación del plan del proyecto.
- Definir y registrar los requisitos detallados del proyecto.
- Desarrollar el plan para cambios de órdenes.

Ejecución

- Gestionar de forma proactiva la asignación de recursos.
- Ejecutar las tareas definidas en el plan del proyecto.
- Establecer expectativas a través de la comunicación.
- Mejorar el desempeño del equipo.

- Implementar un plan de control de calidad
- Implementar cambios de ordenes aprobados.
- Obtener recursos del proyecto.
- Implementar las acciones y soluciones aprobadas.
- Fomentar la utilización de buenas técnicas de planificación y animar a hacer estimaciones más precisas.
- Dar confianza al demostrar un control visible.

Monitoreo y Control

- Medir el desempeño del proyecto.
- Verificar y administrar cambios de órdenes en el proyecto.
- Monitorear el estado de todos los riesgos identificados.
- Asegurarse que las partidas del proyecto se ajusten a los estándares de calidad.

Cierre

- Formalizar y obtener la aceptación final del proyecto.
- Identificar, documentar y comunicar las lecciones aprendidas.
- Archivar y conservar registros del proyecto.
- Obtener el cierre financiero, legal y administrativo del proyecto.
- Liberar todos los recursos del proyecto y proporcionar comentarios. Medir la satisfacción del cliente.

Beneficios de la Utilización de Métodos de Gerencia de Proyecto

- Asegurar que el producto, resultado del proyecto, esté claramente definido y acordado por todas las partes implicadas.
- Gerenciar las expectativas de la gente relacionada o afectada con el proyecto.
- Permitir que los objetivos del proyecto estén claramente definidos e integrados perfectamente dentro de los objetivos empresariales de la organización.
- Facilitar el que la responsabilidad de cada parte del proyecto está perfectamente clara, asignada y acordada.

Desarrollo del Itinerario y Análisis de Impacto de Tiempo (CE-6530)

El itinerario es una herramienta que nos permite planificar, programar, controlar y establecer proyecciones en proyectos (Tiempo, Costos y Recursos).

La preparación de un itinerario utilizando el “CPM” consiste básicamente en cuatro (4) fases:

- Fase de Conocimiento del Proyecto.
- Fase de Planificación de la Ejecución.
- Fase de Cálculos y Entrada de Datos.
- Fase de Control, Ajustes y Actualizaciones.

Usualmente el dueño/diseñador determina el método a ser utilizado (Especificaciones del Contrato, Requisición de Itinerario, Método de Ruta Crítica). Factores que se toman en consideración:

- Tamaño y complejidad del proyecto.
- Roles y responsabilidades de las partes involucradas.
- Método de ejecución del proyecto.
- Fases, tiempo y distribución del proyecto.

Desarrollo de Especificaciones para el Itinerario

Las especificaciones deben establecer claramente los requerimientos del itinerario, deben ser preparadas cuidadosamente e incorporadas a los documentos de contrato. Esto permite al dueño mantener un control efectivo y hacer cumplir los requerimientos establecidos.

- Deben ser claras y concisas, evitando ambigüedades o mal entendidos.
- Deben ser preparadas por personal diestro en las técnicas de itinerario.
- Mientras más detalladas sean las especificaciones, menos oportunidad hay para los malentendidos.

Unas buenas especificaciones de itinerario deben incluir los siguientes:

- El método y la técnica para implementarse.
- La parte responsable de la preparación del itinerario.
- El nivel de detalles requeridos (“Work Breakdown Structure”, duración máxima permitida por actividad).
- Hitos (“milestones”) contractuales requeridos.
- Dependencias de terceros que puedan restringir el desempeño del proyecto. (Autoridad de Energía Eléctrica, Autoridad de Acueductos y Alcantarillados, Oficina de Gerencia de Permisos, Departamento de Estado).
- Identificar las técnicas de programación prohibidas (supresión de flota, actividades con extremos abiertos, etc.)
- Etapas de remisiones (preparación, sometimiento, aprobación, fabricación y entrega de equipos o materiales).
- Designación de recursos (costos, fuerza laboral, equipos, etc.).
- Inspecciones y pruebas requeridas.
- Proceso de revisión y aprobación del itinerario.
- Remediación por incumplimiento.
- Procesos de actualización (frecuencia, reuniones de progreso, incorporación de extensiones de tiempo, eventos de impacto en tiempo, etc.).
- Reportes de progreso (“four-week look-ahead”, “critical path report”, “cost report/curve”, “manpower report/curve”, etc.)
- Requisito para proceder con certificaciones de pagos.

ANÁLISIS DE IMPACTO DE TIEMPO (TIA)

Es un procedimiento para estimar tiempo, utilizando técnicas del Paso Crítico (“Fragnet”), en donde se analizan los eventos asociados a cada cambio para demostrar cualquier causalidad y efecto del atraso en el itinerario del proyecto. El método sugerido para calcular la magnitud de un retraso

consiste en un proceso llamado Análisis de Impacto de Tiempo (TIA).

“Fragnet”: secuencia de nuevas actividades y/o revisión de actividades propuestas, relacionadas a eventos específicos, para ser añadidas en un itinerario existente.

El producto del trabajo, incluyendo “fragnets”, dependencias, efectos y resultados del evento en el itinerario del proyecto, y una narrativa escritas. Su objetivo es demostrar, gráfica y matemáticamente, la influencia y medición adecuada de cualquier retraso asociado a cambios. Además, es la forma de incorporar eventos de atraso o impactos en el itinerario del proyecto.

Beneficios de Reconocer e Incorporar Retrasos

El objetivo del “TIA” es identificar, aislar y cuantificar cualquier impacto en tiempo asociado a un evento en específico y determinar su relación en tiempo con retrasos pasado o actuales.

Las técnicas de “TIA” se utilizan en proyectos para justificar o refutar retrasos en tiempo causados por cambios. También son utilizadas para evaluar reclamaciones posteriores a los hechos. La técnica de Análisis de Impacto de Tiempo es más eficaz cuando están obligados por contrato y los procedimientos se describen como parte de las especificaciones del itinerario. Se debe requerir que el contratista prepare y someta “fragnets” y la documentación de apoyo en un periodo de tiempo específico después de que un cambio o retraso se produce. Los procedimientos deben ser implementados por los Contratistas como parte de las solicitudes de Órdenes de Cambio o propuestas y/o cualquier petición para extensión de tiempo.

Los procedimientos para el TIA deben incluir:

- Descripción del método.
- Sugerir o dar ejemplos de formatos.
- El tiempo para sumisiones y aprobaciones.
- Procedimientos para seguir para la incorporación de los “fragnets”.

Preparación de Análisis de Impacto de Tiempo

Un análisis de impacto de tiempo será preparado cuando surgen Órdenes de Cambio o surgen problemas (eventos) durante la ejecución del proyecto que puedan resultar en atrasos, para documentar los hechos y circunstancias y cuantificar el retraso estimado y/o su impacto en el itinerario del proyecto. En el análisis se deben considerar datos del itinerario actual/revisado.

Procedimiento para Justificar Extensiones de Tiempo (TIA)

- El uso de la flota disponible.
- Responsable de la preparación del itinerario.
- Usualmente el dueño requiere que el contratista general prepare el itinerario. Esto puede ser: preparado por el contratista o contratando los servicios de un consultor “Scheduler” (Especificaciones).
- Extensiones de tiempo aprobadas o pendientes.
- Condiciones de trabajo encontradas.
- Progreso alcanzado al momento en que se produce la demora.
- El análisis debe basarse en hechos relacionados con los trabajos añadidos o modificados y con las pruebas necesarias que sirvan de apoyo al evento de retraso.

Al completar el análisis de impacto de tiempo, se debe preparar un reporte narrativo escrito en donde se incluya una descripción precisa sobre los eventos y las circunstancias y resultados relacionados al cambio o retraso.

Algunas de las causas más comunes de impactos son:

- Retrasos.
- Trabajos fuera de secuencia.
- Cambios en la metodología de trabajos.
- Recuperaciones imprevistas.
- Hacinamiento de la fuerza laboral.
- Acumulación de tareas.
- Interferencia de oficio o actividades.
- Pérdida de productividad.
- Trabajo en horas extras.

- Falta de material.
- Falta de equipos.
- Extensiones de tiempo inadecuadas.
- Condiciones atmosféricas adversas (temperatura, precipitación, viento y condiciones relacionadas tales como: marea, inundaciones y condiciones de lodo o terrenos inestables).
- Cambios y modificaciones al alcance de los trabajos.
- Respuestas tardías de consultas (RFI) y remisiones (“submittals”).
- Condiciones diferentes del sitio.
- Accesos inadecuados o limitados.
- Disponibilidad de áreas.
- Falta de almacenamiento.
- Equipos inactivos.
- Mal manejo de materiales.
- Falta de programación y coordinación.
- Aceleración.

METODOLOGÍA

Los grupos de procesos de Gerencia de Proyectos utilizados durante el proyecto fueron:

Proceso de Iniciación

El alcance del trabajo identificado fue construir un área de entrega de estudiantes y personal y un puente de concreto desde la nueva entrada hasta el edificio principal de la universidad.

Identificación Grupos de Interés (“Stakeholders”)

Los principales grupos de interés en este caso fueron el personal, los estudiantes y las Juntas Directivas de la Universidad Politécnica.

Riesgos y Limitaciones Iniciales Identificadas

Las principales limitaciones del proyecto fueron las condiciones climáticas. El área donde se desarrolló el proyecto era susceptible a inundaciones después de haber llovido (esta fue la razón principal para el diseño y construcción del puente). Además, la construcción se desarrolló en una zona con una

gran cantidad de árboles que no podían ser removidos ni impactados de ninguna manera (ver Figura 3). Toda la construcción se hizo alrededor de estos árboles, solo se permitió reubicar a unos pocos, limitando el uso de equipos de construcción en el área. La última restricción fueron los acabados especificados en los planos de construcción. Todos los acabados de los pisos de concreto tenían que hacerse tan pronto se vertiera el concreto, necesitando terminar todos los acabados del piso y las aceras antes de que se secase el concreto. Hubo que utilizarse retardadores de secado de concreto para poder completar esta parte.



Figura 3
Área del Proyecto Antes de Comenzar

Proceso de Planificación

Se desarrolló la estructura base del itinerario del proyecto o “WBS” por sus siglas en inglés. Los trabajos se proyectaron inicialmente para 24 semanas, sin embargo, debido al cambio solicitado por el propietario y condiciones climáticas que afectaron el itinerario inicial del proyecto, hubo que realizar cambios de órdenes y análisis de impactos de tiempo. El proyecto se extendió por 8 semanas más. Después de analizar todos los requisitos y riesgos del proyecto, se desarrolló un plan logístico para asegurar que todos los materiales y equipos necesarios en el proyecto se entregaran a tiempo. Los subcontratistas fueron monitoreados para asegurar que entregaran su trabajo completado dentro de los plazos requeridos del proyecto. Además, se

estableció un plan de control para monitorear de cerca la realización de terminaciones del proyecto y de esta manera evitar no cumplir con los estándares de calidad solicitados por el diseñador y especificados en el proyecto.

Proceso de Ejecución

Adquirir y liderar el equipo de ejecución, incluyendo personal de construcción y subcontratistas. Gestionar la adquisición de recursos, asegurando que el material y los equipos se entregaran a tiempo y así evitar la falta de material en algún momento del proyecto. En este proyecto hubo solicitudes de cambios realizadas por el propietario, así como extensiones de tiempo debido a las condiciones climáticas. Las solicitudes de cambio incluyeron cambios en la estructura y en los acabados del proyecto. El proyecto presentó muchos contratiempos por daños que se produjeron en la terminación de los pisos y las superficies de concreto expuesto (especificadas en los planos de construcción) en bancos y muros, ocasionados por la lluvia durante el vertido del concreto. Estos contratiempos debieron ser reparados dentro del plazo establecido en el contrato sin aumentar el presupuesto para el propietario, siendo estas las principales limitaciones del proyecto.

Debido a los contratiempos explicados anteriormente, provocados por las condiciones climáticas y los cambios solicitados por el propietario, el proyecto se completó en ocho meses; el itinerario de proyecto se extendió 2 meses adicionales.

Proceso de Monitoreo y Control

Se monitoreó diariamente el desempeño del personal y los subcontratistas, la calidad del proyecto y la entrega de materiales para garantizar que no hubiera retrasos debido a circunstancias evitables y garantizar que todas las fases se completaran a tiempo. Se mantuvo una comunicación constante del progreso del proyecto con los “Stakeholders”.

Proceso de Cierre

Se realizó un listado de deficiencias ("Punch List") del proyecto final y se entregó toda la documentación requerida para el cierre, incluyendo las especificaciones del equipo instalados, las garantías y los requisitos legales. Se solicitó la aceptación formal del cliente.

RESULTADO

Como resultado de la gerencia del proyecto podemos concluir que el proyecto se mantuvo en todo momento bajo control durante cada uno de los procesos.

Se identificó el alcance del proyecto y se entregó el mismo según los planos y especificaciones requeridas (ver Figura 4). Se mantuvo el control necesario para poder sobrepasar los riesgos y limitaciones identificadas en el proceso de identificación de riesgos del proyecto.



Figura 4
Proyecto Terminado

Se planificó el proyecto, desarrollando un itinerario base y se adaptaron los cambios tanto los solicitados por el dueño, como los causados por las condiciones climatológicas. A su vez, se controló el proyecto, utilizando análisis de impacto de tiempo e integrando cambios al itinerario base para terminarlo con las extensiones de tiempo negociadas y aprobadas por el dueño.

En la ejecución se adquirió y se manejó el equipo de manera eficaz, incluyendo personal de construcción y subcontratistas. Se gestionó la adquisición de recursos, asegurando que el material

y los equipos se entregaran a tiempo; en ningún momento el proyecto se quedó sin materiales. Se implementaron efectivamente las solicitudes de cambio de tiempo, cambios de órdenes en materiales y cambios que afectaron de alguna manera el alcance del proyecto.

Se mantuvo monitoreó y control diario del desempeño del personal, los subcontratistas y la calidad del proyecto. Hubo comunicación constante de la actualización del progreso del proyecto con los dueños y sus representantes.

Para el cierre de proyecto se realizó el listado de deficiencias ("Punch List") del proyecto final y se entregó toda la documentación requerida para el cierre, incluyendo las especificaciones del equipo instalado, las garantías y los requisitos legales. Se solicitó la aceptación formal del cliente. Aunque hubo cambios en presupuesto y tiempo, el proyecto se mantuvo dentro de las expectativas del dueño y la gerencia del contratista general.

REFERENCIAS

- [1] J. Guevara. CE 6530. "Análisis de Tiempo de Impacto e Itinerario". Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Puerto Rico, San Juan, PR, diciembre-febrero 2012.
- [2] Project Management Institute, *A guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide*, 6ta edición, Newton Square, PA: Project Management Institute Inc., 2017.
- [3] J. Green y A. Stellman, *Head First PMP: A Learner's Companion to Passing the Project Management Professional Exam*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media Inc., 2018.