

DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS

ESTUDIOS DE CASO
Volumen 3

EDITOR

Nelson Antonio Moreno Monsalve, Ph. D.

Dirección y gestión de proyectos

ESTUDIOS DE CASO
Volumen 3

Dirección y gestión de proyectos

ESTUDIOS DE CASO
Volumen 3

Editor

Nelson Antonio Moreno Monsalve, Ph. D.

Contenido

Introducción	9
1. El nuevo puente Pumarejo, un proyecto de infraestructura pública que impulsa la competitividad regional <i>Laura Valentina Moreno Ovalle, Nicolle Dayana Castañeda Sandoval, Nelson Antonio Moreno Monsalve, Sandra Marcela Delgado Ortiz</i>	11
2. El puente de Chirajara, el desplome de un proyecto <i>Luz Marina Sánchez Ayala, Amparo María Martínez Ariza</i>	37
3. Biblioteca Virtual en Salud en Colombia - BVS <i>William Fajardo Moreno, Marisol Goyeneche Reina</i>	59
4. La represa de Itaipú: una maravilla moderna de la ingeniería <i>Jenny Marcela Angarita Caro, Sandra Ximena Díaz Sánchez</i>	81
5. Dubailand, el parque temático de Dubái <i>Sandra Marcela Delgado Ortiz, Nelson Antonio Moreno Monsalve, Catalina Galvis Lotero, Cristian Felipe Torres</i>	113

Introducción

El método de estudio de caso se ha convertido en una herramienta objetiva de investigación que permite aprender a partir del análisis de las experiencias del pasado y de la cual se sirven no solo las instituciones educativas, sino también gerentes y empresarios, que encuentran en estas narraciones una fuente invaluable de buenas prácticas. En lo que respecta a la disciplina de dirección y gestión de proyectos, son innumerables los casos que se pueden documentar en las distintas temáticas que la componen, entregando lecciones aprendidas tanto de éxitos como de fracasos, fomentando de esta manera el análisis de los resultados que deriva en alternativas para superar los retos que trae consigo un proyecto.

Así las cosas, en esta tercera entrega del libro de estudios de caso hemos documentado 5 megaproyectos, surtiendo las fases de inicio, planeación, ejecución, control y cierre. Al igual que en las versiones pasadas, para la reconstrucción histórica de los acontecimientos se ha recurrido a fuentes secundarias de información. Como es costumbre, los casos que documentamos no abordan una temática específica, por el contrario, debido al tamaño de los proyectos seleccionados el análisis se puede hacer desde las distintas perspectivas de la gestión de proyectos, no obstante, se sugieren algunas preguntas orientadoras al final de cada caso. Los estudios de caso incluidos en este libro son:

Caso 1: El nuevo puente Pumarejo, un proyecto de infraestructura pública que impulsa la competitividad regional. En este caso se documenta el proyecto de construcción del nuevo puente Pumarejo, con una inversión aproximada de \$200 millones de dólares y una extensión de 2173 metros de largo, este proyecto se constituye en uno de los más importantes de Colombia, siendo catalogada como uno de los puentes más grandes de Suramérica.

Caso 2: El puente de Chirajara, el desplome de un proyecto. Este proyecto se perfilaba como una de las más importantes obras de ingeniería colombiana. Sin embargo, cuando faltaban 30 metros y dos meses para finalizarlo, el puente colapsó, ocasionando la muerte de 9 obreros y generando incalculables pérdidas económicas, no solo por la inversión que se había asumido para su construcción, sino también por las expectativas de movilidad que se habían generado para el país.

Caso 3: Biblioteca Virtual en Salud en Colombia – BVS. Este proyecto es un esfuerzo colaborativo que pretende promover el acceso libre a información científica en ciencias de la salud, de calidad y actualizada, que contribuya al mejoramiento de las prácticas clínicas y la educación en salud y así mejorar la calidad de vida y bienestar de los colombianos.

Caso 4: La represa de Itaipú: una maravilla moderna de la ingeniería. Este caso de estudio tiene como propósito dar cuenta de los hechos más relevantes que precedieron y acontecieron en la ejecución y puesta en marcha del proyecto de diseño, ingeniería y construcción de la Central Hidroeléctrica Itaipú, considerado como uno de los proyectos de infraestructura más importantes del mundo, y una magnífica represa que sigue siendo orgullo latinoamericano.

Caso 5: Dubailand, este proyecto se ha constituido en una de las obras con mayores perspectivas de aporte al desarrollo económico y social de la región. Dividido en 4 fases, y con una inversión inicial cercana a los \$65.000 millones de dólares, la construcción de este parque temático se anunció en el año 2003, pero se ha visto afectado por distintas crisis financieras que han impedido que el proyecto avance.

Como lo hemos manifestado en todas nuestras obras, es nuestro propósito seguir aportando al fortalecimiento de las buenas prácticas en dirección y gestión de proyectos. Así mismo, esperamos que esta obra se constituya en fuente de consulta y análisis para la formación de gerentes de proyecto, comprometidos, éticos y responsables.

El nuevo puente Pumarejo, un proyecto de infraestructura pública que impulsa la competitividad regional

**Laura Valentina Moreno Ovalle
Nicolle Dayana Castañeda Sandoval
Nelson Antonio Moreno Monsalve
Sandra Marcela Delgado Ortiz**

Colombia es un país suramericano ubicado entre el mar Caribe y el océano Pacífico, con varias salidas de puerto en los departamentos del Valle del Cauca, Magdalena, Bolívar y Atlántico. El puerto de Barranquilla es uno de los más importantes del país debido a que comunica a la región Caribe con el interior, movilizándolo un promedio anual de carga de 5 millones de toneladas (Puerto de Barranquilla, 2019).

Este caso tiene como propósito documentar el proyecto de construcción del nuevo puente Pumarejo, uno de los proyectos más importantes de Colombia, dado que incrementa la competitividad tanto de la región Caribe como de los distintos centros de producción colombianos (Invías, 2014a). Esta obra tuvo una inversión aproximada de \$200 millones de dólares. Con una extensión de 2173 metros de largo, dio inicio en el año 2015 y finalizó en diciembre de 2019, siendo catalogada como uno de los puentes más grandes de Suramérica y el segundo más ancho del mundo (CE Noticias Financieras, 2019). Este caso de estudio se aborda a través de las etapas que componen el ciclo de vida del proyecto: inicio, planeación, ejecución, control y cierre. Previo a la descripción del proyecto se presenta el contexto general en el que se desarrolló, describiendo a Barranquilla, su historia e indicadores económicos y demográficos, además del antiguo puente Pumarejo.

Barranquilla, la puerta de oro de Colombia

La fundación de Barranquilla tuvo origen a mediados del siglo XVI con el otorgamiento de un pequeño caserío a don Nicolás de Barros, quien estableció la hacienda llamada Barranquilla de San Nicolás. En el año 1813 este lugar fue catalogado como villa, por el entonces gobernador del estado de Cartagena, don Manuel Rodríguez Torices, quien la convirtió en la capital del actual departamento del Atlántico. En 1820, gracias a la campaña libertadora promovida por el general Simón Bolívar, Barranquilla logra su independencia de la corona española, esto hizo que se convirtiera en un puerto comercial con participación mundial (Vergara *et al.*, 2012) reconociéndose como uno de los principales importadores de productos agrícolas como el añil, quina, tabaco y tagua (Sourdis, 2009).

En 1823 se inició la navegación a vapor por el río Magdalena, principal ruta fluvial de Colombia, esta operación fue de gran importancia económica empresarial. En 1852 se desmonopolizó la navegación dando apertura al nacimiento de nuevas empresas como la Compañía Unida de Navegación por

Vapor en el río Magdalena, que le permitió a Barranquilla convertirse en la sede principal de la mayoría de las empresas que navegaban, trayendo consigo el desarrollo industrial portuario que se reflejó en la construcción de astilleros, talleres y martinets en los que se construían y reparaban las embarcaciones (Viloria de la Hoz, 2014).

En 1871 se construye la vía férrea que une a Barranquilla con el mar Caribe, este fue el segundo ferrocarril de Colombia, posterior al de Panamá. Esta obra se hizo en respuesta a la carencia de vías principales que permitiera comercializar la oferta creciente de productos. Bajo este amplio desarrollo comercial, a finales del siglo XIX Barranquilla se posicionó como la tercera ciudad más importante del país, llamando la atención de distintos grupos de migrantes extranjeros que incrementaron el crecimiento y desarrollo industrial (Sourdis, 2009). En 1919 se crea la Sociedad Colombo Alemana de Transporte Aéreo (SCADTA), conocida actualmente como Avianca, que con su operación comercial por medio de hidroaviones permitió fortalecer la economía, debilitada debido a la Gran Guerra.

En 1936 se inaugura el puerto y terminal de Barranquilla, y en 1974 se inaugura el primer puente Pumarejo, que conecta las principales ciudades del departamento del Atlántico, facilitando el traslado de productos hacia la zona franca de Barranquilla (Otero, 2012). Barranquilla fue nombrada la puerta de oro de Colombia debido a que, por su localización, ingresó al país grandes avances tecnológicos como la radio, la televisión, el cine, el ferrocarril, la aviación y la navegación.

Barranquilla, panorama social y económico

Barranquilla cuenta con una población de 1'206.319 habitantes, de los cuales el 47,9 % son hombres y el 52,1 % son mujeres. El 22 % de su población está compuesta por personas entre 0 y 14 años, el 64 % entre 15 y 59 años, y el 14 % mayores de 59 años. Así mismo, al analizar su índice de pobreza, comparada con las 23 principales ciudades de Colombia, Barranquilla se encuentra en la posición 14. Por otro lado, para el año 2019 tuvo una tasa de ocupación del 59,5 % y una tasa de desempleo del 7,8 %. En cuanto a las ramas de actividad en las que Barranquilla tiene mayor porcentaje de población ocupada están: comercio, hoteles, restaurante, turismo, industria manufacturera; actividades inmobiliarias y empresariales, transporte, almacenamiento y comunicaciones (DANE, 2020).

Barranquilla es la capital del departamento de Atlántico y a través del puerto logra conectar la región no solo con el resto del país sino con el exterior. Barranquilla y las ciudades del área metropolitana representaron el 82,4 % de la población total del departamento de Atlántico para el año 2018 (Pacheco y Nieto, 2019) por lo tanto, el producto interno bruto del departamento para el año 2018 fue de 11 mil millones de dólares, lo que representó un 4,42 % del PIB total del país (DANE, 2020), con una participación sectorial de: servicios (42 %), industria (15 %), comercio (13 %), construcción (12 %), otros (18 %) (Pacheco y Nieto, 2019).

Por otra parte, entre los productos que más se exportan están: alimentos, químicos, farmacéuticos y metales comunes, por otro lado, a los países que más se exportan están Estados Unidos, México, China, Venezuela y Ecuador (DANE, 2020).

El antiguo puente Pumarejo

El antiguo puente Pumarejo comenzó su planeación con la Ley 113 del 29 de diciembre de 1962, con la que se dio acceso al gobierno para iniciar los trámites jurídicos y legales para su construcción. El 5 de agosto del año 1966, el presidente Guillermo León Valencia concedió el contrato de diseño y fabricación a la empresa Cuellar, Serrano, Gómez, Ltda. Sin embargo, el presidente sucesor, Carlos Lleras Restrepo, revocó el contrato con la justificación de inconsistencias financieras, legales y técnicas, aunque después de hacer el respectivo estudio de la propuesta, se concedió nuevamente el contrato a este mismo consorcio en alianza con Lodigrani S. A. De esta manera, el 1 de julio del año 1970 se inició la obra, con un presupuesto asignado de 40 mil dólares y 30 meses de plazo para su ejecución (El Herald, 2019a).

El primer puente Pumarejo fue diseñado por el arquitecto italiano Ricardo Morandi y fue inaugurado por el presidente Misael Pastrana Borrero el 6 de abril de 1974, después de 42 meses de trabajo, siendo una de las obras más importantes de ingeniería del siglo XX en Colombia. Para su fabricación se usaron las técnicas más modernas de la época, como la prefabricación de las losas de la calzada y la construcción de vigas de 120 toneladas de peso con un sistema de cables pretensado. El puente conecta la ciudad de Barranquilla con la isla de Salamanca, está situado sobre el río Magdalena, a 20 kilómetros de donde desemboca el mar Caribe, además tiene una capacidad para que 1500 autos puedan transitar por hora. Al inicio del proyecto su ubicación generó polémica debido a que el presidente Alberto Lleras Restrepo decidió no localizarlo en la

zona franca de Barranquilla argumentando los altos costos que esto implicaría, esto limitó el crecimiento de la ciudad, dado que la baja altura del puente no permitía la navegación de grandes embarcaciones (El Heraldó, 2019b).

Dentro de las características técnicas de la obra se destacan: longitud total de 1500 metros entre una orilla y otra; los pilotes tienen una profundidad de 30 metros y un diámetro de 1,80 metros en promedio; cuenta con 56 columnas que forman 29 tramos de luces; 4 apoyos elásticos; cuenta con una altura de 16 metros. La importancia del primer puente Pumarejo radica en el desarrollo que le trajo a la región gracias a la conexión que lograron las distintas ciudades con el puerto y la zona franca (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

El proyecto del nuevo puente Pumarejo

El nuevo puente Pumarejo es la conexión entre el departamento Atlántico y el departamento de Magdalena, las dos principales salidas comerciales de Colombia. Para su construcción se invirtieron alrededor de 200 millones de dólares. Cuenta con 38 metros de ancho, 2173 metros de largo y posee una altura de 45 metros respecto al cauce, esto permite la correcta navegación de embarcaciones de gran tamaño, potenciando así el área portuaria, comercial e industrial de la región. El puente cuenta con dos calzadas, cada una de tres carriles, además tiene 3,2 km de ciclorruta y zona peatonal. Este proyecto permitió modernizar el puerto de Barranquilla y fortalecer la actividad económica de la región y del país, mediante el crecimiento del índice de importaciones y exportaciones (Invías, 2014a).

El inicio del proyecto

El proyecto del nuevo puente Pumarejo nace como respuesta a la necesidad de ampliar el paso vehicular y facilitar el tráfico marítimo, en relación con el antiguo puente, como punto esencial para el comercio de la región y del país (Fontalvo *et al.*, 2017). En consecuencia, dentro de los objetivos que se propusieron para el proyecto estaban: mejorar el tránsito vehicular y peatonal; mayor comodidad y seguridad para la circulación de vehículos y embarcaciones; desarrollo continuo de la región y fortalecimiento comercial. El nuevo puente permitiría que pasaran grandes buques por el río Magdalena, dado que el antiguo puente por su altura no lo permitía, esto haría que la economía de los puertos se dinamizara. La nueva estructura también sería una conexión eficiente y ágil en cuanto al transporte terrestre de la región Caribe con

el interior del país. Finalmente, este nuevo proyecto evitaría un colapso en la región ocasionado por una falla o falta de capacidad operacional en el antiguo puente Pumarejo (Invías, 2013).

Los estudios de viabilidad se empezaron con una inversión aproximada de 2 millones de dólares en el año 2012, y se asignó al consorcio Ecoportos para analizar las opciones de construcción. En primera instancia se consideró la posibilidad de construir el nuevo puente Pumarejo sobre los cimientos de la estructura antigua, sin embargo, por las fuertes críticas a esta propuesta esta opción fue rechazada, y se decidió construir una nueva estructura al lado del puente antiguo (Chacón, 2013). El gobierno colombiano hizo una inversión adicional de 600 mil dólares más para precisar la viabilidad de la profundización del canal de Barranquilla, por lo cual se realizó una medición del impacto ambiental que provocaría la construcción del puente sobre el río Magdalena (Mouthón, 2016).

La licitación para participar en el proyecto fue publicada por la alcaldía de Barranquilla en noviembre de 2014, en él se especifican todos los aspectos generales de la obra, los costos derivados de participar en el proceso licitatorio, los resultados de los estudios previos, el aviso de convocatoria, los pliegos de condiciones y las demás adendas al contrato (Invías, 2014b). En el documento de los estudios previos, incluido en la licitación, se describen con detalle las necesidades que el proyecto pretendía satisfacer, y los documentos técnicos para desarrollar. Así mismo, se presentaban las obligaciones del contratista, las obligaciones del distrito de Barranquilla, los fundamentos jurídicos, el valor del contrato, la disponibilidad presupuestal y las diferentes variables por considerar en el presupuesto, la forma de pago del contrato y los criterios para la selección de la propuesta ganadora (Alcaldía de Barraquilla, 2014).

Vale la pena destacar desde el punto de vista de la gestión del proyecto que, en el estudio previo también se mencionaban los posibles riesgos que podía conllevar la construcción del puente, en su gran mayoría se clasificaban en la etapa de ejecución. Algunos riesgos identificados fueron: la actualización en la norma técnica, lo que generaría un retraso en el cierre del proyecto; la variación en los precios de los materiales, lo que ocasionaría afectación en la terminación del proyecto; así como la falta de calidad en los recursos contratados. En esta clasificación de riesgos se descartaron los accidentes o muertes del personal de obra, lo cual podría ocasionar retrasos en la ejecución del contrato. Las empresas interesadas en participar del proyecto debían incluir en sus ofertas el plan de gestión y mitigación de estos riesgos (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

Como respuesta a la convocatoria se recibieron distintas ofertas de consorcios interesados en llevar a cabo esta importante obra. Las empresas interesadas fueron: el consorcio SES puente del Magdalena, conformado por Esgamo Ingenieros Constructores, con una participación del 30 %; Sacyr Construcción Colombia, con el 40 %; y Sacyr Chile S. A. con el 30 % restante. Otro de los consorcios interesados fue el Internacional Puente Río Magdalena, integrado por INC SPA de Italia, con una participación del 70 % y Southwestern International Group con el 30 % restante. Finalmente, el grupo Tradeco Infraestructura de México fue el tercer consorcio en presentar una oferta (Palacio, 2015).

Para el proceso de selección se tuvieron en cuenta criterios como la capacidad jurídica, experiencia en la ejecución de este tipo de proyectos, disponibilidad del equipo mínimo requerido, capacidad financiera de los grupos económicos intervinientes, estos aspectos habilitaban o inhabilitaban la participación de los oferentes. La oferta ganadora fue seleccionada de acuerdo con la mejor puntuación ponderada de los elementos de calidad y precio, tales como el factor económico, factor de calidad, apoyo industrial nacional, carencia de sanciones y por último, inclusión social, cada uno de estos ítems tenía una puntuación diferente sobre un total de mil puntos (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

Finalmente, el 31 de marzo de 2015 se conoció la empresa seleccionada. El contrato para llevar a cabo la construcción del nuevo puente Pumarejo fue otorgado al consorcio SES puente del Magdalena (Sacyr, 2015), quienes dentro de su oferta proponían un ajuste a los diseños iniciales incluidos en la licitación que permitirían mejorar la ejecución de la obra adaptándola a las capacidades y esquemas de construcción colombianos (Coruña, 2017). En lo que respecta al contrato de interventoría, este fue otorgado al Consorcio Vial Pumarejo, conformado por las empresas Mab Ingeniería de Valor y Triada Diseños (Consortio Vial Pumarejo, 2019). La tabla 1 presenta la línea de tiempo del proceso de contratación llevado a cabo.

Tabla 1. Línea de tiempo proceso de contratación

Fecha	Actividad
2011	Inicio de la elaboración de los planes por parte del Ministerio de Transporte de Colombia para realizar la construcción del nuevo puente Pumarejo (MinTransporte, 2017)
28 de diciembre 2011	Adjudicación de la licitación al consorcio Ecopuentes para la realización de los estudios complementarios y diseños finales. Plazo asignado: 12 meses, costo aproximado del contrato 2 millones de dólares (Invías, 2011)

Fecha	Actividad
2 de marzo 2012	Se adjudica la interventoría del contrato de estudios y diseño al Consorcio AIM - CCC 068. Costo aproximado del contrato: 500 mil dólares (Invías, 2012)
26 de marzo 2012	Se inicia la realización de los estudios (Invías, 2012)
9 de marzo 2013	El director general de Invías, Carlos Rosado Zúñiga, define que la construcción del nuevo puente Pumarejo será paralela a la existente, después de haber contemplado opciones como la construcción de un túnel y la construcción de un puente sobre el existente (Invías, 2012)
11 de octubre 2013	Se realiza la primera entrega del diseño final para revisión del consorcio Ecopuentes (Invías, 2013)
8 de septiembre 2014	Se determina que el costo aproximado del proyecto será de: \$160 millones de dólares. El gobierno nacional mostró su interés en construir una nueva estructura y anunció un aporte de \$110 millones de dólares (Invías, 2014b)
4 de noviembre 2014	Apertura de la licitación pública. Publicación de los pliegos de condiciones y estudios técnicos (Invías, 2014c)
Del 5 noviembre al 18 de diciembre 2014	Plazo para presentar observaciones al proyecto de pliego de condiciones (Invías, 2014c)
22 de diciembre 2014	Iniciación del plazo de la licitación pública para la presentación de propuestas (Invías, 2014c)
16 de febrero 2015	Plazo máximo para presentar observaciones al pliego de condiciones definitivo (Invías, 2014b)
17 de febrero 2015	Plazo máximo para expedir adendas (Invías, 2014c)
23 de febrero 2015	Hasta las 11:00 a. m. se reciben las propuestas para adjudicar el contrato de este proyecto (Invías, 2014c)
24 de febrero, al 18 de marzo 2015	Se realiza la evaluación de las propuestas del proceso LP-DO-GGP-076-2014 (Invías, 2014c)
Abril de 2015	Se adjudicó el contrato EPC a SES Puente Magdalena, un consorcio de Esgamo Ingenieros Constructores, Sacyr Chile y Sacyr Construcción Colombia (MinTransporte, 2017)

Fuente: elaboración propia a partir de los documentos consultados

La etapa de planeación del proyecto

Como punto de partida de la etapa de planeación, el consorcio SES realizó un análisis minucioso del alcance definido para el proyecto, con lo cual posteriormente determinaría las fases de este. El alcance definido dentro del contrato contemplaba etapas como las obras de cimentación y accesos, construcción de los pilotes, armado de la estructura, ensamblaje del tablero principal, instrumentación del puente, construcción de apoyos, urbanismo y paisajismo, instalación de los sistemas de iluminación, gestión social y predial, gestión

ambiental, gestión de salud y seguridad en el trabajo, obras de señalización y seguridad vial de acuerdo con la normativa vigente según las especificaciones técnicas, instalación de los elementos de seguridad requeridos para una obra junto con la delimitación y desarrollo de las medidas de protección en áreas escolares, y plan de manejo de tráfico vial y marítimo (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

En ese sentido, el nuevo puente tendría una estructura atirantada con dos accesos de luces de 70 metros y una luz en el centro con una altura de 380 metros. El separador central contaría con 5 metros de ancho, y toda la estructura tendría una longitud de 2250 metros, con 990 metros de viaductos en accesos y conexiones. El puente tendría dos calzadas, cada una contaría con 3 carriles, andenes peatonales y dos carriles adicionales destinados para ciclovia. Por último, el puente tendría una altura de 45 metros, esto para cumplir uno de los principales objetivos de la nueva estructura, permitir el transporte de grandes embarcaciones por debajo del puente, lo que el antiguo puente Pumarejo impedía (El Herald, 2016).

Por otra parte, para la construcción del puente era necesario iniciar con la adquisición de alrededor de 97 predios, por lo cual esta tarea se convirtió en prioritaria y se requirió apoyo directo de la gobernación del Atlántico y el gobierno de la ciudad de Barranquilla (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

En lo que respecta a los plazos establecidos, el acta de inicio del proyecto se firmó el 19 de mayo de 2015, con una fecha de inicio de obra del 19 de agosto de 2015, y una expectativa de finalización del 18 de mayo de 2018, otorgando así 3 años para la construcción del puente (Invías, 2017).

Con base en estas fechas, la planeación del proyecto fue estructurada en cinco fases: [1] pilotaje; [2] construcción de zapatas; [3] construcción de columnas; [4] ubicación de los cabeceros; y [5] montaje del tablero (Invías, 2017). En primer lugar, los pilotes son la cimentación profunda del puente, se proyectaron construir 288 siendo esta una de las fases que conllevaba más esfuerzo y tiempo, porque implicaba que fueran fundidos en el cauce del río Magdalena. La segunda fase, las zapatas, son la cimentación superficial y mantiene el peso de las columnas balanceado. La tercera fase, la construcción de las columnas y los capiteles, permitieron hacer el montaje de la respectiva estructura metálica. La cuarta, la construcción de los cabeceros y, por último, el montaje del tablero, el cual debía tener unas medidas de 468 metros lineales (El Herald, 2016). La figura 1 presenta la planeación general de las fases contempladas para el proyecto.

Figura 1. Planeación general inicial del proyecto

	Fase	2015	2016	2017	2018
1	Pilotaje				
2	Construcción de zapatas				
3	Construcción de columnas				
4	Ubicación de los cabeceros				
5	Montaje del tablero				

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes consultadas

En cuanto al presupuesto inicial, fueron asignados 160 millones de dólares, proyectando el desembolso a lo largo de los cuatro años estimados para la ejecución del proyecto. La tabla 2 presenta la proyección general del presupuesto del proyecto.

Tabla 2. Proyección presupuesto inicial del proyecto

Año	Valor
2015	13 millones de dólares
2016	65 millones de dólares
2017	68 millones de dólares
2018	14 millones de dólares
Presupuesto total	160 millones de dólares

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Invías (2017)

En la planeación inicial también se identificaron otros posibles riesgos, adicionales a los entregados en el pliego licitatorio, que podría llegar a afectar la ejecución correcta del proyecto (Alcaldía de Barranquilla, 2014):

1. La permanencia en *stand-by* de maquinaria por no iniciar la obra debido a demoras en la entrega oportuna de las revisiones del proyecto, si esto sucediera, se generaría un retraso en el cronograma que repercutiría en el presupuesto del proyecto.
2. El suceso de un siniestro por la estabilidad de la obra, si esto sucediera, la póliza debería cubrir los daños, sin embargo, esto generaría atraso en la obra y podría ocasionar hasta su terminación.
3. También podría presentarse la aplicación de técnicas inadecuadas de construcción por falta de capacitación del personal, dado que se pretendía

aplicar técnicas nuevas que no habían sido aplicadas en Colombia, lo cual afectaría de manera directa la calidad de los entregables y por consiguiente del resultado final.

4. En las etapas de ejecución y contratación, el posible riesgo era la demora en las autorizaciones de los organismos gubernamentales, esto provocaría retraso en el inicio o en la duración del proyecto. Los trámites de licencias se constituían en una tarea crítica, dado que esto podría postergar el inicio de la ejecución del contrato (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

La ejecución del proyecto

La construcción del proyecto del puente Pumarejo comenzó el 19 de agosto de 2015, en donde una semana antes estaba llegando la maquinaria necesaria para iniciar con la primera actividad establecida en el calendario, la cual era la canalización del caño Pasadena. La primera fase del proyecto era la cimentación en donde se construían los pilotes para dar soporte a la base de la estructura. En la tabla 3, se muestran los hitos y actividades más importantes de la ejecución del proyecto.

Tabla 3. Línea de tiempo ejecución del proyecto

Fecha	Actividad
19 de mayo 2015	Inicio accesos Barranquilla y comienzan demás actuaciones (bordillo, andenes, drenaje, impermeabilización, muros de tierra armada, barandas, explanaciones, pavimentos, etc. (Invías, 2019)
20 de agosto 2015	Llega maquinaria y comienzan los trabajos de construcción del puente Pumarejo (MinTransporte, 2017)
16 de octubre 2015	Viaducto acceso lado Barranquilla (Invías, 2019)
19 de octubre 2015	Inicia pilotaje del puente Pumarejo (El Heraldo, 2015)
6 de junio 2015	Finalización accesos Barranquilla (Invías, 2019)
18 de junio 2015	Actividades previas (Invías, 2019)
29 de septiembre 2015	Las actividades de construcción están en marcha (MinTransporte, 2017)
16 de octubre 2015	Inicia la construcción del cajón central (Invías, 2019)
16 de octubre 2015	Empieza construcción de alas de tablero (Invías, 2019)
16 de octubre 2015	Comienza la construcción del viaducto tramo atirantado (Invías, 2019)
Abril de 2016	Termina la etapa de preconstrucción del puente
Febrero de 2016	La construcción de los pilotajes está en un 14 % (El Heraldo, 2016a)
18 de marzo 2016	Inicio de construcción de viaducto acceso lado Palermo (Invías, 2019)

Fecha	Actividad
3 de mayo 2016	Comienza desvío lado Barranquilla (Invías, 2019)
Mayo de 2016	El proyecto está en construcción (MinTransporte, 2017)
7 de junio 2016	Finaliza el desvío lado Barranquilla (Invías, 2019)
7 de junio 2016	Comienza la construcción del ramal Santa Marta-Puerto (Invías, 2019)
9 de septiembre 2016	Llegada de una formaleta turca llamada autocimbra, para agilizar la construcción del piso del puente (Invías, 2016)
16 de septiembre 2016	Se inicia la fundición con autocimbra (Invías, 2016)
21 de septiembre 2016	Avance del proyecto al 43 % (Invías, 2016)
Noviembre de 2016	Invías abona una parte de la deuda al contratista del puente Pumarejo. (González, 2016)
3 de enero 2017	Fin de actividades previas (Invías, 2019)
Marzo 2017	Instalan autocimbra para obra del puente Pumarejo (Patiño, 2017)
1 de abril 2017	Inicia la construcción de los pasos peatonales y de la pasarela sur (Invías, 2019)
Noviembre de 2017	El proyecto está en construcción (MinTransporte, 2017)
26 de noviembre 2017	Inicia construcción de las alas del tablero (Invías, 2019)
Marzo 2018	Aprueban prórroga del contrato hasta el año 2019 (De la Hoz, 2018)
Mayo 2018	Multan al contratista por demoras en la construcción del puente Pumarejo (El Heraldo, 2018a)
20 de junio 2018	Finaliza construcción del cajón central (Invías, 2019)
Agosto 2018	El director general de Invías implementa un plan de trabajo, el cual contiene un diagnóstico técnico, jurídico y financiero. Además de la ejecución de una gerencia especializada, con la finalidad de culminar el proyecto (Invías, 2019)
16 de octubre 2018	Empieza fabricación y diseño de alas del tablero (Invías, 2019)
11 de octubre 2018	Inicia la construcción de la pasarela calle 5 (Invías, 2019)
23 de octubre 2018	Incidente en la pila 13 del puente provoca un incendio y 7 trabajadores salen heridos (El Heraldo, 2018b)
17 de noviembre 2018	Debido al cambio de gobierno en el país, el nuevo presidente de la República, Iván Duque, garantiza \$130.000 millones de dólares para la culminación del proyecto. Avance del proyecto al 65 % (Invías, 2019)
21 de noviembre 2018	Finaliza la construcción del ramal Santa Marta-Puerto (Invías, 2019)
23 de noviembre 2018	Inicio de la construcción de la pasarela norte (Invías, 2019)
7 de diciembre 2018	Termina la fabricación y el diseño de las alas del tablero (Invías, 2019)
7 de diciembre 2018	Finaliza el viaducto acceso lado Barranquilla (Invías, 2019)
15 de diciembre 2018	Reparan fisuras del puente Pumarejo (Blanquicet, 2018)
2 de abril 2019	El avance de la construcción del puente alcanza el 80,10 % (Invías, 2019)
20 de julio 2019	Finaliza la construcción de la pasarela sur (Invías, 2019)
Agosto 2019	Se une el tablero de la parte central del puente (Blanquicet, 2019a)
10 de septiembre 2019	Finaliza la construcción de la pasarela calle 5 (Invías, 2019)

Fecha	Actividad
13 de septiembre 2019	Avance del proyecto del 92 %, falta la construcción de la ciclovía, los andenes y el paisajismo, entre otros (Invías, 2019)
21 de septiembre 2019	Empiezan pruebas de carga del puente Pumarejo (Blanquicet, 2019b)
19 de octubre 2019	Termina la construcción del viaducto tramo atirantado (Invías, 2019)
22 de octubre 2019	Finalización de la construcción de las alas del tablero en el puente (Invías, 2019)
22 de octubre 2019	Termina la construcción del acceso lado Palermo (Invías, 2019)
19 de noviembre 2019	Finaliza la construcción de los pasos peatonales (Invías, 2019)
Noviembre de 2019	EL proyecto va en un 96 % de ejecución y se instalan las barreras de protección (Luján, 2019)
5 de diciembre 2019	Se hacen las pruebas de carga en cinco tramos del puente (Invías, 2019)
20 de diciembre 2019	Inauguración del puente Pumarejo por el presidente Iván Duque (El Herald, 2019)
28 de diciembre 2019	Finalizan las demás actuaciones (bordillo, andenes, drenaje, impermeabilización, muros de tierra armada, barandas, explanaciones, pavimentos, etc. (Invías, 2019)
31 de diciembre 2019	Se completan las ciclovías, barreras de protección en el tramo atirantado, iluminación, puentes peatonales y sus accesos, obras de urbanismo y paisajismo (Invías, 2019)

Fuente: elaboración propia a partir de los documentos consultados

Entre los riesgos que se materializaron durante el proceso de construcción se encuentran los retrasos en las fechas estipuladas en el contrato inicial por parte de la constructora Sacyr, lo que provocó que se dieran adiciones de presupuesto para finalizar la obra y un año adicional de trabajo, la constructora adjudicó estos inconvenientes a temas relacionados con los licenciamientos prediales, ambientales y arqueológicos, además a sobre costos por cambios realizados en las normas técnicas que provocaron cambios en los diseños originales. Por otro lado, una de las fases más complejas durante la obra fue la construcción de los pilotes, los cuales aseguran los cimientos de la estructura, gracias a la dificultad de la logística y las condiciones del terreno esta etapa duro aproximadamente un año y medio (Pacheco, 2019).

Otro de los inconvenientes que se presentó fueron las inconformidades de los residentes del barrio La Chinita y el corregimiento Palermo, en donde se estaba efectuando la construcción, los habitantes en ocasiones obstaculizaban el paso de los trabajadores gracias a que la obra generaba varios problemas, como el cierre de diferentes vías que daban acceso al barrio, además en tiempo de lluvias el arroyo representaba para 400 viviendas cercanas un alto riesgo, por lo que Invías y la alcaldía de Barranquilla se comprometieron a adelantar en el mínimo tiempo posible la canalización del arroyo. En cuanto

al corregimiento, estaban inconformes porque unas viviendas cercanas sufrieron inundaciones, y otras se deterioraron significativamente, por ello se tuvieron que indemnizar a 127 familias. La constructora estimó un gasto de 423.500 dólares para el apoyo a las personas afectadas (Pacheco, 2019).

Por otro lado, el proyecto en el año 2015 bajó su ritmo de trabajo, porque el gobierno nacional no consignó los pagos correspondientes a tres meses, esto afectó en gran medida la construcción del pilotaje del puente, además, ocasionaba que la obra no cumpliera fechas establecidas y que se redujera el personal de trabajo. Invías explicó que las dificultades obedecían a un problema ocasionado con la asignación de recursos que hace el Ministerio de Hacienda a esta entidad, por lo cual, había dificultades en los pagos de obras en todo el país (Cano, 2016).

El tiempo previsto en la planeación para culminar la obra fue de 36 meses, sin embargo, el proyecto no logró terminarse en el tiempo estipulado, por lo que se tuvo que aprobar un contrato adicional con una vigencia hasta el 31 de diciembre de 2018. A pesar de esto, se tuvo que aprobar una segunda adición con una prórroga hasta el 31 de diciembre de 2019, esto impactó en el presupuesto del contrato en 30 millones de dólares adicionales a lo inicialmente establecido. Así mismo, se fijó como fecha de entrega del proyecto el 31 de enero de 2020. A pesar de todos estos esfuerzos y adiciones, se concedió una nueva prórroga para el 16 de marzo de 2020, esto también obligó a ampliar el contrato de la empresa interventora (Consorcio Vial Pumarejo, 2020).

El puente tuvo una inversión final aproximada de 198 millones de dólares, distribuidos así: inversión inicial de 164 millones de dólares, de los cuales 155 millones se utilizaron para la construcción del puente y 9 millones se destinaron para la interventoría realizada por el Consorcio Vial Pumarejo. En segundo lugar, se hicieron dos adiciones presupuestales por valor de 30 millones de dólares y 4 millones de dólares, respectivamente, las cuales representaron un incremento del 18 % del presupuesto inicial (Leal, 2019).

Etapa de control

El Consorcio Vial Pumarejo fue el grupo seleccionado para realizar la interventoría de la construcción del nuevo puente; con el propósito de asegurar una obra de alta calidad, se llevaron a cabo numerosos ensayos técnicos, tales como: pruebas de carga estática, ensayos a los concretos, evaluación de los pilotes, muestras de pavimentos y agregados. A su vez, para los estudios se

utilizó el método Celdas Osterberg y la prueba Cross Hole, las cuales generan resultados íntegros y confiables para un control efectivo (MAB Ingeniería de Valor, 2020).

Durante la ejecución de la obra se realizaron capacitaciones y concientizaciones al personal de construcción, contratación de mano de obra local, acompañamientos sociales para el cierre de actas de vecindad y revisión documental. De igual forma, al estar vinculados con el comité de participación ciudadana, se proporcionaba información sobre el proyecto y se promovía la colaboración comunitaria e institucional. Por otro lado, también se ejecutaron diversos programas para realizar un seguimiento idóneo de la construcción, por ejemplo, el programa de infraestructura comunitaria y redes, programa de accesibilidad y seguridad vial de la población, restitución de infraestructura social, iniciativa para la sensibilización comunitaria, compensación social, entre otros (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

Adicionalmente, se desarrollaron programas de manejo ambiental, con el objetivo de prevenir, controlar y mitigar los impactos que generaba el proyecto al medio ambiente, en efecto se realizó un plan de compensación por pérdida de biodiversidad aprobado y monitoreado por la ANLA, dicha iniciativa constó de un monitoreo trimestral de la flora, fauna, suelos, entre otros factores, la rehabilitación hídrica manual y elaboración de informes de cumplimiento ambiental (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

A pesar de la entrega del nuevo puente Pumarejo, en el último informe de la interventoría se mencionan obras complementarias sin construir, por ejemplo, un espacio público para solucionar los inconvenientes de drenaje del sector afectado, el retanqueo subterráneo de un área del proyecto, y la realización de escrituras declaratorias de algunos predios (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

Cabe resaltar que la interventoría tuvo una participación en la ejecución de la obra y realizó un seguimiento y control adecuado para la culminación exitosa del nuevo puente Pumarejo, debido a que no solo cumplió con el diseño, especificaciones y exigencias del contrato de forma integral, sino también involucró a la comunidad afectada (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

Etapa de cierre

Finalmente, el 20 de diciembre de 2019, fue inaugurado el nuevo puente Pumarejo con la participación principal del presidente Iván Duque, la vice-

presidenta Marta Lucía Ramírez, la ministra de transporte Ángela María Orozco, el director de Invías, Juan Esteban Gil Chavarría, los gobernadores de Magdalena, Rosa Corte y Atlántico, Eduardo Verano, y el alcalde de la ciudad de Barranquilla, Alejandro Char (Vásquez, 2019).

La obra aportó a los departamentos de Magdalena y Atlántico más de 1500 empleos, por otra parte, dentro del área administrativa el 35 % de personas contratadas eran mujeres, se destaca la participación de una de las 5 mujeres capacitadas en el país para el manejo de torre grúa. Además, durante la construcción, gracias a la llegada de técnicos profesionales y de trabajadores, se incrementó el comercio en la zona y la actividad de bienes y servicios. Debido a la obra, se construyeron o modificaron sitios aledaños, como fueron la escuela La Canchera, ampliando su capacidad de estudiantes, el parque lineal de Palermo, entre otros, igualmente, se mejoraron vías aledañas (VP Estudio, 2019).

Por otro lado, la construcción del puente tuvo una duración de 52 meses, con una inversión de 198 millones de dólares aproximadamente, así mismo, cumplió con las características técnicas propuestas en su diseño, tales como: una longitud de 3.2 kilómetros, ancho de 38 metros, tres carriles, atirantado en el tramo central, zona peatonal y ciclorruta en ambos sentidos entre otros aspectos (Consortio Vial Pumarejo, 2020).

Esta construcción brinda una conexión eficiente entre el departamento del Atlántico y Magdalena, por lo tanto, mejora la movilidad entre estos dos departamentos y el resto del país, aumentando la competitividad regional y portuaria, además, gracias a que es una infraestructura 4G, potencializa la movilidad y disminuye el tráfico que se ocasionaba en el antiguo puente, permite una navegabilidad más amplia de las embarcaciones, de esta manera impacta significativamente el transporte de carga por el río Magdalena. Ahora, se espera que se cuenten con los suficientes fondos para demoler el antiguo puente Pumarejo, para que la obra insignia del Magdalena pueda cumplir con uno de sus principales objetivos: la movilidad marítima (Invías, 2019).

Conclusiones

La obra y construcción del puente Pumarejo es una insignia de la ingeniería, tanto para la región como para el país, gracias a que es una megaestructura de 3,2 kilómetros, situándolo como uno de los puentes más largos de Colombia, además con una altura que supera a nivel nacional a la torre Colpatria, en Bogotá; y a nivel internacional a la estatua de la Libertad, en

New York. Para su construcción se utilizaron técnicas de construcción innovadoras y avanzadas, por ejemplo, la maquinaria y la autocimbra. El puente responde a todas las necesidades que llevaron a construirlo, la movilidad tanto marítima como vehicular, el mayor comercio internacional y la apertura económica de las regiones y del país, además de la modernización de la ciudad de Barranquilla.

El puente se posiciona como el más ancho de Latinoamérica, y uno de los 5 puentes más anchos del mundo, con 38 metros, un poco más ancho que la mitad del puente Tahia Masr en Egipto, actualmente el más ancho del mundo con 67,36 metros. Se sitúa como uno de los puentes más importantes de Colombia, junto con los puentes Gilberto Echeverri Mejía (Medellín), El viaducto de la novena (Bucaramanga) y el Madre Laura (Medellín).

Como se mencionó a lo largo del texto, con la construcción del puente Pumarejo la región tuvo una apertura económica, social y cultural, dinamizó el intercambio de productos y servicios, la conexión entre regiones y mayor desplazamiento de personas, pero debido a la importancia que ha adquirido la ciudad, el departamento y su puerto, las necesidades fueron aumentando hasta llegar al punto de necesitar una infraestructura más grande y con mayor capacidad. La construcción del nuevo puente Pumarejo no solo moderniza a la ciudad de Barranquilla y la vuelve más competitiva, sino que le permite acceder a nuevas posibilidades en cuanto a comercio nacional como internacional, elimina la limitación de altura de las embarcaciones y permite el transporte de un volumen mayor de vehículos. A su vez, durante su construcción generó una cantidad significativa de empleos, dinamizó el comercio, se renovaron sitios aledaños y se construyeron otros para las comunidades. Con su inauguración se cerró el antiguo puente Pumarejo y ahora se espera que, con su demolición, el nuevo puente pueda cumplir con la totalidad de los beneficios propuestos.

Para finalizar, cabe destacar la gestión pública que se tuvo para la realización de este nuevo puente, la cual fue la unión de varios recursos y entidades por parte del gobierno nacional y local, con la finalidad de llevar a cabo esta construcción de forma efectiva y coordinada. En efecto, en varias etapas del proyecto se evidenció la participación de la gobernación del Atlántico y del gobierno de la ciudad de Barranquilla, a su vez se resalta que el gobierno nacional apoyó la financiación de esta obra, a pesar del cambio presidencial, esto permitió que el proyecto no se estancara; además la correcta gestión por parte de organizaciones como Inviás, el Consorcio Vial Pumarejo y el Consorcio SES, ayudó a que la construcción del puente fuera exitosa al cum-

plir con todas sus especificaciones técnicas, evitando inconvenientes legales y de interés personal, en comparación a otros proyectos del país. Por otro lado, el nuevo puente Pumarejo es una construcción de gran magnitud, y a pesar de su retraso en la entrega se destacó como una obra de alta calidad y que brinda una solución para los problemas sociales y económicos tanto de la región como del país.

Preguntas de análisis

1. ¿Cuáles considera que fueron los factores que permitieron que este proyecto finalizara de manera exitosa?
2. ¿Cuál debió haber sido el plan de gestión frente a los riesgos identificados en el caso?
3. ¿Qué consideraciones, en términos de eficiencia y eficacia, puede hacer en relación con las alianzas público – privadas que logran impulsar este tipo de megaproyectos en un país?
4. ¿Qué análisis, derivado del caso, puede hacer frente a esta afirmación?: “Los proyectos correctamente gestionados logran fortalecer la competitividad de un país”.
5. ¿Considera que las estrategias de liderazgo y gestión del proyecto fueron las adecuadas?
6. ¿De haber sido el gerente del proyecto, qué habría hecho diferente?
7. ¿Considera que el éxito de este proyecto se puede medir a partir del impacto social generado a partir del resultado o con base en el correcto enfoque técnico de los entregables?

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Barranquilla. (14 de octubre de 2014a). *Proyecto de pliegos de condiciones*. SECOP <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=14-1-127217>

Alcaldía de Barranquilla. (14 de octubre de 2014b). *Estudio previo*. SECOP. <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=14-1-127217>

- Blanquicet, J. (22 de agosto de 2019a). *El tablero de la parte central del puente Pumarejo ya está unido*. El Herald. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/el-tablero-de-la-parte-central-del-puente-pumarejo-ya-esta-unido-659518>
- Blanquicet, J. (21 de septiembre de 2019b). *Arrancaron las pruebas de carga en el nuevo puente Pumarejo*. El Herald. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/arrancaron-las-pruebas-de-carga-en-el-nuevo-puente-pumarejo-666972>
- Blanquicet, J. (15 de diciembre de 2018). *Reparan fisura del Pumarejo*. El Herald. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/reparan-fisuras-del-pumarejo-577972>
- Cano, W. (2016). *Baja ritmo de obras del Pumarejo por deuda de Inviás*. El Herald. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/baja-ritmo-de-obras-del-pumarejo-por-deuda-de-invias-300502>
- CE Noticias Financieras. (14 de septiembre de 2019). *Sacyr termina de unir tablero de estructura del puente más ancho de A. Latina*. ProQuest. <https://bd-biblioteca.universidadean.edu.co:2126/docview/2290741049/ACB2DA-3FCFC641BBPQ/37?accountid=34925>
- Consorcio Vial Pumarejo. (3 de julio de 2019). *Interventoría de la construcción del nuevo puente pumarejo. Informe mensual n.º 49*. GPI MT. <https://gpi.mintransporte.gov.co/reports/monthly/F3A642F9-455C-E7111-80D5-00155D706915>
- Consorcio Vial Pumarejo. (31 de enero de 2020a). *Interventoría de la construcción del nuevo puente pumarejo. Informe mensual n.º 56*. GPI MT. <https://gpi.mintransporte.gov.co/reports/monthly/F3A642F9-455C-E7111-80D5-00155D706915>
- Consorcio Vial Pumarejo. (2020b). *Interventoría de la construcción del nuevo puente Pumarejo Informe mensual n.º 58*. GPI MT. <https://gpi.mintransporte.gov.co/reports/monthly/F3A642F9-455C-E7111-80D5-00155D706915>
- Coruña, A. (Junio de 2017). *El proyecto constructivo de los vanos de acceso del nuevo puente Pumarejo en Barranquilla, Colombia*. IDEAM. <http://www.ideam.es/wp-content/uploads/2017/11/Pumarejo-Accesos-ACHE-2017.pdf>

- Chacón, J. (11 de marzo de 2013). *Luz verde al reemplazo del emblemático puente Pumarejo*. El Espectador. <https://www.elespectador.com/noticias/economia/luz-verde-al-reemplazo-del-emblematico-puente-pumarejo-articulo-409731>
- DANE. (febrero de 2020). *La información del DANE en la toma de decisiones de las ciudades capitales*. Barranquilla. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-desarrollo-territorial/180220-Info-Alcaldia-Barranquilla.pdf>
- De la Hoz, A. (22 de marzo de 2018). *Las obras del nuevo puente Pumarejo hasta mayo de 2019*. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/aprueban-prorroga-del-contrato-del-pumarejo-hasta-mayo-de-2019-473834>
- El Heraldo. (15 de octubre de 2015). *Pilotaje del nuevo Pumarejo se inicia el 19 de octubre*. <https://www.elheraldo.co/local/pilotaje-del-nuevo-pumarejo-se-inicia-el-19-de-octubre-222709>
- El Heraldo. (7 de enero de 2016a). *Preguntas y respuestas sobre los avances en la construcción del nuevo Puente Pumarejo*. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/preguntas-y-respuestas-sobre-los-avances-en-la-construccion-del-nuevo-puente-pumarejo>
- El Heraldo. (5 de febrero de 2016b). *En un 14 % avanza construcción de pilotes del Pumarejo*. <https://www.elheraldo.co/local/en-un-14-avanza-construccion-de-pilotes-del-pumarejo-242104>
- El Heraldo. (30 de junio de 2016c). *Ya van 124 pilotes para el nuevo puente Pumarejo*. <https://www.elheraldo.co/local/ya-van-124-pilotes-para-el-nuevo-puente-pumarejo-269153>
- El Heraldo. (5 de mayo de 2018). *Multan a contratista por demoras en el Pumarejo*. <https://www.elheraldo.co/archivo/multan-contratista-por-demoras-en-el-pumarejo-490800>
- El Heraldo. (23 de octubre de 2018). *Incidente en la pila 13 del nuevo puente Pumarejo*. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/incidente-en-la-pila-13-del-nuevo-puente-pumarejo-557428>
- El Heraldo. (20 de diciembre de 2019a). *Así se construyó el antiguo puente Pumarejo*. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/asi-se-construyo-el-antiguo-puente-pumarejo-688820>

- El Heraldo. (20 de diciembre de 2019b). *Duque desanuda cinta para inaugurar puente Pumarejo*. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/en-video-presidente-duque-desanuda-cinta-para-inaugurar-el-nuevo-pumarejo-688746>
- Fontalvo, A., Suárez, A., Garzón, J., Torrenegra, G. y Torres, S. (2017). Qué impacto socioeconómico traerá la nueva construcción del nuevo puente Pumarejo. *Revista Enfoque Latinoamericano*, 5-7. <http://revistas.ul.edu.co/index.php/REL/article/view/20/19>
- González, J. (17 de noviembre de 2016). *Invias abona 13 mil millones y reinician obras en el Pumarejo*. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/atlantico/invias-abona-13-mil-millones-y-reinician-obras-en-el-pumarejo-302209>
- Invias. (29 de diciembre de 2011). *Ecopuentes gana licitación para estudios y diseños del puente Pumarejo*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/614-ecopuentes-gana-licitacion-para-estudios-y-disenos-del-puente-pumarejo>
- Invias. (3 de mayo de 2012). *Invias elige diseño moderno y conectivo para el puente Pumarejo*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/682-invias-elige-diseno-moderno-y-conectivo-para-el-puente-pumarejo>
- Invias. (Junio de 2013). *Evaluación socioeconómica del proyecto. Informe n.º XIII*.
- Invias. (20 de diciembre de 2014a). *Presidente Santos reafirma compromiso con la construcción del nuevo Pumarejo*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/2079-presidente-santos-reafirma-compromiso-con-la-construccion-del-nuevo-pumarejo>
- Invias. (4 de noviembre de 2014b). *Licitación pública*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/convocatorias-invias/3021-lp-predo-ggp-076-2014/file>
- Invias. (21 de noviembre de 2014c). *Nuevo puente Pumarejo, infraestructura inteligente para un nuevo país desde las regiones*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/2062-nuevo-puente-pumarejo-infraestructura-inteligente-para-un-nuevo-pais-desde-las-regiones>
- Invias. (31 de agosto de 2017). *Seguimiento Invias*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/seguimiento-a-proyectos-2016/6481-proyectos-de-impacto-31-agosto-2017/file>

- Invías. (23 de enero de 2019a). *Cronograma de actividades nuevo puente Pumarejo*.
- Invías. (2 de abril de 2019b). *Movilidad y emprendimiento en las regiones se han dinamizado, gracias a obras adjudicadas por Invías*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/3438-movilidad-y-emprendimiento-en-las-regiones-se-han-dinamizado-gracias-a-obras-adjudicadas-por-invias>
- Invías. (6 de abril de 2019c). *Inversión en infraestructura del Magdalena, principal vehículo de desarrollo regional*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/3440-inversion-en-infraestructura-del-magdalena-principal-vehiculo-de-desarrollo-regional>
- Invías. (13 de septiembre de 2019d). *Con 2 importantes hitos en infraestructura de transporte, gobierno mejora la conectividad en la región Caribe*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/3533-con-2-importantes-hitos-en-infraestructura-de-transporte-gobierno-mejora-la-conectividad-en-la-region-caribe>
- Invías. (5 de diciembre de 2019e). *Avanzan pruebas de cargas en el nuevo puente Pumarejo*. <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/7979/avanzan-pruebas-de-carga-en-el-nuevo-puente-pumarejo/>
- Invías. (20 de diciembre de 2019f). *Presidente Iván Duque pone al servicio de los colombianos emblemático nuevo puente Pumarejo, dando paso a una mayor conectividad en el Caribe*. <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/8023/presidente-ivan-duque-pone-al-servicio-de-los-colombianos-emblematico-nuevo-puente-pumarejo-dando-paso-a-una-mayor-conectividad-en-el-caribe/>
- Leal, A. (20 de diciembre de 2019). *Tras invertir \$785.000 millones, hoy inauguran el nuevo puente Pumarejo*. La República. <https://www.larepublica.co/economia/tras-invertir-785000-millones-hoy-inauguran-el-nuevo-puente-pumarejo-2946377>
- Luján, C. (28 de noviembre de 2019). *Instalan las barreras de protección del Pumarejo*. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/instalan-las-barreras-de-proteccion-del-pumarejo-684083>
- MAB Ingeniería de Valor. (28 de abril de 2020). *Puente Pumarejo un megaproyecto que contó con una interventoría de alta calidad*. <https://www.mab.com.co/puente-pumarejo-un-megaproyecto-que-conto-con-interventoria-de-calidad-2/>

- MinTransporte. (2017). *MinTransporte-pumarejo bridge development-colombia-project profile*. London: Global Data PLC. <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2126/docview/1985814688/ACB2DA3FCFC641BBP-Q/49?accountid=34925>
- Mouthón, L. (28 de diciembre de 2016). *Estudios medirán el impacto del nuevo puente sobre el canal*. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/economia/estudios-mediran-impacto-del-nuevo-puente-sobre-canal-314941>
- Otero, A. (2012). Barranquilla's port: challenges and recommendations. *Revista de Economía del Caribe*, 126-159. EBSCO. <https://web-a-ebscobhost-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=c119f3cc-9d72-426e-9508-4a70b0c58616%40sdc-v-sessmgr02>
- Pacheco, G. y Nieto, D. (30 de enero de 2019). *Documento económico y social del departamento del Atlántico, 2018*. Cámara de Comercio de Barranquilla. <https://www.camarabaq.org.co/wp-content/uploads/2019/08/Documento-economico-y-social-del-Atlantico-2018.pdf>
- Pacheco, M. (2019). *Colombia tiene el quinto puente más ancho del mundo*. El Espectador. <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/colombia-tiene-el-quinto-puente-mas-ancho-del-mundo/>
- Palacio, J. (2 de Abril de 2015). *Consortio SES se queda con la licitación del Pumarejo*. El Heraldo: <https://www.elheraldo.co/local/consorcio-colombochileno-gana-contrato-para-el-nuevo-pumarejo-189972>
- Patiño, E. (12 de marzo de 2017). *Instalan autocimbra para obra en el Pumarejo*. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/instalan-autocimbra-para-obra-en-el-pumarejo-336159>
- Puerto de Barranquilla. (17 de enero de 2019). *Puerto de Barranquilla moviliza más de 5 millones de toneladas en 2018*. <https://www.puertodebarranquilla.com/index.php/puerto-barranquilla-moviliza-mas-5-millones-toneladas-2018/>
- Sacyr. (1 de abril de 2015). *Sacyr construirá el puente Pumarejo en Barranquilla (Colombia) por 223 millones de euros*. http://www.sacyr.com/es_es/canales/canal-actualidad/noticias/destacados/2015/Adjudicacion/01042015_Adjudicacion_puente_Pumarejo_Colombia.aspx

- Sourdis, N. (Abril de 2009). *Barranquilla: ciudad emblemática de la república*. Red Cultural del Banco de la República de Colombia. <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-232>
- Vásquez, H. (19 de diciembre de 2019). *Ultiman detalles para la inauguración del nuevo puente Pumarejo*. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/ultiman-detalles-para-la-inauguracion-del-nuevo-puente-pumarejo-688575>
- Vergara, D., Adrián, R. y Foulquier, E. (2012). *Maritimidad en Barranquilla, etapas del desarrollo urbano y su relación con el puerto*. Sistema de Información Científica Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26823176001>
- Viloria de la Hoz, J. (2014). *Vapores del progreso: aproximación a las empresas de navegación a vapor por el río Magdalena*. Red Cultural del Banco de la República de Colombia. www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-290/vapores-del-progreso-aproximacion-las-empresas-de-navegacion-rio-magdalena
- VP Estudio. (19 de diciembre de 2019). *Sacyr hace historia con el puente Pumarejo, el atirantado más ancho de Latinoamérica*. https://www.vozpopuli.com/branded/Sacyr-Pumarejo-puente-atirantado-Latinoamerica_0_1310569348.html

El puente de Chirajara, el desplome de un proyecto

**Luz Marina Sánchez Ayala
Amparo María Martínez Ariza**

El puente de Chirajara se perfilaba como una de las más importantes obras de ingeniería colombiana. Sin embargo, cuando faltaban 30 metros y dos meses para finalizarlo, el puente colapsó, ocasionando la muerte de 9 obreros y generando incalculables pérdidas económicas, no solo por la inversión que se había asumido para su construcción, sino también por las expectativas de movilidad que se habían generado para el país.

Este proyecto fue en su momento catalogado como una de las megaobras más importantes de Latinoamérica, lo cual lo proyectaba como un gran avance en diseño de ingeniería e infraestructura para Colombia. Esta obra fue concesionada al consorcio Coviandes, perteneciente al grupo AVAL y Corfi-colombia, uno de los grupos económicos más importantes del país y perteneciente a Luis Sarmiento Angulo. El puente estaría ubicado a 150 metros sobre la quebrada Chirajara, clasificado como una de las estructuras precursoras en las vías 4G en el mundo. La construcción de esta obra generó gran controversia, principalmente en el proceso de la planeación previa a la puesta en marcha del proyecto, que dejó en evidencia la deficiencia en los eslabones de la construcción de grandes proyectos de infraestructura y puso en entredicho la ingeniería colombiana. La Agencia Nacional de Infraestructura - ANI (2020) estableció que las causas que conllevaron al colapso del puente tenían relación con errores en diseño, dando como resultado el derrumbe de una de las torres que sostenía parte del tablero parcialmente construido. Había sido diseñado como un puente atirantado, es decir, con un tablero suspendido por varios pilones centrales mediante obenques. Con una longitud de aproximadamente 446 metros de largo, conectaba dos túneles: La Pala, en el departamento del Meta; y Chirajara, en Cundinamarca.

Este caso tiene como propósito documentar los hechos que rodearon la construcción y posterior colapso del puente de Chirajara, generando así el análisis sobre las distintas etapas del proyecto y la aplicación de las distintas prácticas de gestión.

El inicio del proyecto

Dentro de los planes de desarrollo nacional, el mejoramiento de la competitividad ha sido uno de los pilares más importantes, pero este objetivo solo es posible con una infraestructura vial adecuada, que permita el transporte de materias primas y productos terminados, desde los centros de producción a los mercados nacionales e internacionales (transporte desde y hasta los puertos). Con este panorama, surge el CONPES 3760 (2013), mediante el cual se

establecen los lineamientos de política del programa de cuarta generación de concesiones viales 4G, junto con las condiciones de los proyectos viales bajo el esquema de asociaciones público-privadas. Estos lineamientos se componen de 4 elementos principales: estructura para la aceleración de la inversión en infraestructura; los procesos de selección; gestión contractual enfocada a resultados y distribución de riesgos en el programa.

El grupo de los 9 proyectos que conforman el programa de cuarta generación son los siguientes: Troncal de Occidente, Transversal Occidente Magdalena, Troncal Medellín-Barranquilla, Transversal del Caribe, Troncal del Magdalena, Transversal Magdalena -Cordillera Oriental, Troncal Cordillera Oriental, Transversal Buenaventura- Bogotá y la Transversal Cordillera Oriental- Llanos Orientales Bogotá (CONPES 3760, 2013).

Para julio de 2018, de acuerdo con el Ministerio de Transporte (2018), en Colombia bajo este esquema se habían construido y mejorado más de 436 puentes y viaductos en todo el territorio, la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) había gestionado 182 construcciones y por otra parte el Instituto Nacional de Vías (Invías) había construido 254 puentes.

Estos proyectos se unen a los que ya venían operando años atrás, para la modernización de la red vial del país en general, pero para algunas zonas del país en particular. Para el caso específico de Bogotá, una de las regiones prioritarias era la conexión con los Llanos Orientales, teniendo en cuenta que esta región es una despensa muy importante, tanto para Bogotá como para el resto del país, pero además el aislamiento de esta zona del país impedía el nivel de desarrollo deseado, frente al gran potencial de la región. Durante muchos años se presentaron problemas con la carretera que unía a Bogotá con Villavicencio, puerta obligatoria para esa extensa y rica zona, los principales problemas de la vía estaban relacionados con las difíciles condiciones topográficas del terreno, lo que producía deslizamientos frecuentes y como consecuencia de ello, pérdidas económicas inmensas, incremento en los tiempos de viaje y por tanto en los costos del transporte, limitando la competitividad de la región (Cámara Colombiana de la Infraestructura, 2010). Además de los frecuentes problemas de cierre, también ocurrieron varios desastres que cobraron la vida de muchas personas que transitaban por esa vía, aún los colombianos recuerdan la tragedia de Quebrada Blanca, cuando el 28 de junio de 1974 ocurrió un derrumbe de tierra, dejando un número no exacto de víctimas, calculado en más de 300 fallecidos, de los cuales solo se pudieron rescatar 27 cadáveres, por lo que la Iglesia católica declaró camposanto a este sitio (Mendoza, 2010).

Frente a esta problemática surge el CONPES 2654 de 1993, que establece los lineamientos para el mejoramiento de la vía, y divide el proyecto en 6 tramos. En 1994 se suscribe un contrato de concesión con la Concesionaria Vial de los Andes – Coviandes, en ese momento se entregaron los 4 primeros tramos para construcción y los tramos 5 y 6 para mantenimiento y operación (a partir de 2005), los tramos 2, 3 y 4 finalizaron en 1999 y el tramo 1 en 2010, a pesar de lo cual, los problemas que se presentaban continuaron: derrumbes y problemas constantes de cierre en la vía, por lo que el gobierno nacional optó por buscar una solución definitiva, y a través de los documentos CONPES 3612 y 3633 se definió el proyecto de la doble calzada entre Bogotá y Villavicencio, por lo anterior, el 22 de enero de 2010 se adicionó un otrosí al contrato de 1994, con el propósito de construir la doble calzada en el tramo El Tablón-Chirajara.

En resumen, la autopista Bogotá-Villavicencio, tiene una longitud de 85,6 kilómetros y está dividida en tres tramos (ANI, 2015). El primer tercio inicia en el sector de Usme, en la salida de Bogotá, y finaliza en el sector El Tablón. Tiene una extensión de 34 kilómetros. Está a cargo de Coviandes, es un proyecto de primera generación de concesiones firmado en 1994. El segundo tercio está comprendido entre el sector El Tablón y el de Chirajara. Tiene una extensión de 29 kilómetros y también está a cargo del concesionario Coviandes, quien realiza la construcción de 29 kilómetros de doble calzada, 45 puentes, 18 túneles y 4 galerías de escape. El tercio final está comprendido entre el sector de Chirajara y Villavicencio. Tiene una extensión de 22,6 kilómetros, está a cargo del concesionario Coviandina y es un proyecto perteneciente al programa de autopistas de cuarta generación.

Para la construcción de esta megaobra se han usado diferentes técnicas, algunas de ellas muy innovadoras, lo que ha contribuido al desarrollo de una experiencia tecnológica de alto nivel en Colombia, esto ha permitido la construcción de puentes colgantes y atirantados en toda la extensión geográfica, producto de los procesos de innovación y sostenibilidad aplicados en países desarrollados, que han posibilitado que los países en vías de desarrollo puedan replicar esta tendencia, como en el caso de Colombia.

Para Colombia, las construcciones relacionadas con puentes y viaductos, han generado experiencias positivas y negativas, algunos han sido muy exitosos, pero en otros casos los diseños de nuevos puentes han terminado en fracasos que han puesto en entredicho la capacidad de la ingeniería en el país. Este es el caso del puente Chirajara, en donde se generó gran expectativa

por la innovación en el diseño, pero que terminó en un sonado colapso, lo que evidenció debilidades en la capacidad de gestión y ejecución de los megaproyectos por parte de las entidades públicas y privadas.

La expectativa frente a esta obra se basaba en el hecho que era uno de los primeros puentes de este tipo que se construían en Colombia, y en consecuencia, enmarcaban el auge dentro de la implementación de estructuras atirantadas con suficiente soporte en su estructura, aun para aminorar la inestabilidad geológica en algunas franjas que conformaban el viaducto de El Tablón, vía Villavicencio. Las empresas que se encontraban a cargo de este proyecto y que al parecer contaban con la experiencia suficiente, para ejecutar una megaobra, estaban integradas por empresas públicas y privadas: las entidades gubernamentales encargadas de establecer las delimitaciones y alcances en la ejecución y control de este proyecto, al tratarse de un proyecto público, donde parte del porcentaje de la financiación se debía a recursos del Estado, y era necesario de acuerdo con las normativas establecidas por Colombia, que este proyecto licitatorio contará con supervisión, con el objetivo de garantizar los resultados esperados, el otro grupo estaba integrado por las empresas privadas que como resultado del proceso licitatorio se encargarían de la ejecución del proyecto. Es de anotar que al tratarse de un proyecto integrado por varias fases y por una serie de proyectos de larga data que se interconectaban entre sí, la etapa de inicio requería la atención de muchos frentes, incluido el análisis histórico de todo el proyecto y la coordinación adecuada de todas las partes.

La etapa de planeación

De acuerdo al Departamento Nacional de Planeación (DNP) en un informe presentado en 1993, identificaba las problemáticas que se presentaban en la región, en el acceso al departamento del Meta hacia el oriente y su conectividad con el centro del país, en ese estudio se evidenciaba el aumento de tráfico que se venía presentando en los últimos años, que no contaban con un tramo que soportara las deficiencias en el sistema vial que se estaban generando en ese momento, donde a diario se debían movilizar 3500 vehículos. Esta vía era escenario reiterado de derrumbes, que imposibilitaba el acceso al departamento, con la pérdida económica ascendente, representando declives sustanciales en la economía del Meta, generando principalmente por una disminución significativa en competitividad de productos agrícolas para el oriente del llano (Cámara Colombiana de la Infraestructura, 2010).

En este sentido, el Departamento Nacional de Planeación evidenció la necesidad de construir en este corredor túneles y viaductos que redujeron las consecuencias ocasionadas por los constantes derrumbes en los tramos con zonas geológicas inestables, y de esta manera disminuir los tiempos de recorridos. Con la ejecución del proyecto vía Bogotá-Villavicencio, establecido por el Instituto Nacional de Vías, se buscaba optimizar la comunicación con el centro del país reduciendo los costos operativos en un 60 % a lo largo del recorrido, que era de 4 horas aproximadamente, pero que en momentos de crisis podría duplicarse o incluso triplicarse, y en ciertos momentos la vía debió suspenderse totalmente por varios días. En 2010, tras más de 15 años de obras y escasos resultados en el cumplimiento del objetivo inicial, se decide la adición de un nuevo contrato para la doble calzada Bogotá-Villavicencio, lo que requería la construcción de nuevas obras y la adecuación y mantenimiento de muchas otras. Cuando se decidió la construcción de la obra, en un primer momento la licitación, de acuerdo con Razón Pública (2019), se proclamó desierta y por esta razón el Estado realizó el proceso para elegir de forma directa, en donde varias empresas del sector entraran a licitar una de las obras públicas más relevantes dentro del desarrollo e implementación de vías 4G.

La construcción del puente Chirajara hace parte de los proyectos concesionados de primera generación por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el cual se encontraba a cargo de Coviandes, y fue el resultado de la adición a un contrato preexistente del año 1993 donde se concesionó la doble calzada vía Bogotá-Villavicencio. El 22 de enero de 2010 se firma un contrato adjudicando el tramo que comprende El Tablón-Chirajara, con la construcción de un puente atirantado, que ya contaba con un diseño previo al inicio de su construcción en 2010, el cual recibió un galardón al Premio Nacional de Ingeniería, debido a que prometía ser uno de los megaproyectos con mayor impacto en el país (Revista Dinero, 2018). La concesión Bogotá-Villavicencio estaba integrada por 47 puentes con 18 túneles programados (Coviandes 2010).

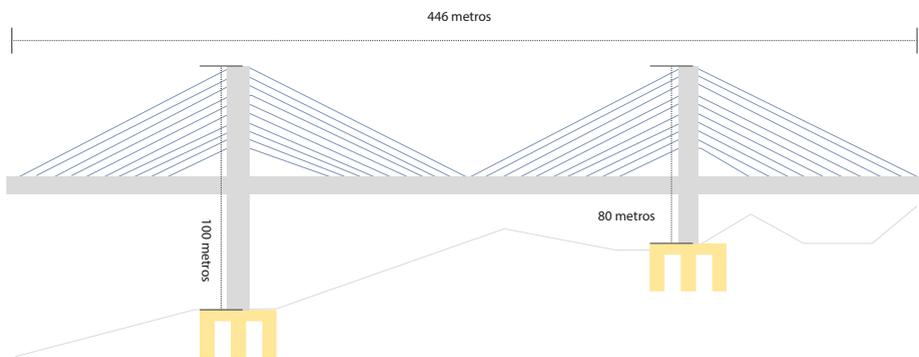
El contrato de la obra tuvo inicio en agosto 2 de 1994, y tenía como fecha de finalización el año 2010, con las adiciones al contrato inicial esta fecha se amplió hasta septiembre de 2023. Aquí estaba incluido el puente de Chirajara, la superestructura que colapsó y de la cual Coviandes era concesionario, el tramo que comprendía la construcción del puente Chirajara estaba destinado para ser entregado en marzo de 2018.

Coviandes está conformada por Epiandes con el 59,3 %; Abertis, empresa española con el 40 %; Corficolombiana con el 0,25 %; Concecol con 0,25 % y Rendifin con el 0,18 % (BRC-Investor Services, 2009), empresa que el 27 de

abril de 2017 recibió en el XVII Congreso Español de Sistemas Inteligentes de Transporte realizado en Madrid, España, un reconocimiento por el proyecto de El Tablón-Chirajara, enmarcándola en una obra que había sido planeada con avanzadas tecnologías, referenciadas en estructuras mundiales, que constataban la innovación dentro de los procesos de planeación que apuntaban a brindar seguridad y un alivio a los constantes problemas de movilidad en esta zona (Indra, 2017).

El puente de Chirajara se planeó para ser construido con vigas de acero colgadas por cables, compuesto por dos torres en forma de diamante, de las cuales salen 13 pares de tirantes hacia los extremos y 19 pares de tirantes hacia la luz central; los apoyos laterales de estribos con contrapesos fueron planeados para ser soportados en cuatro pilotes de 3 m de diámetro y 20 m de profundidad. Con un ancho de 13 m; contaba con dos carriles de 3,65 m, andenes de 1,35 m y bermas de 0,5 m. En cada costado por su diseño, fue planeado dejar 1 m para la instalación de los tirantes (Revista Dinero, 2018). Los diseños de puentes atirantados se consideran estructuras eficientes, por lo cual era un reto asentar laderas en una zona que presenta terrenos geológicos de alta complejidad. La arquitectura del puente Chirajara estuvo a cargo del ingeniero Héctor Urrego. En la figura 1 se muestra el diseño inicial del puente.

Figura 1. Planos iniciales puente Chirajara



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura

Para la construcción de la segunda calzada Bogotá-Villavicencio se estableció un cronograma inicial, que tenía un plazo de ejecución de 8 años, divididos en 15 etapas para el contrato adicional firmado el 22 de enero de 2010 (Cámara Colombiana de Infraestructura, 2010), donde se adjudicaba la construcción de un tramo adicional que optimizara las obras que ya se encon-

traban en ejecución en la vía Bogotá-Villavicencio, el cronograma se dividió como se muestra en la tabla 1. Después de varias adiciones, el proyecto final se planea entregar en septiembre de 2023.

Tabla 1. Cronograma inicial

No.	ETAPAS	PLAZOS
1	Etapa de diseños	Enero 2010 - Diciembre 2010
2	Etapa de adquisición de predios	Enero 2010 - Diciembre 2012
3	Etapa de construcción del Sector 1	Enero 2016 - Diciembre 2017
4	Etapa de construcción del Sector 1A	Enero 2015 - Diciembre 2017
5	Etapa de construcción del Sector 2	Enero 2013 - Diciembre 2016
6	Etapa de construcción del Sector 2A	Enero 2012 - Diciembre 2015
7	Etapa de construcción del Sector 3	Julio 2010 - Diciembre 2014
8	Etapa de construcción del Sector 3A	Enero 2011 - Junio 2015
9	Etapa de construcción del Sector 4	Julio 2012 - Junio 2016
10	Etapa de construcción del Sector 4A	Enero 2014 - Diciembre 2016
11	Etapa de construcción de obras de alistamiento calzada actual 3, 4, 5 y 6: Pavimentos, Puentes y Obras de Protección río Cárquez	Enero 2010 - Diciembre 2011
12	Etapa de construcción de obras de alistamiento calzada actual 3, 4, 5 y 6: Obras Especiales	Julio 2015 - Diciembre 2016
13	Etapa de construcción obras resultantes de la Emergencia: Muros de contención y Protección de Taludes tramo 5	Enero 2010 - Junio 2013
14	Etapa de construcción obras resultantes de la Emergencia: Soluciones Especiales	Julio 2011 - Junio 2016
15	Etapa de construcción y diseños de obras de mitigación en los tramos 2 y 3	Enero 2010 - Diciembre 2012

Fuente: Cámara Colombiana de Infraestructura

Las proyecciones financieras para el proyecto se estimaron en una inversión total de \$1'835.328.000.000, con valores a diciembre de 2008 y discriminado como se muestra en la tabla 2 (Cámara Colombiana de Infraestructura, 2010).

Tabla 2. Inversión inicial

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL
Diseños	Total Diseños	12,478	0	0	0	0	0	0	0	12,478
	Total Proyecto	60,201	88,483	266,54	280,74	281,260	258,25	226,44	113,996	1.575.912
Doble calzada e integración carretera	Obras civiles	54,651	76,098	250,56	264,750	265,27	246,67	217,93	109,475	1.485,403
	Tramo 1	0	0	0	0	0	0	74,584	55,127	129,711
	Tramo 1A	0	0	0	0	0	83,121	54,348	54,348	191,817
	Tramo 2	0	0	0	73,417	43,037	43,037	43,037	0	202,528
	Tramo 2A	0	0	127,34	78,721	78,721	39,360	0	0	324,145
	Tramo 3	54,651	42,231	42,231	42,231	42,231	0	0	0	223,575
	Tramo 3A	0	33,868	18,877	18,877	18,877	9,439	0	0	99,938
	Tramo 4	0	0	62,108	51,505	51,505	51,505	25,752	0	242,375
	Tramo 4A	0	0	0	0	30,904	20,206	20,206	0	71,316
	Predios ambiental e interventoría	5,549	12,385	15,986	15,986	15,986	11,581	8,516	4,521	90,510
Obras complementarias	Total obras complementarias	100,42	49,07	21,568	21,011	21,011	21,011	12,852	0	246,938
	Laudo Tramos 2 y 3	12,434	7,021	0,558	0	0	0	0	0	20,013
	Alistamiento Tramos 4, 5 y 6	87,961	42,049	21,011	21,011	21,011	21,011	12,852	0	226,906
TOTAL GENERAL		173,09	137,55	288,11	301,75	302,27	279,26	239,3	113,996	1.835,328

Fuente: Cámara Colombiana de Infraestructura

La ejecución del proyecto

Para la construcción del corredor vial Bogotá-Villavicencio existen 2 contratos de concesión: el contrato 444 de junio de 1994 y el 005 de 2015. El primero tenía un valor inicial de \$79.216 millones, con un plazo total de 192 meses (2010) (Contraloría General de la Nación, 2012), con los diferentes otrosíes al contrato este plazo se amplió hasta 348 meses (2023).

La larga historia de construcción de la vía Bogotá-Villavicencio, ha traído muchos altibajos desde esa primera concesión en 1994. De los tres tramos: el primero, es decir, la salida de Bogotá, está desfinanciado y en la actualidad no hay ningún proyecto en ejecución, el segundo tramo fue adjudicado a Coviandina y la construcción empezó en junio de 2015, en este tramo se ejecutan obras por 5 billones de pesos y según la ANI tiene un avance del 25 %, por último, está el tramo que construyó Coviandes, 30 kilómetros aproximadamente que hacen parte de las concesiones de primera generación, a este trayecto correspondía el Puente Chirajara (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2018).

Como se mencionó anteriormente, el puente hace parte de una estructura más compleja y, por tanto, era solo una parte del proyecto, constituida por 47 puentes y 18 viaductos, por lo que el cronograma y los costos hacían parte del megaproyecto, específicamente para esta parte de la obra, es decir la construcción del puente de 460 metros de longitud, de acuerdo con el cronograma su entrega estaba programada para junio de 2018, pero el adelanto en la obra, preveía disminuir ese tiempo en tres meses y, por consiguiente, se esperaba entregar en el mes de marzo, sin embargo, en enero de ese mismo año se presentó el colapso, en el momento en que faltaban 30 metros para culminar la obra. El costo de ese tramo de la obra fue de \$72.000 millones de pesos (Catálogo de Logística, 2018).

Una vez ocurrido el colapso, se cuestionaron todos los aspectos incluidos: la estimación de los recursos usados y la administración de estos, los aspectos técnicos relacionados con la calidad de los materiales, la resistencia del puente a partir de su diseño, la alta complejidad en la configuración de su estructura, para ser llevada a cabo en la fase de ejecución, la gestión del riesgo, a partir de la observación de proyectos similares alrededor del mundo que presentaran similar complejidad, así como la responsabilidad de los profesionales involucrados en la gestión de proyectos públicos que va más allá de la propia naturaleza de los proyectos, en donde se cuestionaron temas como idoneidad de los profesionales y las empresas involucradas en el proyecto, el seguimiento realizada por el Estado y sus entes de control, por tratarse de una obra pública y hasta los temas de transparencia en la selección de las empresas ejecutoras y del uso de los recursos. Uno de los cuestionamientos más fuertes se centró en el proceso de análisis previo a la construcción, puesto que se trata de un proyecto que lleva más de 25 años en ejecución, que se ha desarrollado en varias fases, que está constituida por varios tramos y que son muchos los involucrados en el proyecto, por lo que la coordinación entre los diferentes actores se consideraba un elemento crucial para su éxito.

Un proyecto que era insignia en la transformación vial del país y que prometía ser un referente mundial, al ser una obra con condiciones geográficas de mayor complejidad a las construidas en Europa, debido a la inestabilidad del terreno a la altura del tramo que comprende El Tablón-Chirajara, se convirtió en una tragedia que lesionó la credulidad dentro de la revolución de las vías 4G de infraestructura en Colombia y de la ingeniería nacional, retrasando la construcción de uno de los corredores más importantes que conecta con el centro del país.

Seguimiento y control

En el contrato 444, desde su suscripción en 1994 hasta mayo de 2019, se observan 53 actas de acuerdo para realizar modificaciones, además de un contrato adicional y tres otros íes al contrato adicional, que modificaron tanto el alcance como el plazo, la asignación de riesgos y la forma de remuneración. Con la firma del adicional 01 de 2010, se contrató la segunda calzada El Tablón-Chirajara, y se cambió la forma de remuneración de Ingreso Mínimo Garantizado (IMG) o primera¹ generación, a Ingreso Real Esperado o tercera generación². De acuerdo con la ANI, se estimaba la finalización del contrato en agosto de 2019, una vez se alcanzará el Ingreso Real Esperado.

Sobre el contrato 444 de 1994, la Contraloría General de la República realizó 2 procesos de auditoría de control fiscal, en 2011 y 2012, y una auditoría a la ANI, en 2018, relacionada con la caída del puente Chirajara. En este último punto, la ANI celebró en noviembre de 2018 un contrato de transacción con el concesionario, con el objeto de “prevenir un conflicto con ocasión de algunos de los perjuicios que la Agencia considera causados, derivados por la no entrega oportuna de las obras correspondientes al Viaducto atirantado Chirajara”, para este caso el contratista compensa parcialmente el perjuicio, ejecutando el diseño y construcción de las obras correspondientes a los informes de auditoría de 2001 y 2002 (Contraloría General de la República, 2018).

En el informe de auditoría de 2001, se encuentran 21 hallazgos relacionados con el proyecto, y entre otras cosas se destaca lo siguiente: “En la ejecución del contrato de concesión n.º 444 de 1994 se denota una inadecuada planeación y estructuración del proyecto por parte de Invia, puesto que des-

1 “Para la ejecución de estos contratos se pactó un plazo fijo en sus distintas etapas de diseño y programación, construcción y operación. La remuneración del concesionario se acordó mediante la cesión de los derechos de recaudo de los peajes, de acuerdo con el correspondiente esquema tarifario. A los concesionarios se le concedió una garantía de ingresos mínimos. También se acordó que, en el evento que los ingresos por recaudo de peajes superaran un máximo, los recursos superavitarios serían utilizados para obras adicionales dentro del mismo sistema vial o para la reducción del plazo de operación. Estos contratos contemplan tres posibles sistemas para el restablecimiento de su equilibrio financiero en caso de que se produjera su ruptura: a) el aumento en el plazo de la etapa de operación, b) el aumento de las tarifas de peaje durante la etapa de operación, y c) las compensaciones con recursos del presupuesto de la entidad concedente” (Peña, 2019).

2 “Se considera que la opción real propuesta se puede asimilar a una de aplazamiento del derecho a un pago de dinero hoy por la posibilidad de obtener un pago mayor en el futuro, cuyo momento de ejercicio corresponde a alguno de los cortes de control para verificar la obtención del ingreso esperado. Si en ese momento se comprueba que el ingreso real acumulado, en valor presente, está por debajo del ingreso contractual (también en valor presente), el concesionario podrá ejercer la opción (entendida como el derecho, más no la obligación) de renunciar a dicha compensación con el objetivo de poder acceder a un mayor porcentaje de ingresos adicionales en el futuro” (Castro, 2015).

de su suscripción en el año 1994, se concibió sin diseños definitivos ni construcción de obras de gran importancia, por lo cual se tuvieron que efectuar prórrogas, adiciones y modificaciones al contrato que produjo gran impacto en el mismo” (Contraloría General de la República, 2012).

Este informe presenta deficiencias en la gestión del proyecto en muchos aspectos, desde detrimento financiero hasta la falta de interventoría en el proyecto, durante tiempos prolongados (Contraloría General de la República, 2012).

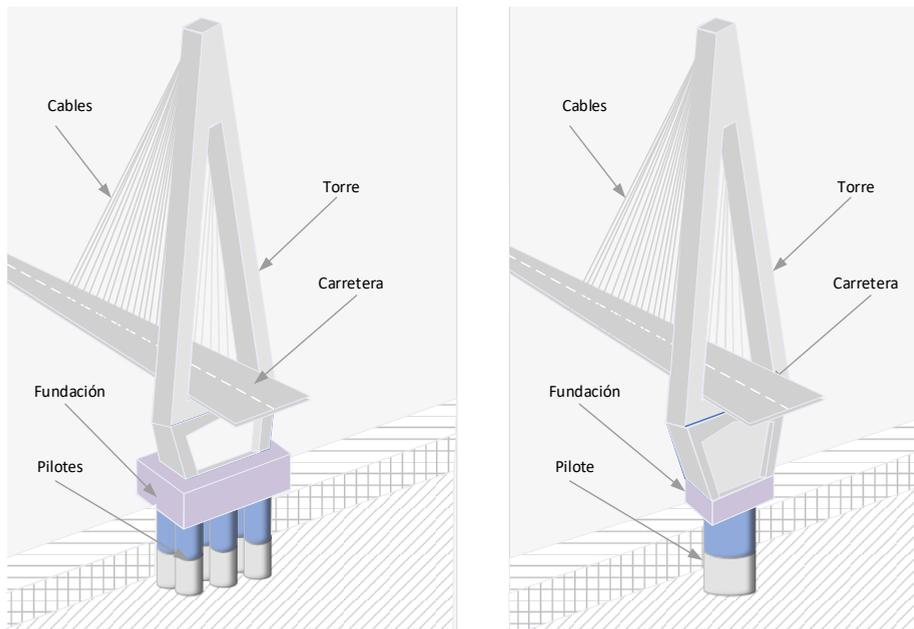
En el informe de auditoría de 2018, la Contraloría General de la República (2018), encontró 8 hallazgos administrativos: 2 con presunta incidencia fiscal por cuantía de \$2.032 millones, 8 con presunta incidencia disciplinaria, 1 con presunta incidencia penal y 1 para indagación preliminar. En el informe se afirma que “se observaron deficiencias en el proceso de comparación entre la iniciativa pública y la privada, que generan incertidumbre sobre sí la propuesta seleccionada fue la más adecuada para la satisfacción del interés general” (p. 11), también se afirma en el informe que “los contratos de concesión del corredor vial Bogotá-Villavicencio, no dan solución a los permanentes cierres de la vía en los sitios críticos, por cuanto no prevén una atención integral y definitiva de los mismos, que permitan un servicio continuo, permanente y de calidad para los usuarios; aspecto que se encuentra sin financiamiento a partir de la entrega del corredor vial al nuevo concesionario (contrato 005 de 2015), dado que los recursos de peajes están destinados para la construcción del sector 3 (Chirajara-Fundadores) y la operación y mantenimiento de todo el corredor, excluyendo del alcance los puntos críticos”.

En estos informes se evidencian fallas que se venían presentado, aun antes de presentarse el colapso, puesto que cuando se inició el proyecto se contaba con los recursos necesarios para su ejecución, pero las sucesivas adiciones al contrato han generado sobrecostos y el incumplimiento del cronograma inicial proyectado. Uno de los retos de este proyecto era reestablecer el control y encaminar los esfuerzos para esclarecer los hechos relacionados con la etapa de planeación, pero la finalidad contractual se basaba en dar continuidad al proyecto en el que inicialmente se había realizado una inversión por parte de los entes públicos de 1.9 billones (Coviandina, 2017). Frente a la acumulación de incumplimientos con el contrato, se buscó ponerse al día e intentar cumplir con los nuevos cronogramas surgidos de las múltiples adiciones, lo que probablemente dificultó la comunicación entre las empresas responsables del proyecto, puesto que después de ocurrido el desplome del puente, la firma de ingeniería Gisaico, que tuvo a cargo los diseños del viaducto, afirmaba que el

desplome de la estructura no se dio por un error en su trabajo, sino por un asentamiento súbito en la cimentación, mientras que Coviandes, concesionario a cargo de las obras, afirmaba que la concesión a su cargo sí le entregó a Gisaico toda la información geológica y de geotecnia, por lo que la responsabilidad del colapso era de Gisaico (El Tiempo, 2020).

De acuerdo con la Sociedad Colombiana de Ingeniería, otra característica discutible en el diseño del puente tuvo que ver con el hecho que fue utilizado un solo pozo de cimentación, en cada pilón, cuando generalmente se cimenta con un grupo de pozos para dar apoyo y estabilidad y así disminuir la posibilidad del efecto de pandeo en la columna y/o estructura encontrados, de acuerdo con los estudios de investigación realizados. En la figura 2 se muestra la cimentación típica de un puente de este estilo, en comparación a la cimentación que tuvo el puente Chirajara, en el diseño que se había planeado inicialmente se evidenciaron deficiencias y estas no fueron reformadas a tiempo, ocasionando que esto junto a otros factores derivados de la falta de políticas internas de control, terminaran conllevando al cataclismo del proyecto (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2018).

Figura 2. Cimentación típica a la izquierda y cimentación de Chirajara a la derecha



Fuente: Sociedad Colombiana de Ingeniería

El cierre del proyecto

Según el informe entregado por Coviandes, luego de que se realizaran las investigaciones por la empresa Modjeski and Masters, la caída del puente Chirajara se debió a una ineficiencia en la capacidad del tabique, causado por un error en el diseño, de acuerdo con las hipótesis no se niega que las condiciones geológicas eran complejas, según los estudios de geotecnia, sin embargo, se descarta que esta complejidad geológica haya tenido alguna incidencia en el colapso de la torre B, ya que el terreno era aceptable para soportar el peso del puente en los dos extremos (Coviandes, 2018).

El informe también cita y aclara que, a pesar de las diversas hipótesis divulgadas en las que se hace mención que la mala calidad de los materiales habrían sido los causantes de la tragedia, queda demostrado por medio de los ensayos realizados a las muestras de concreto, acero de refuerzo y cables postensados, tomados del tabique, brazos inferiores y losa cabezal de la estructura colapsada, por un laboratorio colombiano y otro en Estados Unidos; que no habría ningún problema con los materiales y que más aún, superan los parámetros mínimos exigidos de diseño. Debido a esto, el 2 de marzo de 2020 el diseñador del viaducto, Gisaico, no fue encontrado responsable, pero este debe indemnizar a Coviandes por el incumplimiento del contrato.

La conclusión del tribunal fue la siguiente:

En tanto que sí se encontró probado que el diseño tuvo errores y existió una desatención en el proceso constructivo, lo que resultó en un incumplimiento de las obligaciones contractuales que tenía a su cargo Gisaico, a pesar de que no haya quedado establecido que los susodichos errores y desatenciones en el proceso constructivo haya por sí solos ocasionado el colapso, situación que en todo caso no exonera a Gisaico de su responsabilidad. (El Espectador, 2020, párr. 1)

Este fallo fue proferido por el Centro de Arbitraje y Conciliación de la Cámara de Comercio de Bogotá, los árbitros fueron: Juan Pablo Cárdenas Mejía, abogado de la Universidad del Rosario con especialización en Derecho Civil y Comercial y experiencia en infraestructura, y César Negret Mosquera, abogado de la Universidad del Cauca, experto en Derecho Administrativo y de Infraestructura. Respaldados en ocho estudios realizados en Colombia y en el extranjero (Fiscalía General de la Nación, 2020).

Sin embargo, hay que hacer énfasis que los resultados de la investigación realizada por Modjeski & Masters, establecieron que el desplome o colapso

del puente fue ocasionado por un error de diseño relacionado a una deficiencia en la capacidad del tabique y de la loza cabezal originada por una posición incorrecta, respecto a la resistencia proporcionada por el tabique. A pesar de estos resultados, Coviandes, apoyado en diversos estudios que dictan errores de diseño como el causante del colapso, dice que Gisaico pretende eludir la responsabilidad establecida en el contrato, estos estudios dieron paso a la conclusión dictada por el tribunal de arbitramento, de acuerdo con lo esclarecido anteriormente, para decir que los errores de diseño fueron los causantes del colapso, y no las condiciones geológicas del terreno (Suárez, 2018). En el proceso de arbitraje entre las partes, que fue llevado a la Cámara de Comercio de Bogotá, en marzo de 2020, se condenó a Gisaico a indemnizar con \$6.000 millones a Coninvia (la empresa seleccionada por Coviandes para la construcción de este tramo) por incumplimiento de contrato y deficiencias en el diseño (CIAR Global, 2020).

El 24 de abril de 2018, Coviandes inicia la fase de apertura de licitación privada, con la finalidad de iniciar la nueva construcción del puente Chirajara, bajo el nombre de la oferta “Diseño y construcción nuevo puente Chirajara”, donde se tuvo en cuenta la experiencia de las empresas postulantes, como: Sacyr Construcción, OHL construcción, Puentes Calzadas Grupo de Empresas S. A., Consorcio Eiffage-Puentes y Torones, Maeg Construzioni S. P. A., Constructora Concreto S. A.

Finalmente, en octubre de 2018 la nueva construcción del puente fue adjudicada al Consorcio Eiffage -Puentes y Torones, integrado por las empresas Eiffage (tercera empresa más importante en Francia y octava en Europa), y la empresa colombiana Puentes y Torones, en este proceso fue contratada nuevamente la firma Modjeski & Masters, con el fin de evaluar las condiciones técnicas de cada uno de los alcances de las ofertas (Coviandes, 2018a). El plazo establecido para la entrega del proyecto fue de 27 meses (enero 2021) y los costos de diseño serían financiados por Coviandes, así mismo se estableció que la firma Modjeski & Masters funcionara como entidad supervisora durante la construcción del puente Chirajara. Más de dos años después del colapso del puente (marzo de 2020), no se había iniciado la construcción de acuerdo con lo estimado por Coviandes, y aún no se conoce un cronograma definitivo para iniciar la construcción. La razón por la que la obra no ha iniciado es porque existe una discrepancia sobre la norma técnica aplicable al diseño del puente que no ha resuelto la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (El Espectador, 2020).

Teniendo en cuenta las condiciones geológicas de la zona, el gobierno nacional autorizó a comienzos de 2020 realizar rigurosos estudios adicionales antes de reanudar los trabajos, con lo que se busca aprender de los errores cometidos en la gestión de proyectos en la antigua estructura, y lograr finalmente el tan anhelado cierre del proyecto.

Conclusiones

A lo largo de este caso y en el marco de la gestión de proyectos, se analizan las causas que generaron el colapso del puente haciendo evidente los errores, especialmente en la etapa de diseño, con las consecuentes pérdidas humanas y materiales, en consecuencia, se evidencia la necesidad de estimar la experiencia con la cual cuentan los entes involucrados y el desarrollo de la adecuada planeación en proyectos tan significativos como el puente Chirajara, especialmente cuando se está hablando del uso de nuevas técnicas de construcción, como la aplicada en este caso.

Además de las consecuencias relacionadas con el colapso del puente, también se hizo evidente la falta de auditorías dentro del desarrollo del proyecto y el incumplimiento del cronograma establecido, por la falta de control en cada una de sus etapas, conllevando al incumplimiento en los avances, que se habían registrado hasta la fecha del colapso. Por otra parte, las auditorías realizadas, evidenciaron la falta de inspección sobre la aprobación del diseño inicial previo a la construcción del puente Chirajara.

El éxito de este proyecto dependía de rigurosos procesos de planeación y control en cada una de las etapas, y un colapso en el momento en que solo faltaban menos de 30 metros para terminar la estructura del puente para unir sus dos extremos, dejan ver la suma de errores presentados a lo largo de todo el proyecto, por estas razones es relevante recordar que al ser una obra de carácter mixto, debía contar con un control riguroso, pero también con una coordinación por parte de todas las empresas, tanto públicas como privadas.

En este caso se evidencian graves fallas en los procesos de planeación y control, reflejados en el tiempo que lleva en ejecución la obra, en los múltiples cambios en los términos del contrato y en los constantes problemas en la vía que han impedido cumplir con el objeto inicial del contrato de construir una doble calzada en la vía Bogotá-Villavicencio, que permitiera unir a los Llanos Orientales con la zona centro del país, y permitir el desarrollo de una de las zonas más ricas en recursos.

Preguntas de análisis

1. ¿Catalogaría este proyecto como un fracaso de ingeniería o de gestión?
2. ¿Considera que para este proyecto primaron más los intereses particulares sobre los colectivos?
3. ¿Cuál es el impacto social que genera el fracaso de este proyecto sobre las comunidades involucradas?
4. ¿Si usted hubiera sido el gerente del proyecto que habría hecho distinto?
5. ¿Son convenientes las alianzas público-privadas para impulsar este tipo de megaproyectos?
6. ¿Desde el punto de vista ético considera que el proyecto estuvo correctamente gestionado?
7. ¿Qué papel juega la innovación en el desarrollo y fracaso de este proyecto?

Referencias bibliográficas

- Agencia Nacional de Infraestructura – ANI (2015). *Contrato de concesión bajo el esquema de asociación público-privada de iniciativa privada sin recursos públicos. Construcción de una nueva calzada en el sector Chirajara-Fundadores y la administración, operación y mantenimiento de la carretera Bogotá-Villavicencio*.
- BRC Investor Service S. A. (2009). *Patrimonio autónomo n.º 3-034*. Coviandes. http://www.brc.com.co/archivos/PI-FO-09_I_09_BGG2007_Covian-des_RP_09.pdf
- Cámara Colombiana de Infraestructura. (2010). *Informe visitas técnicas - dirección técnica*. https://www.infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/Seguimientoproyectos/doble_calzada_bogota.pdf
- Castro, C. (2015). *Mecanismo de incentivo en negocios de concesiones viales en Colombia a través de la valoración de opciones reales*. Universidad EAFIT.
- Catálogo de Logística. (16 de enero de 2018). *El puente Chirajara costó \$72.000 millones*. <http://www.catalogodelogistica.com/temas/El-puente-de-Chirajara-costo-72000-millones-de-pesos+123553>

- CIAR Global. (2020). *Colombia: resuelto el arbitraje por la caída del puente Chirajara*. <https://ciarglobal.com/colombia-resuelto-el-arbitraje-por-la-caida-del-puente-chirajara>
- CONPES 3760. (2013). *Proyectos viales bajo esquemas de asociaciones público-privadas: cuarta generación de concesiones viales*.
- Contraloría General de la Nación. (2012). *Agencia Nacional de Infraestructura. Auditoría concesiones del modo carretero*.
- Contraloría General de la República. (2019). *Informe auditoría de cumplimiento*. <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/1490091/006+-Cumplimiento+ANI+-Corredor+Vial+Bogota-Villavicencio.pdf/e5b9b228-e98d-492e-b9ea-02d8867c2797>
- COPNIA – Consejo Profesional Nacional de Ingeniería. (2019). *Auto de apertura de investigación preliminar. Expediente 2019/046419*.
- Coviandes. (2010). *Diseño de obras innovadoras y de gran impacto*. <https://coviandes.com/retos>
- Coviandes. (2018a). *Boletín de prensa especial*. <https://coviandes.com/noticias/informe-de-investigacion-determina-que-el-colapso-de-la-torre-b-del-puente-chirajara>
- Coviandes. (2018b). *Coviandes inicia el proceso de construcción del nuevo puente de Chirajara, luego de un proceso de adjudicación efectivo*. <https://coviandes.com/noticias/coviandes-inicia-el-proceso-de-construccion-del-nuevo-puente-de-chirajara-luego-de-un-proceso-de-adjudicacion-efectivo>
- Coviandina - Concesionaria Vial Andina. (2017). *Avanzan las obras del proyecto Chirajara-Fundadores*. <https://coviandina.com/wp-content/uploads/2018/01/LIBRETO-FINAL-AVANCE-DE-OBRA-DIC-2017.compressed.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (1993). *Carretera Bogotá-Villavicencio*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/2654.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020). *Boletín técnico PIB*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IVtrim19_produccion_y_gasto.pdf

- El Tiempo. (2020). *Ni cimentación, ni suelo incidieron en colapso del puente Chirajara*. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/entrevista-con-alberto-marino-sobre-colapso-del-puente-chirajara-453174>
- El Espectador. (2020). *Chirajara no se cayó solo por un error de diseño, según el tribunal de arbitramento*. <https://www.elespectador.com/economia/chirajara-no-se-cayo-por-un-error-de-diseno-segun-tribunal-de-arbitramiento-articulo-907328>
- Fiscalía General de la Nación. (2020). *Expertos nacionales e internacionales dictaminarán sobre la investigación del puente Chirajara, en la vía al Llano*. <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/seccionales/expertos-nacionales-e-internacionales-dictaminaran-sobre-la-investigacion-del-puente-chirajara-en-la-via-al-llano/>
- Indra. (2017). *Coviandes, premio ITS España 2017 por el proyecto de integración tecnológica desarrollado por Indra para la doble calzada Bogotá-Villavicencio*. <https://www.indracompany.com/es/noticia/coviandes-premio-espana-2017-proyecto-integracion-tecnologica-desarrollado-indra-doble>
- Mendoza, D. W. et al. (2010). *Investigación documental sobre la tragedia de Quebrada Blanca en la vía de Bogotá-Villavicencio, en el año 1974*. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ciencias de la Comunicación. Villavicencio-Meta.
- Ministerio de Transporte. (2018). *Memorias al congreso. Julio 2017- junio 2018*.
- Razón Pública. (2019). *La vía al llano es la mina de oro de Sarmiento Angulo*. <https://razonpublica.com/la-via-al-llano-es-la-mina-de-oro-de-sarmiento-angulo>
- Revista Dinero. (2018). *Al menos cuatro muertos al desplomarse viaducto en construcción en Colombia*. <https://www.dinero.com/pais/articulo/desplome-de-viaducto-en-construccion-en-colombia/254153>
- Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2018). *Ingenieros piden severidad contra responsables de caída del puente Chirajara si se comprueban irregularidades*. <https://sci.org.co/ingenieros-piden-severidad-contra-responsables-de-caida-del-puente-chirajara-si-se-comprueban-irregularidades/>

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2018). *Vía Bogotá - Villavicencio: 24 años en obra y no está lista*. <https://sci.org.co/via-bogota-villavicencio-24-anos-en-obra-y-no-esta-lista/>

Suárez, D. J. (2018). *¿Cuál fue el mecanismo del colapso del puente Chirajara?* <https://www.erosion.com.co/presentaciones/category/87-ing-colombia.html?download=629:chirajara-2>

Peña, S. (2015). Las concesiones de infraestructura como negocios financieros: el valor jurídico de los modelos financieros preparados para su celebración. *Revista Digital de Derecho Administrativo*. Universidad Externado de Colombia. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/Deradm/article/view/6035/8001#citations>

Biblioteca Virtual en Salud en Colombia - BVS

**William Fajardo Moreno
Marisol Goyeneche Reina**

La transformación digital de las entidades se constituye en una necesidad que impera frente a los adelantos tecnológicos, alrededor del mundo muchas instituciones están migrando a una operación digital que les permite una cobertura más amplia y brindar servicios las 24 horas del día; en este tránsito los proyectos constituyen el puente entre la situación actual y la deseada por las organizaciones que emprenden este camino de transformarse digitalmente. Con base en lo anterior, el presente manuscrito presenta el caso del proyecto de la Biblioteca Virtual en Salud - BVS Colombia, un esfuerzo colaborativo que pretende promover el acceso libre a información científica en ciencias de la salud de calidad y actualizada, que contribuya al mejoramiento de las prácticas clínicas y la educación en salud, y así mejorar la calidad de vida y bienestar de los colombianos.

A través de este caso se pretende analizar los factores que se involucran en proyectos que requieren de la cooperación de varias instituciones y que a su vez tienen implícito un componente tecnológico determinante para el éxito del proyecto. Para esto se realiza un contexto general de las bibliotecas en salud virtuales, para posteriormente abordar el proyecto a través de los cinco grupos de procesos establecidos por el Project Management Institute - PMI; finalmente, se presentan algunas conclusiones del caso y preguntas para el análisis enfocadas principalmente en la técnica del valor ganado.

Antecedentes

En los últimos años la biblioteca se ha transformado en un centro de aprendizaje, la transición ha sido de la biblioteca tradicional centrada en libros a una estructura apoyada por la tecnología, enfocada en el aprendizaje con nuevos espacios, entre ellos los de aprendizaje colaborativo, reuniones sociales y actividades sin aprendizaje; computadoras que están conectadas a varios servicios en línea; sistemas tecnológicos innovadores; y un lugar para una nueva cultura de aprendizaje (Jamieson, 2009; Khoo *et al.*, 2016).

En el contexto de la sociedad de la información surgen variados conceptos que describen las bibliotecas modernas, como las denominadas bibliotecas automatizadas, virtuales y digitales. Varios autores están de acuerdo en que una biblioteca digital es aquella que cuenta con sus colecciones principalmente en formatos no físicos, a las que los usuarios pueden acceder de forma remota. Esta modalidad representa para las bibliotecas un cambio significativo, tanto en la parte material, como en lo concerniente al recurso humano (Sánchez y Vega, 2002). Las bibliotecas virtuales son un paradigma del acceso a la infor-

mación, debido a que por medio de estas, el usuario puede obtener en forma ágil gran cantidad de información, desde artículos hasta referencias bibliográficas (Sánchez y Vargas, 2006). Sin embargo, los parámetros específicos de la biblioteca virtual no son claros, tampoco el papel del bibliotecario (Saunders, 1993), esto crea cierta incertidumbre en el proceso de implementación.

Para construir una biblioteca virtual se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales, el primero de ellos está relacionado con la construcción de una base de tecnologías de la información que facilite el acceso de los usuarios a la información electrónica, aquí se debe considerar la infraestructura de software y hardware que son requisitos previos para la biblioteca virtual, tales como la computación distribuida y las redes; arquitecturas y estándares abiertos; autenticación, autorización y encriptación; y facturación y seguimiento de regalías. El segundo aspecto se centra en los temas relacionados con la recuperación de información, en este sentido se deben revisar temas como la indexación, el procesamiento del lenguaje natural y la selección precisa de información académica de interés para la comunidad a la que se dirigen los recursos (Lowry, 1995).

De acuerdo con la Asociación Andaluza de Bibliotecarios (2010) dentro de las más destacadas bibliotecas virtuales se encuentran: la Biblioteca Digital Mundial, la Biblioteca Digital de la Unión Europea y la Biblioteca Digital Hispánica. En cuanto a la Biblioteca Digital Mundial es un proyecto de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – Unesco, el cual pretende brindar acceso gratuitamente a través de la web en un formato multilingüe, este recurso presenta una serie de documentos procedentes de diferentes culturas de todo el mundo, su interés es extender por internet los contenidos no ingleses y no occidentales. El proyecto se centra en la digitalización de documentos únicos para hacerlos accesibles libremente en internet. Tiene como objetivo primordial el entendimiento internacional y el diálogo intercultural, con el ánimo de aumentar el volumen y la variedad de contenidos culturales presentes en la red (Ginestà, 2009).

Por su parte, la Biblioteca Digital de la Unión Europea (EUDL por sus siglas en inglés), es un proyecto que nació de la voz de alarma por parte de la Biblioteca Nacional de Francia, cuando se conocieron las pretensiones de Google de digitalizar las principales bibliotecas del mundo, bajo esta intención se anunció que el objetivo era disponer en internet de 15 millones de títulos, libres de derechos, los cuales se encontraban disponibles en bibliotecas de Estados Unidos y de la Universidad Británica de Oxford (Santoveña, 2005). Actualmente es el depósito central de todo el contenido publicado

por las diferentes ramas de la Alianza Europea para la Innovación. EUDL también aloja o indexa contenido de socios seleccionados u organizaciones miembros y afiliados. En cuanto a la Biblioteca Digital Hispánica es el portal a través del que la Biblioteca Nacional de España brinda acceso a más de 80.000 títulos de su colección (Asociación Andaluza de Bibliotecarios, 2012), De acuerdo con el portal de información pública de España (datos.gob.es), entre los que se cuentan libros impresos entre los siglos XV y XIX, manuscritos, dibujos, grabados, folletos, carteles, fotografías, mapas, atlas, partituras, prensa histórica y grabaciones sonoras. Nacida en 2008, hoy en día ya incorpora más de 218.000 títulos (octubre de 2018), de todas las temáticas y tipos documentales, disponibles para todos, y desde cualquier lugar (España, 2019). En la tabla 1. Se presentan otros proyectos de bibliotecas virtuales en Europa y Estados Unidos.

Tabla 1. Bibliotecas virtuales Europa y Estados Unidos

País	Biblioteca	Enlace para el acceso
España	Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes	http://www.cervantesvirtual.com/
España	Ciberoteca	https://www.ciberoteca.com/
Estados Unidos	Project Gutenberg	https://www.gutenberg.org/
Suiza	The WWW Virtual Library	http://vlib.org/
Estados Unidos	The Universal Digital Library	http://ulib.isri.cmu.edu/
Estados Unidos	Ibiblio	https://www.ibiblio.org/
Estados Unidos	Internet Archive	https://archive.org/

Fuente: elaboración propia

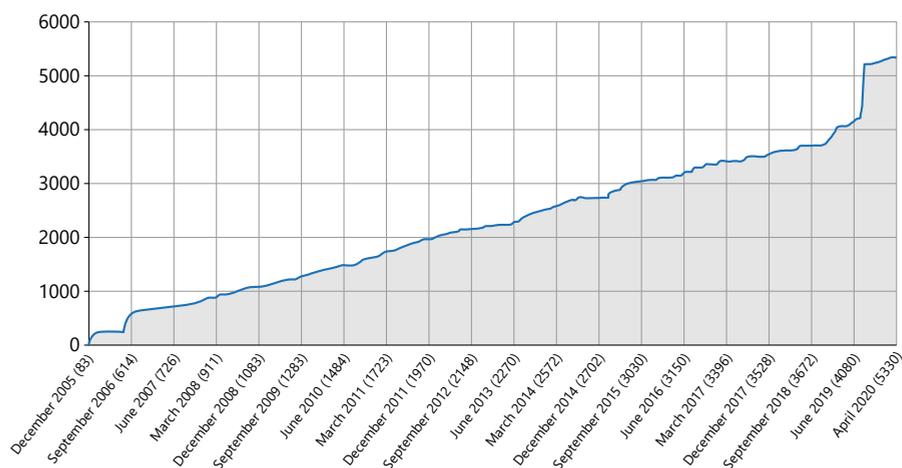
A nivel latinoamericano también se tienen experiencias importantes en la construcción de bibliotecas virtuales, un ejemplo de estas es la Enciclopedia Colaborativa Cubana - EcuRed, este proyecto nace como respuesta al interés de la comunidad científica cubana de crear y difundir sus trabajos con el resto de la comunidad académica (De la Cruz *et al.*, 2011). Otro proyecto destacado es la Red de Bibliotecas Virtuales de CLACSO, esta iniciativa colaborativa difunde la producción de la red de centros asociados y programas desde 1998, dicha red se ha conformado en forma cooperativa, descentralizada y respetando la filosofía del acceso abierto, con el ánimo de aumentar el impacto de los resultados de esa producción en educación, investigación, en los actores sociales y la sociedad en su conjunto. En la tabla 2. Se presentan otros proyectos de bibliotecas virtuales en centro y Latinoamérica.

Tabla 2. Bibliotecas virtuales en centro y Latinoamérica

País	Biblioteca	Enlace para el acceso
Argentina	Biblioteca de la Universidad Nacional de La Plata	https://biblio.unlp.edu.ar/
Puerto Rico	Biblioteca Digital Ciudad Seva	http://ciudadseva.com/
Bolivia	Centro de documentación e información Bolivia	https://cedib.org/
Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela	Biblioteca Digital Andina	www.comunidadandina.org
Argentina, Brasil, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Guatemala, El Salvador, Ecuador, España, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela	Asociación de Bibliotecas Nacionales de Iberoamérica - ABINIA	http://www.abinia.org/
Estados Miembros de la CEPAL	Biblioteca CEPAL	https://www.cepal.org/

Fuente: elaboración propia

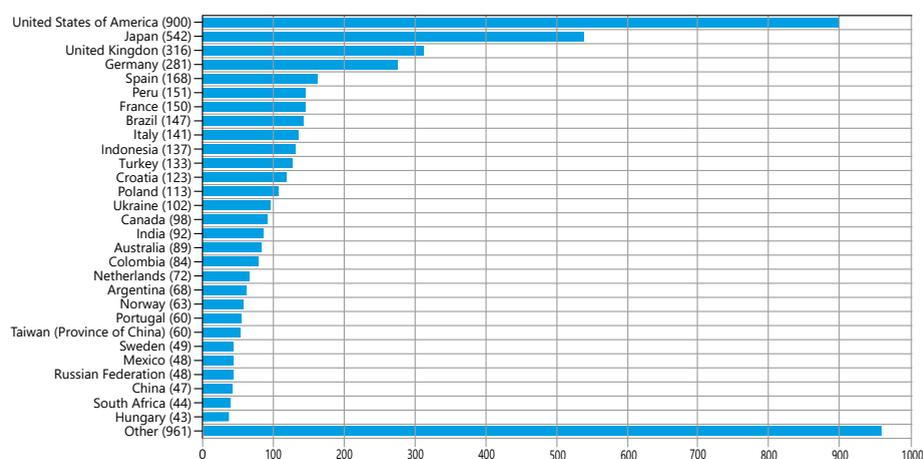
Las iniciativas de disponer de espacios a los que se acceda a través de internet y en los que se pueda consultar información científica de acceso abierto han tenido bastante acogida en la comunidad académica, esto lo confirma la Universidad de Nottingham, con el proyecto que adelanta desde 2005, el Directorio de Repositorios de Acceso Abierto (OpenDOAR), el cual se presenta la lista de los repositorios académicos de acceso abierto a nivel mundial, en la Figura 1. Se presenta el crecimiento en el número de repositorios desde su creación; este proyecto cuenta con el apoyo financiero del Open Science Institute, Jisc, el Consorcio de Bibliotecas de Investigación (CURL) y SPARC Europa.

Figura 1. Repositorios académicos de acceso abierto por país

Fuente: OpenDOAR

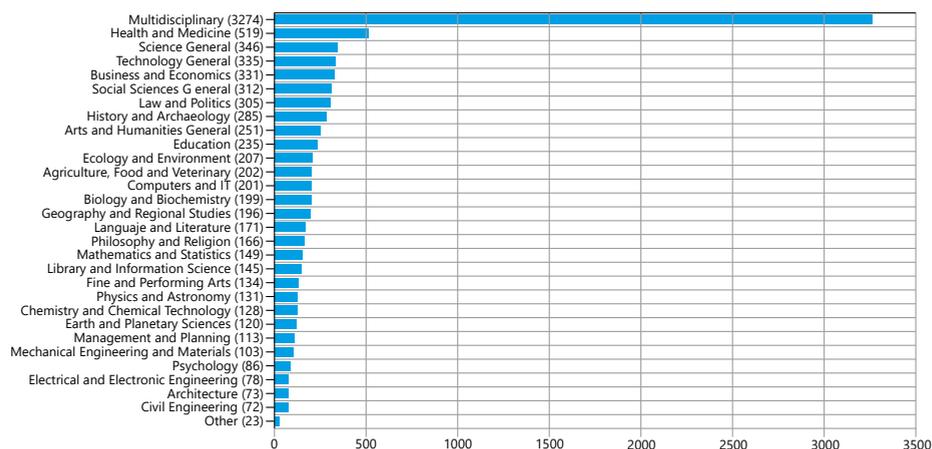
En OpenDOAR se pueden consultar estadísticas de los repositorios académicos de acceso abierto por país como se presenta en la figura 2. En ella se destacan Estados Unidos y Japón como los países que encabezan el listado con 900 y 542 repositorios registrados, respectivamente. En dicha plataforma también presenta información de las áreas temáticas de los repositorios académicos, Figura 3. En este sentido, los repositorios multidiscinarios sobrepasan ampliamente a la temática de salud y medicina que se encuentra en segundo lugar.

Figura 2. Repositorios académicos de acceso abierto por país



Fuente: OpenDOAR

Figura 3. Repositorios académicos de acceso abierto por temática



Fuente: OpenDOAR

Las bibliotecas virtuales en Colombia

En Colombia las bibliotecas virtuales también han tenido acogida, es así como se destacan tres proyectos, el primero es la Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango, se creó oficialmente en 1997 por la Red de Bibliotecas del Banco de la República, con el objetivo de ofrecer al público materiales, contenidos e información, en su mayoría sobre Colombia o de autores colombianos, al que se pudiera acceder desde cualquier parte del país o del mundo. La Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango contiene materiales en variedad de formatos, dispuestos en colecciones temáticas y se pueden encontrar libros, imágenes, archivos sonoros y de video, páginas interactivas, exhibiciones en línea, proyectos temáticos, y materiales educativos, todo este contenido es de acceso gratuito y libre.

El segundo es la Biblioteca Nacional de Colombia, la cual se encargada de preservar y catalogar el patrimonio bibliográfico y documental del país, que pueda ser consultado por investigadores, académicos y el público en general, en esta, se puede encontrar material sobre cualquier tema o autor colombiano, pues uno de sus cometidos es ser el centro de conservación de todo lo que se publica en el país, y uno de los referentes de la historia y la cultura colombiana. Desde 2013 se implementó el depósito digital voluntario, una modalidad en la que los autores nacionales o productores en Colombia de documentos digitales y páginas web puedan entregar, voluntariamente, una copia de sus producciones en los formatos definidos por la Biblioteca Nacional para poner a disposición de los usuarios de la Biblioteca. Actualmente se ofrecen servicios virtuales de reserva de material, elaboración de bibliografías, asesoría personalizada y recorridos temáticos y suministro de documentos.

En tercer lugar, se encuentra la Biblioteca Pública Piloto de Medellín para América Latina - BPP, esta iniciativa inició en 1952 a través de un convenio entre la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - Unesco, y el gobierno de Colombia. La BPP hace parte de un conjunto de proyectos para ofrecer la posibilidad de acceso a información a poblaciones de escasos recursos en África, India y América Latina. Se creó con el fin de desarrollar procesos que abarcaran desde la conservación del patrimonio nacional, hasta su apropiación por parte de la ciudadanía. Sin embargo, estos tres proyectos no son los únicos, en la tabla 3 se presentan otras bibliotecas virtuales de Colombia.

Tabla 3. Bibliotecas virtuales en Colombia

Proyecto	Descripción
Red de Bibliotecas	Se desarrolla a partir de un programa de la Fundación EPM. En la versión digital se trata de un portal web que agrupa servicios digitales para 115 bibliotecas de Medellín, área metropolitana y Antioquia; y su cometido es apoyar, difundir y visibilizar la labor que realiza cada una de ellas en beneficio de sus usuarios.
Red Nacional de Bibliotecas	Esta red agrupa 1444 bibliotecas públicas estatales del país y sus servicios bibliotecarios en orden departamental, distrital, municipal, rural, territorios indígenas y comunidades afrocolombianas, a través de la coordinación del Ministerio de Cultura. En la versión virtual cuenta con un portal web que incluye recursos digitales y al sistema de información en línea para la red de bibliotecas afiliadas.
Biblioteca Departamental del Valle	Se encarga de promover la identidad y diversidad cultural, del patrimonio del Valle del Cauca. En su versión virtual se presentan la Biblioteca Digital, el repositorio del Archivo Fotográfico del Valle del Cauca, y la aplicación sobre exposiciones virtuales con temáticas del Valle del Cauca.
Biblioteca Departamental del Meta: Eduardo Carranza	La Biblioteca Departamental del Meta: Eduardo Carranza, en su versión virtual tiene contenidos en diferentes formatos, libros, fotografía y audiovisuales relacionados con temáticas sociales, culturales y educativas representados por los municipios del departamento.
Biblioteca Digital Héctor Rojas Herazo	Es una iniciativa impulsada por la Universidad del Norte de Barranquilla y pretende ser una fuente de información especializada en el Caribe colombiano, para la expansión de esta cultura, esto a través de la utilización y aplicación de los medios tecnológicos a obras relevantes de carácter científico, social y humanístico representados en materiales digitalizados.

Fuente: elaboración propia

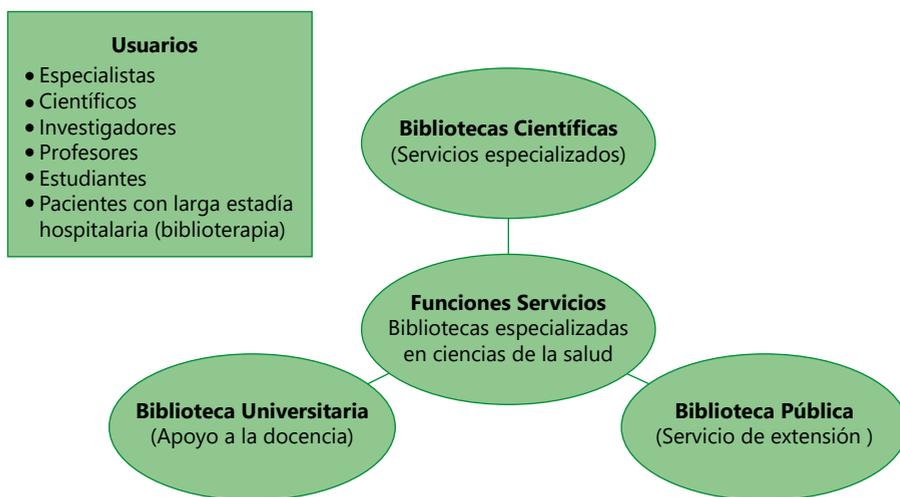
Las bibliotecas virtuales en salud

En la actualidad, es una prioridad que cualquier profesional o trabajador de la salud esté bien informado, entendiendo que si no se sabe qué se está haciendo en otras partes del país o del mundo, no se puede orientar el interés por perfeccionar la labor cotidiana hacia las mejores prácticas que se desarrollan en el ámbito de la salud (Gutiérrez y Floirán, 2002), a inicios del siglo XXI no era posible referirse a una red de bibliotecas para definir a un conjunto de instituciones que tienen un espacio físico, disponible para que el usuario asista a buscar información exclusivamente, el concepto tomó una mayor dimensión, como consecuencia del desarrollo de las tecnologías y las redes digitales, esto originó el modelo de biblioteca virtual y la posibilidad de acceder a recursos de información de forma remota (Mujica y Valdés, 2014).

Además con resultados destacados, debido a que el positivo impacto de las bibliotecas virtuales sobre el desempeño de los recursos humanos del sector es incuestionable (Gutiérrez y Floirán, 2002).

Para comprender la dimensión de los servicios y funciones sobre los que se diseñaron las bibliotecas virtuales en salud, se debe partir de sus usuarios y necesidades, de esta forma es importante tener en cuenta a una amplia variedad de partes interesadas como especialistas, científicos, profesores, estudiantes y pacientes, entre otros. A partir de esta identificación de necesidades es posible determinar los servicios especializados, en función del apoyo a la docencia y la extensión, en la figura 4 se presenta el esquema de dimensiones y funciones de las bibliotecas especializadas en ciencias de la salud.

Figura 4. Dimensiones y funciones de las bibliotecas especializadas en ciencias de la salud



Fuente: Mujica y Valdés, 2014

Dentro de los esfuerzos por estructurar bibliotecas virtuales en salud, se destaca la Biblioteca Virtual de Salud (BVS), la cual es una iniciativa desarrollada por el Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud – BIREME, de la Organización Panamericana de la Salud - OPS, este esfuerzo tiene por objetivo aprovechar el potencial de las TIC para democratizar la información y el conocimiento, para así generar una participación social más amplia en la formulación de políticas volcadas a la promoción de la equidad en salud. La BVS cuenta con colección organizada de fuentes

de información en formato digital con amplia capacidad de almacenamiento, y brinda acceso remoto en tiempo real a sus usuarios, otra característica es que permite interacciones entre productores, intermediarios y usuarios del conocimiento (Pellegrini, 2002).

La BVS surge en el proceso de masificación del internet con el desarrollo de las bibliotecas digitales, este proyecto se funda en la VI Reunión del Sistema Latinoamericano de información en Ciencias de la Salud, realizada en San José, Costa Rica, en marzo de 1998 (Iannello y García, 2008), en esta reunión se concibe como una red de gestión de información, del intercambio de conocimiento y la evidencia científica en salud, que se fundamenta en la cooperación entre instituciones y profesionales para la producción y el uso de las fuentes de información científica en salud, en el acceso abierto (Vidal *et al.*, 2013).

Actualmente, la BVS pone a disposición de sus usuarios y colaboradores cuatro portales que permiten desarrollar un apoyo integral de acuerdo con sus fines, así: en primer lugar está el Modelo BVS, en este se presenta el modelo de gestión de información y de conocimiento en salud que estructura y guía el desarrollo de los productos; en segundo lugar está LILACS, que presenta información sobre el índice Latinoamericano y del Caribe de la Literatura en Ciencias de la Salud; en tercer lugar se encuentra DeCS, que contiene los Descriptores en Ciencias de la Salud, que es una serie de términos creado por BIREME para servir como un lenguaje único en la indización de documentos, y en cuarto lugar se encuentra el portal de capacitación, en el cual se centraliza la información para bibliotecarios, desarrolladores y usuarios interesados en la construcción, aplicación y uso de las metodologías, productos y servicios de la BVS.

Descripción del proyecto

Para el desarrollo del proyecto BVS en cada país se estructura una entidad coordinadora y una red de apoyo conformada por centros cooperantes, en el caso de Colombia, actualmente el proyecto es coordinado por la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS, y tiene una red de apoyo de 129 centro cooperantes distribuidos en el país, para 2019 la BVS Colombia contaba con un total de 53.747 documentos aportados por sus centros cooperantes. Dentro de los productos generados por la BVS Colombia se destacan

la base de datos Colnal (Colombia Nacional) la cual contiene los registros bibliográficos publicados por la red de cooperantes de Colombia y la base de datos Bioética construida para propender por el acceso equitativo a la información en el campo de la bioética. A continuación, se presentará el proyecto de la Biblioteca Virtual de Salud (BVS) en Colombia.

Etapa de inicio

El proyecto tiene su origen a partir de una convocatoria de la Organización Panamericana de la Salud – OPS, en la que se buscaba encontrar el candidato idóneo para llevar a cabo las actividades que permitiera la entrada en funcionamiento de la BVS Colombia, para esta convocatoria los participantes desarrollaron un proceso de selección en el que la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS fue seleccionada, al interior de esta institución el Sistema de Bibliotecas lideró la iniciativa, realizando los procedimientos y trámites para dar cumplimiento a los requisitos exigidos. Una vez se seleccionó la institución que desarrollaría el proyecto se firmó el acuerdo de entendimiento entre la institución seleccionada y la OPS.

Posterior a la firma del acuerdo de entendimiento se realiza un evento académico y social con el que formalmente se establecen los compromisos y responsabilidades, el evento tuvo lugar en Bogotá y se desarrolló el 13 de septiembre de 2016. El objetivo general del proyecto es la puesta en marcha de la Biblioteca Virtual en Salud para Colombia, este se apalancaba en objetivos específicos, como la estructuración del proyecto, integración de redes cooperativas en Colombia, el diseño conjunto de productos con otros actores del sector y la articulación de estrategias para promover la cooperación en la red de Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud - LILACS.

El patrocinador del proyecto fue la Secretaría General de la OPS, como gerente del proyecto se nombró a la directora del sistema de bibliotecas, en representación de la institución seleccionada; y la encargada de ejecutar las actividades del proyecto fue una profesional en bibliotecología, con especialización en administración, quien inicialmente se vinculó por medio tiempo y posteriormente por los requerimientos de tiempo del proyecto tuvo que aumentar su disponibilidad a tiempo completo. El rol de esta profesional era realizar las actividades necesarias para lograr el objetivo del proyecto. En lo que respecta a las partes interesadas en el proyecto se realizó una identificación de cada una de ellas y sus intereses, en la tabla 4 se presenta este trabajo.

Tabla 4. Partes interesadas del proyecto

Partes interesadas	Interés identificado
Organización Panamericana de la Salud - OPS	Difusión de esquemas de cooperación, como el de la BVS, en los países de la región
Ministerio de Salud	Desarrollo del proyecto BVS en el marco de los lineamientos regulatorios vigentes
Institutos Nacionales de Investigación	Correcta orientación temática de los contenidos de la BVS
Instituciones de Educación Superior con programas de salud	Acceso a los contenidos de la BVS para el fortalecimiento de los procesos de formación
Instituciones prestadoras de servicios de salud - IPS	Acceso a los contenidos de la BVS para el fortalecimiento de los procesos de diagnóstico clínico
Comunidades	Acceso a la información validada y actualizada de la BVS para el fortalecimiento de los de toma de decisiones

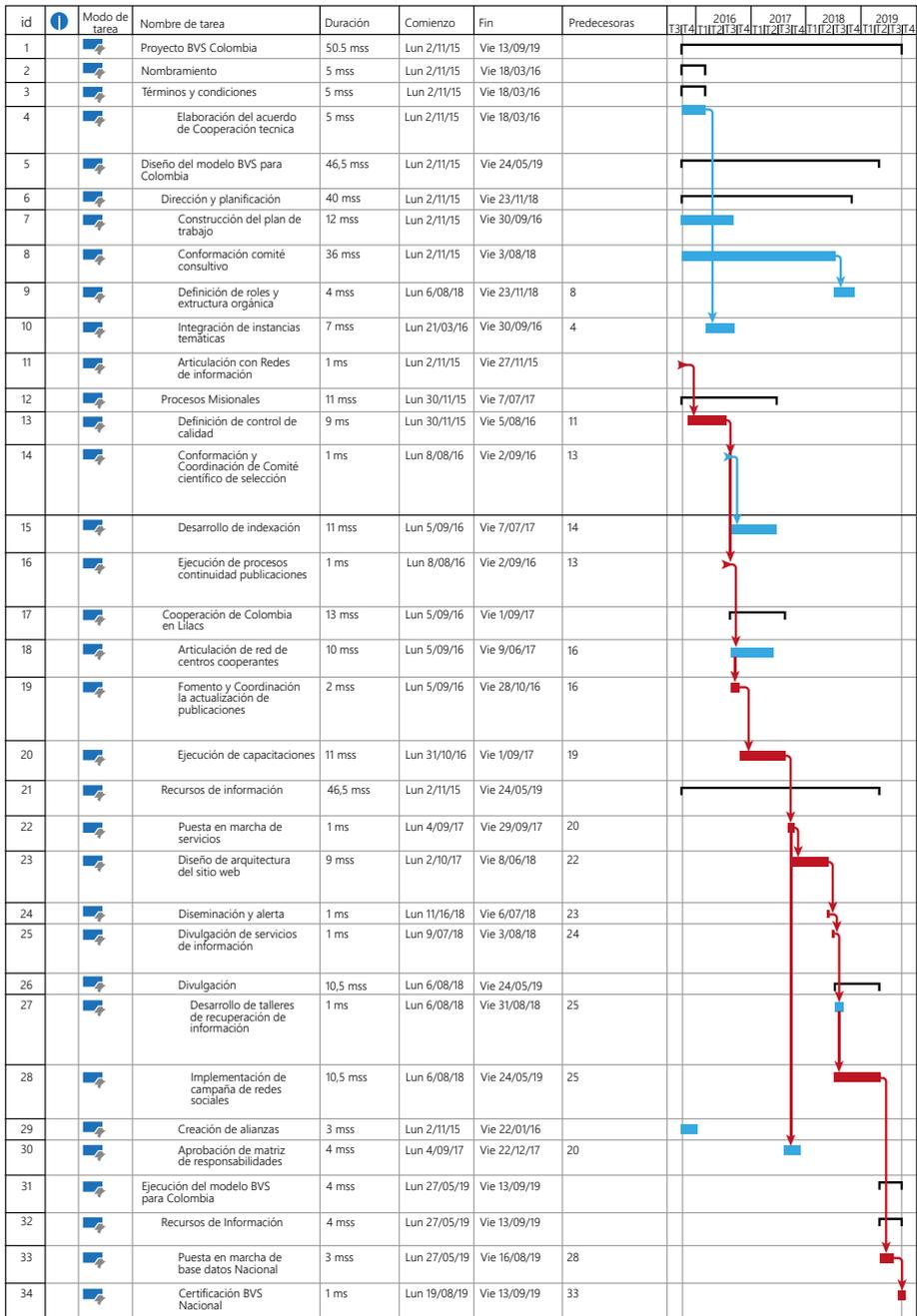
Fuente: elaboración propia

Etapa de planeación

Tanto la identificación de requisitos y la definición del alcance del proyecto partieron del acuerdo de voluntades que se firmó para el inicio del proyecto, con esta información como base la gerente del proyecto empezó a coordinar actividades que permitieran establecer los requisitos particulares, de acuerdo con los factores ambientales del proyecto en Colombia, para así responder a estos. Uno de los primeros desafíos fue planificar el acercamiento de tres instancias temáticas que contaban con plataformas de información en salud, las cuales debían integrarse, para que se consolidarán los esfuerzos en el posicionamiento de una única plataforma que constituyera la BVS Colombia, para este cometido era clave planear las estrategias de negociación y un conocimiento profundo de las tres instancias para hacerlas partícipes del proyecto y no contradictores de este.

Posteriormente, se abordaron las actividades de planificación del proceso de gestión del cronograma, el cual consideraba 36 meses dividido en seis fases principales: la primera enfocada al diseño del modelo BVS para Colombia, la segunda pretendía realizar la convocatoria para la conformación de un comité consultivo nacional, la tercera tendiente a la integración de las instancias temáticas que hasta ese momento contaban con plataformas de información en salud: la cuarta con miras a articular al BVS con la red de información en Colombia, la quinta enfocada en la construcción de alianzas para el fortalecimiento permanente del proyecto, y la sexta para establecer mecanismos para la selección y pertinencia de contenidos temáticos en la plataforma de la BVS. El cronograma planteado se presenta en la figura 5.

Figura 5. Cronograma del proyecto BVS Colombia



Fuente: patrocinadora Proyecto BVS

Finalizada la planificación de la gestión del cronograma, se realizó la planeación de la gestión de costos, de la cual el principal producto fue el presupuesto inicial del proyecto, el cual ascendió a 200 millones de pesos colombianos, en el que se incluyeron costos directos e indirectos, dicho presupuesto era cofinanciado entre la institución seleccionada y la OPS, además consideró otras partidas que se presentan en la tabla 5. El presupuesto tenía su mayor proporción concentrada en los honorarios que se debían pagar a las personas que ejecutarán las actividades para el cumplimiento de los objetivos. Los demás rubros consideraban gastos de viaje para el desplazamiento a las distintas ciudades nacionales relacionadas con el proyecto BVS, así como los desplazamientos a la sede de la OPS en Washington, los costos de operación y mantenimiento de una plataforma virtual que permitiera el acceso a la BVS Colombia, y los costos asociados a la estrategia de posicionamiento en redes sociales del producto final.

Tabla 5. Presupuesto del proyecto BVS Colombia

Presupuesto del proyecto BVS	
Partida	Asignación
Alimentación personal	3%
Honorarios, otros	1%
Hoteles	1%
Manutención	1%
Pasajes aéreos	4%
Publicaciones e impresos	1%
Publicidad medios	3%
Publicidad merchandising	1%
Salarios administrativos	79%
Otros costos	4%
Presupuesto del proyecto	100%

Fuente: patrocinadora Proyecto BVS

La planificación de la calidad del proyecto fue el siguiente en ser desarrollado, en este aspecto se identificaron los requisitos de calidad exigidos por el modelo BVS y establecidos por el Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud - Bireme, en primera instancia, estos requisitos se complementaron con las exigencias de indexación de información que son propios de las normas que regulan el ejercicio de bibliotecología; dichos requisitos se articularon en el marco de sistema de gestión de calidad, certificado bajo la norma ISO 9001:2015 de la institución coordinadora del proyecto BVS Colombia.

En lo que respecta a la planificación de la gestión de las comunicaciones se desarrollaron planes tendientes a mantener a las partes interesadas identificadas en el grupo de procesos de inicio informadas, y con un enfoque especial en identificar los nuevos requerimientos de información que pudiera generarse, esto teniendo en cuenta que dentro del proyecto se considera el trabajo colaborativo el eje fundamental del proyecto BVS, por tanto un adecuado relacionamiento es fundamental para el logro de los objetivos. De otra parte, en lo que respecta a la gestión de riesgos, en el proyecto no se consideró detalladamente la planificación de la respuesta a los riesgos.

La etapa de ejecución del proyecto

La ejecución del proyecto inició con la conformación del comité consultivo nacional de la BVS Colombia, para esto fue clave involucrar a las diferentes partes interesadas para lograr que se reconociera este esfuerzo como la instancia unificadora de información de salud en el país, como complemento a estas actividades se definieron los roles y responsabilidades de las personas que tenían responsabilidades en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Una vez se logró el consenso, se inició una labor técnica que integró a tres instancias que en ese momento cumplían con objetivos similares.

Posteriormente, se realizó la integración con las redes de información, tales como: Scientific Electronic Library Online (SciELO), el Campus Virtual de Salud Pública (CVSP), Evidence-Informed Policy Network (EVIPNet) con el propósito de integrar los contenidos y realizar intercambios de productos, servicios y experiencias. Esto facilitó la conformación del comité científico, que se encarga de mantener el rigor temático de la información que se puede consultar en la plataforma de la BVS. Un hito importante del proyecto fue el desarrollo de las actividades para completar la indexación, este es un procedimiento relevante porque consiste en la asignación de las palabras clave a los documentos que hacen parte de la colección, y que permiten que los usuarios realicen búsquedas precisas de los contenidos que necesitan.

Las actividades que se ejecutaron luego de la indexación fueron las relacionadas con la conformación de la red de centros cooperantes, esta red está conformada por un grupo de instituciones que aportan contenido relevante, validado y actualizado en ciencias de la salud para que este sea dispuesto en la BVS Colombia y así pueda ser consultado por los usuarios, estas activida-

des representaban gran valor para el patrocinador y el gerente de proyecto, porque de la adecuada estructuración de la red dependía la alimentación de información de la BVS cuando se iniciara la operación. Al finalizar la conformación de la red de cooperantes se emprendió la construcción de la infraestructura tecnológica que permite el acceso a los contenidos, partiendo de la definición del dominio de la página web y terminando en la puesta en marcha de un repositorio digital de información en temas de salud.

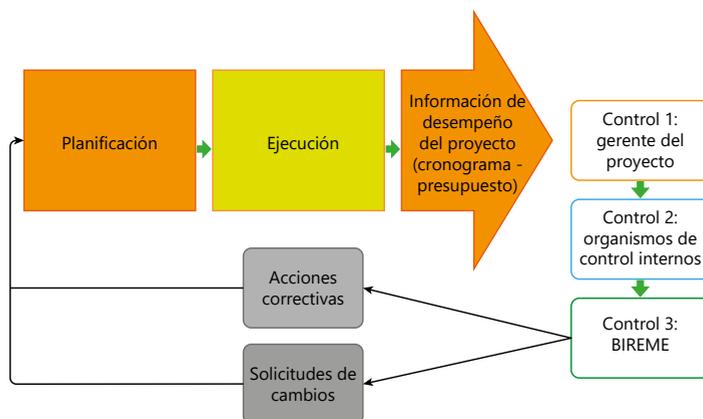
Como mecanismo de democratización de la información en salud y promoción de la plataforma se realizaron capacitaciones a diferentes actores, tanto para el aporte de contenidos como para la consulta de estos, estas actividades empezaron a generar el tráfico inicial en el sitio web y permitió identificar las oportunidades de mejora en lo relacionado con la operación del componente tecnológico del proyecto.

Etapa de control

El control presupuestal y de cronograma se realizaba en tres niveles, en primer lugar, a través de reuniones mensuales de la gerente del proyecto con la encargada de ejecutar las actividades, buscando que la ejecución presupuestal se realizara en función de lo establecido en el cronograma; en segundo lugar, se tenía verificaciones externas de los organismos de control de la entidad coordinadora del proyecto BVS Colombia; en tercer lugar, se realizaba una reunión mensual liderada por BIREME con los coordinadores de la Red Regional de la BVS, con el fin de evaluar el avance de cada una de las iniciativas en los diferentes países en los que se desarrolla el proyecto. En la figura 6 se presenta el esquema de control del proyecto.

El control del proyecto fue facilitado por los mecanismos definidos en el etapa de planificación, a continuación se presentan tres ejemplos, el primero es en el caso del presupuesto, pues definir un centro de costo específico para el proyecto y separado de otros recursos de la institución coordinadora, permitió llevar a cabo un control detallado de las partidas asignadas; el segundo es la conformación del comité consultivo nacional, quienes se encargaron de avalar y controlar a alto nivel las actividades y compromisos del proyecto. En tercer lugar, la conformación de un grupo de pares evaluadores externos que se encargaron de la medición temática y metodológica de la calidad de la información que se ingresa a la BVS, factor de control importante en términos del alcance.

Figura 6. Esquema de control del proyecto



Fuente: elaboración propia

Etapa de cierre

El cierre del proyecto se realizó a finales del año 2018, con la verificación del cumplimiento de los términos legales establecidos en el acuerdo de entendimiento, para estos es necesario que la gerente del proyecto presentara un informe con los resultados con destino a BIREME y la OPS, este informe debía hacer énfasis en los entregables, el informe fue presentado en una reunión de rendición de cuentas en la que participaron, entre otros, la representante de la OPS para Colombia y los representantes de la institución coordinadora del proyecto BVS Colombia, en esta reunión se determinó el nivel de cumplimiento de los objetivos del proyecto, se establecieron las conclusiones y oportunidades de mejora para este y otras iniciativas del mismo tipo, además de las lecciones aprendidas.

En cuanto a las lecciones aprendidas se pueden destacar dos principalmente: la primera es la importancia de la cooperación armónica y estructurada en proyectos en los cuales se tiene una amplia variedad de partes interesadas, para lograr buenos resultados es clave identificar las expectativas y canales de comunicación adecuados, además de disponer de una gran capacidad de negociación por parte del gerente de proyecto. La segunda se relaciona con el rol de gerente proyecto, debido a que tiene una responsabilidad importante en tres ejes, logrando los resultados, trabajando con transparencia y reconociendo la labor de todas las personas que aportan a la construcción colectiva de este tipo de iniciativas, de esta manera se logra una mejor participación e involucramiento de cada una de las partes interesadas del proyecto.

Conclusiones

El proyecto de la Biblioteca Virtual en Salud - BVS Colombia representa un importante referente en cuestión de sistemas de información para el mejoramiento de las prácticas en salud, tanto la práctica clínica como la educación en salud. Su adopción para Colombia representó desafíos importantes como el de la integración de distintas partes interesadas, la integración de procesos técnicos propios de la bibliotecología con herramientas tecnológicas y el tratamiento de información que se puede considerar como estratégica para la salud pública de los colombianos. Derivado de lo anterior, el proyecto BVS se constituyó como un proyecto que le permitió al país equiparar sus capacidades en disponibilidad de información en salud con las de otros países que ya habían adoptado el modelo ofrecido por la Organización Panamericana de la Salud - OPS.

Este proyecto sin duda tiene impactos importantes en la calidad de vida y bienestar de los colombianos, al brindar la posibilidad de que el talento humano en salud cuente con información validada y actualizada para el fortalecimiento de sus competencias personales y técnicas. Este tipo de proyecto contribuye a los procesos de transformación digital del país, permitiendo que se reconceptualice la biblioteca como espacio físico, y se brinde una nueva connotación acorde a la sociedad del conocimiento hacia la que nos dirigimos.

Preguntas de análisis

Entorno y acciones del proyecto Biblioteca Virtual en Salud - BVS Colombia

1. ¿Cuáles son los aspectos positivos y negativos que consideran se pueden identificar al considerar que el patrocinador y el gerente de proyectos pertenecieran a organizaciones distintas y trabajaran en el mismo proyecto?
2. Suponiendo que al realizar el seguimiento del proyecto de la BVS Colombia a través de la técnica del valor ganado en el mes de junio de 2016 se determinó que el Valor Ganado del proyecto (EV) era de 40 millones, el valor planeado (PV) era de 20 millones, los costos incurridos (AC) eran de 80 millones y si se conocía que el presupuesto inicial del proyecto (BAC) era de 200 millones. Responda:
 - ¿Cuáles son las variaciones en tiempo (SV) y en costo (CV)? ¿Cuál es el estado del proyecto según estos resultados a la fecha señalada?

- ¿Cuáles son los índices de desempeño en tiempo (SPI) y en costo (CPI)? ¿Cuál es el estado del proyecto según estos resultados a la fecha señalada?
- ¿Cuánto es la estimación hasta la conclusión (ETC), la estimación a la conclusión (EAC) y la variación a la conclusión (VAC)? ¿Cuál es la interpretación de estas estimaciones?
- ¿Cuánto es el índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)? ¿Cuál es la interpretación de esta estimación?

Referencias bibliográficas

- Asociación Andaluza de Bibliotecarios. (2010). Top de las 14 mejores bibliotecas virtuales. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 25(100), 247-249.
- Asociación Andaluza de Bibliotecarios. (2012). Nuevas funcionalidades y una guía para usuarios en la Biblioteca Digital Hispánica. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 27(103), 336-336.
- De la Cruz Santos, I. D., Domínguez, I. P., Álvarez, S. D. y Torricella, R. G. (2011). Biblioteca virtual de la EcuRed: nueva fuente de información en la red nacional cubana. *Ciencias de la Información*, 42(1), 45-51.
- España, B. N. (2019). *Biblioteca Digital Hispánica (BDH): colecciones destacadas*. <https://datos.gob.es/es/catalogo/e00123904-biblioteca-digital-hispanica-bdh-colecciones-destacadas-fotografia>
- Ginestà, I. J. (2009). La Biblioteca Digital Mundial: un gran proyecto de la Unesco. *Item: revista de biblioteconomia i documentació*, (51), 161-162.
- Gutiérrez, F. y Floirán, C. (2002). Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en salud. *Educación Médica Superior*, 16(2), 128-139.
- Iannello, C. y García, I. (2008). Acerca de la Biblioteca Virtual en Salud. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 106(2), 97-98.
- Jamieson, P. (2009). The serious matter of informal learning. *Planning for higher education*, 37(2), 18.

- Khoo, M. J., Rozaklis, L., Hall, C. y Kusunoki, D. (2016). "A really nice spot": Evaluating place, space, and technology in academic libraries. *College & Research Libraries*, 77(1), 51-70.
- Lowry, C. B. (1995). Managing technology: Putting the pieces together—Essential technologies for the virtual library. *The Journal of Academic Librarianship*, 21(4), 297-300.
- Mujica, R. Z. y Valdés, M. F. (2014). Integración de la red de bibliotecas de Ciencias de la Salud de Cuba para el desarrollo sostenible de la biblioteca virtual de salud regional. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, (10), 171-179.
- Pellegrini, A. (2002). Inequidades de acceso a la información e inequidades en salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 11, 409-412.
- Santovenia, J. (2005). La biblioteca digital europea, más cerca de su creación. *Acimed*, 13(4), 1-1.
- Saunders, L. M. (1993). *The virtual library: Visions and realities*. Meckler Corporation.
- Sánchez, M. y Vega, J. C. (2002). Bibliotecas electrónicas, digitales y virtuales: tres entidades por definir. *Acimed*, 10(6), 9-10.
- Sánchez, C. y Vargas, M. M. (2006). Bibliotecas virtuales adaptables: un desafío de la sociedad de la información. *Acimed*, 14(4), 0-0.
- Vidal, M. J., Alfonso, I., Zayas, R., Saburit, A. B., Gallardo, I. C. y Rodríguez, K. (2013). Biblioteca virtual en salud. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 27(2), 294-310.

Represa de Itaipú: una maravilla moderna de la ingeniería

**Jenny Marcela Angarita Caro
Sandra Ximena Díaz Sánchez**

Este caso de estudio tiene como propósito dar cuenta de los hechos más relevantes que precedieron y acontecieron en la ejecución y puesta en marcha del proyecto de diseño, ingeniería y construcción de la Central Hidroeléctrica Itaipú, considerado como uno de los proyectos de infraestructura más importantes del mundo, y una magnífica represa que sigue siendo orgullo latinoamericano. Este estudio se elabora con base en documentos publicados en la red, que describen especialmente las condiciones políticas que dieron lugar a la toma de decisiones de los dos países promotores de esta inversión Brasil y Paraguay, y los datos técnicos del proyecto en las distintas fases de su ejecución. Dado que en la revisión literaria fuente de construcción del caso, no precisa información para caracterizar la aplicación de un modelo o de técnicas específicas de gestión de proyectos, el texto se centra en destacar hechos significativos que resaltan la complejidad técnica del proyecto, sus resultados, y propende por hacer conciencia sobre el desafío de este tipo de proyectos frente a impactos subsecuentes en el ámbito ambiental y social.

¿Qué es una central hidroeléctrica?

Antes de ahondar en el recorrido sobre aspectos relevantes del proyecto de construcción de la Central Hidroeléctrica de Itaipú, es preciso reconocer el fundamento técnico en lenguaje simple del alcance de una obra de infraestructura de esta naturaleza. La hidroeléctrica es un conjunto de obras y equipos que de forma integrada son capaces de generar energía a partir del caudal y la altura de la caída del río que las alimenta. Para la elección del río, se consideran distintas variables relacionadas con la capacidad de convertir la fuerza y velocidad del agua en electricidad, variables tales como el tipo de suelo, la inclinación, el ancho, las caídas y, por supuesto, cómo afectan las condiciones climáticas al caudal (Itaipú Binacional, s.f.).

Una hidroeléctrica está compuesta, en términos generales, por la represa o presa, tubería de captación de agua, cuarto de máquinas y desagüe (Itaipú Binacional, s.f.). La presa, que es el componente esencial que provee el agua, es una barrera conformada por roca, concreto y demás materiales que pretenden retener el agua de un río, para cumplir tres funciones que por lo general son: prevenir inundaciones; producir energía, y, por último, el almacenaje de agua para el consumo humano e industrial (Gobierno de México, s.f.). En el caso de la presa que alimenta la Central de Itaipú –objeto de estudio en este caso– su propósito es la generación de energía para atender parte de las necesidades de consumo de Brasil y Paraguay.

El agua sale de la presa por fuerte presión a través de tubos hasta el cuarto de máquinas donde la velocidad del agua hace girar las turbinas, y cuenta con el rotor compuesto por una serie de palas que se impulsan por el agua en movimiento (Fundación Endesa, s.f.), convirtiendo la energía cinética en mecánica de rotación; el eje de la turbina está conectado a los generadores que transforman la energía rotatoria en electricidad. El diseño de este tipo de infraestructura permite que el agua, después de haber entregado su energía al proceso, pueda volver al río a través de sistemas de canal de desagüe (Fundación Endesa, s.f.).

Las centrales hidroeléctricas son proyectos atractivos para inversión, porque se consideran una alternativa energética limpia; no obstante, y como es evidente en el caso de estudio, se enfrentan a una disyuntiva por las implicaciones que tiene la construcción; inicialmente por la necesidad de alterar las zonas al tener que desviar el caudal, y con ello las modificaciones en los ciclos de vida que se pueden generar en el hábitat para la flora y la fauna, alteración de microclimas, entre otros (Fundación Endesa, s.f.) y por supuesto a las comunidades que están asentadas previamente en el recorrido del río, que deben ser reubicadas. Por otra parte, la construcción en sí misma implica el uso de insumos como materiales de relleno, concreto, combustible que requieren las máquinas de excavación, por citar tan solo unos cuantos, los cuales afectan de distintas formas el medio ambiente y alteran el paisaje nativo. Es por ello, y así lo enfrentó el proyecto Itaipú, que uno de los principales desafíos de una hidroeléctrica es garantizar que la ambigüedad entre la energía limpia y los cambios que el modelo constructivo genera a la naturaleza, terminan siendo una ecuación que aporte y no reste al desarrollo sostenible.

La fuerza del Paraná: el regalo de la naturaleza que alimenta Itaipú

Entendiéndose en términos generales el funcionamiento de las hidroeléctricas, se puede afirmar que la primera decisión para la concepción de un anteproyecto de esta envergadura es la ubicación para emplazar la represa, que garantice ser alimentada por la fuerza hidráulica que pueden aportar uno o varios ríos. La represa de Itaipú se construyó sobre el río Paraná, que es el segundo más largo de Sudamérica (4880 km) después del río Amazonas. El Paraná, que inspira la concepción de este proyecto, cuenta con los afluentes Paramaba y Grande, que recorren alrededor de 4000 km de longitud. Así mismo, produce un caudal medio 17.300 m³/s y máximo de 65.000 m³/s (Fundación Aqua, s.f.) el cual alimenta a diario la fuerza motriz de la hidroeléctrica.

El punto sobre el río Paraná que fue elegido para la construcción parte del lado paraguayo en el km 14 al norte del puente de La Amistad, y sobre el lado brasileño en el km 16,2 al norte del mismo puente (Sáez, 2012). Justamente, en la zona seleccionada, se encuentra el Salto de Guairá, con un volumen de 49.000 m³/s, 18 caídas de agua o cataratas que, en su momento, transportaban el doble de agua que las Cataratas del Niágara, y 12 veces más que las Cataratas victoria (Callone, 2012). En esta área, el río pasaba por un cañón donde se angosta de 381 m a solo 61 m (Callone, 2012). Resulta evidente que, debido a las condiciones geológicas de la zona, este lugar era de gran atractivo para construir la represa; cabe anotar que lamentablemente esta belleza natural quedó inundada en 1982 cuando entró a operar la represa, pero en algunas ocasiones cuando el estanque está bajo se pueden divisar sus fantásticas caídas.

La corriente del Paraná, uno de los 7 ríos más grandes del mundo, antes de desembocar en el río de La Plata en Argentina, atraviesa las conexiones de las dos ciudades, Ciudad del Este y Foz de Iguazú, que representan a los países promotores de esta iniciativa: Paraguay y Brasil; naciones que, desde antes de iniciar el proyecto emblemático de la hidroeléctrica, contaban ya con una muestra de integración, con la construcción del Puente Internacional de la Amistad (Marañón, 2007).

Un proyecto hecho maravilla

La represa de Itaipú ha ganado innumerables reconocimientos en materia de sustentabilidad, turismo, e innovación, pero uno de los más importantes fue el obtenido en 1995 cuando fue incluido en la lista de las 7 maravillas del mundo moderno, hecha por la Asociación Norteamericana de Ingenieros Civiles (Asce) para la revista “Popular Mechanics”, de los Estados Unidos (Itaipú Binacional, s.f.). Ahora bien, no es de extrañar que la Central Hidroeléctrica Itaipú, catalogada como la más grande del continente americano, y que compite continuamente por alcanzar la posición como la más grande del mundo en producción de energía, desde el comienzo implicara un desafío por la envergadura de esta obra. Para comprender por qué esta represa ha sido honrada como maravilla del mundo moderno, es pertinente señalar que se considera como referente mundial para otras obras de este tipo, por su funcionamiento, estilo, calidad y construcción (Río de Ideas, 2017). Así mismo, la comparación de Itaipú con su competencia directa la hidroeléctrica Tres Gargantas en China, da cuenta de su magnificencia, como se expresan los datos que se citan en la tabla 1:

Tabla 1. Comparativo las dos hidroeléctricas: Itaipú y Tres Gargantas

Indicador/hidroeléctrica	TRES GARGANTAS	ITAIPIÚ
Capacidad instalada	22.400 MW	14.000 MW
Turbinas	32	20
Potencia nominal	700 MW	700 MW
Capacidad instalada	22.400 MW	14.000 MW
Récord de producción anual	101,6 mil millones kWh/año (2014)	103 mil millones kWh/año (2016)
Hormigón utilizado	27,94 millones m ³	12,57 millones m ³
Vertedero - capacidad de caudal	120.600 m ³ /s	62.200 m ³ /s
Excavación	134 millones m ³	63,85 millones m ³
Número de personas reasentadas	1,13 millón	40 mil

Fuente: Itaipú Binacional (s.f.)

Hoy, las dos centrales hidroeléctricas, además de compartir los primeros lugares de producción mundial, en palabras de Mauricio Corbellini, director técnico ejecutivo de Itaipú “tienen una cooperación para intercambiar experiencias en mantenimiento, operación, generación, seguridad y medio ambiente. Llevamos nuestra experiencia, sobre todo en el mantenimiento. Hacemos mantenimiento en tiempos cortos, teniendo más disposición para producir energía” (News Xinhuanet en español, 2019, p. 52).

Análisis del entorno de Brasil

Las conversaciones sobre el proyecto de la represa de Itaipú comenzaron en 1966, a partir de un ideal conjunto que se materializó cuando en 1982 se inundó la presa. La etapa de construcción se sitúa justamente en la dictadura militar (1964-1985). Si bien, este periodo estuvo acompañado de una fuerte represión social; reducción de inversión en educación, salud y deterioro de las condiciones laborales, este también fue un momento en el que la economía brasileña tuvo las más altas tasas de crecimiento en su historia (Dos Santos, 1995).

Un ambiente político tenso

La dictadura militar comienza con la renuncia del presidente Jânio Quadros, en 1961. De acuerdo con la constitución de 1946 el cargo lo debía asumir el vicepresidente Joao Goulart. Sin embargo, este hecho no gustó a los

militares debido a la corte socialista de Goulart, por lo que emitieron un veto que violaba la constitución, provocando manifestaciones en la sociedad y una posible guerra civil; estas situaciones obligaron a llegar a un acuerdo: Goulart podía ejercer el cargo, pero de manera limitada (Bocchini *et al.*, 2014). Es así como Goulart asumió el cargo en septiembre de 1961, y fue en 1963 cuando el presidente realizó un plebiscito en un intento por recuperar sus poderes, objetivo que alcanzó. Parte de las reformas que como presidente quería lograr, las anunció en 1964, y entre las primeras estaban: reforma agraria; nacionalización de refinerías de petróleo; reforma electoral, reforma a la salud, educación y ante una creciente inflación, el mandatario anunció una reforma constitucional. Estos cambios provocaron descontento en los militares, por lo que el 31 de marzo de 1964, los militares dieron un golpe de estado (Bocchini *et al.*, 2014).

Este periodo fue de gran inestabilidad política, y hay varios hechos que lo corroboran: se cerró el congreso por varios meses; se expulsaron los congresistas de la oposición; en 1966 se promulgó la constitución y el 1968 está se suspendió (acto institucional n.º 5). No obstante, hay algunas acciones que están claramente definidas y van encaminadas al desarrollo económico y la seguridad nacional; en relación con la primera, las medidas tomadas por el gobierno militar influyen en el ámbito económico, que se detallan más adelante; con respecto a la seguridad, la acción de los militares se concentró en mantener el socialismo fuera, es decir, controlar a la oposición, y para esto se valió de todos sus poderes, lo que conllevó indiscutiblemente que se vulneraran los derechos humanos. A partir de medidas que se promulgaron como garantes de la seguridad nacional, en realidad tuvieron un tono de carácter social con un alto impacto en la economía, como aquellas relacionadas con: la reducción del salario en dos décadas que impactó directamente en el consumo interno y la calidad de vida de las personas, y la reducción de la inversión en educación y privatización de la salud pública (Dos Santos, 1995).

Por otro lado, se expidieron disposiciones de carácter político como la adopción del bipartidismo, el cierre de los partidos tradicionales y la oposición tenía serias limitantes (Bocchini *et al.*, 2014); así mismo, se practicó una censura a los medios de comunicación y las publicaciones, persecución a estudiantes, profesores o líderes que hacen oposición al gobierno, represión y violencia generalizada a manifestaciones y muertos. Al margen de estas medidas, también se desarrolló una política exterior que se encaminó a mantener relaciones con gobiernos afines a Estados Unidos, incluso con países con dictaduras; en materia fiscal, el gobierno militar tomó decisiones como el aumento de impuestos, adopción de mecanismos para evitar la evasión de

estos, y así mismo una contención de los créditos estatales, para reducir las inversiones especulativas (Dos Santos, 1995).

Así mismo, hubo una política enfocada en invertir en infraestructura, a continuación, parte de las obras emblemáticas de la época: puente río Niterói, la represa de Itaipú, plantas de energía nuclear de Angra y la autopista trasamazónica (Bocchini *et al.*, 2014). El gobierno fue un gran dinamizador de la economía ya que era un consumidor e inversionista. A partir de dicha política, el gobierno brasileño tenía vía libre para desarrollar la represa de Itaipú, puesto que el país estaba inmerso en una inestabilidad política, y como se evidencia en el siguiente aparte, existieron condiciones económicas que facilitaron los fondos suficientes para su construcción.

Una economía fluctuante

A pesar de que la dictadura de Brasil fue muy represiva, hubo un ámbito económico muy positivo que se conoce como el “milagro brasileño” 1968-1973 (Bocchini *et al.*, 2014). Pero también, hubo una fuerte depresión después de 1975 que a la larga pasó factura a la continuidad del gobierno. Durante el auge económico los logros reconocidos al gobierno militar fueron; inversiones públicas, que en relación con el PIB pasaron de cerca de un 15 % en 1964 a un 23,3 % en 1975; la inflación cayó del 92 % en 1964 al 15,6 % en 1973; el desarrollo de la industrialización promovió la creación de 274 empresas estatales (Barrucho, 2018).

Existe un factor que tuvo una mejora significativa, y es el Producto Interno Bruto, que en 1973 creció un 14 %, y en relación con el PIB per cápita pasó de US \$261 en 1964 a US \$1.643 en 1985. No obstante, durante el periodo de la dictadura la desigualdad social había aumentado “se constató que 5% de la población que recibía las rentas más altas poseía, en 1960, 27,4 % de la renta total del país y en 1970, recibía 36,3 % de la misma” (Dos Santos, 1995, p. 37). En materia cambiaria, al comienzo de la dictadura militar y durante el milagro brasileño, se abogó por reducir las importaciones y ampliar las exportaciones para mejorar el déficit en la balanza de pagos. Sin embargo, luego del boom muchas pequeñas empresas productoras de materias primas quebraron, por lo que las importaciones crecieron muchísimo, y el gobierno militar tuvo en cierto momento, que restringir las importaciones (Dos Santos, 1995).

En cuanto a la productividad, el gobierno impulsó la industrialización y la inversión pública, se crearon nuevos empleos; en 1965 se empleaban dos millones de personas, y en 1985 3,5 millones (Bocchini *et al.*, 2014). Frente

al manejo de la inflación que como anteriormente se había mencionado era un punto crítico en la economía brasileña, el gobierno impulsó la llegada de capital extranjero; creó el banco central y no aumentó significativamente los salarios de los trabajadores durante dos décadas (Dos Santos, 1995). Adicionalmente, financió las inversiones con papeles de deuda pública, y retuvo créditos estatales para que en la economía no circulara tanto dinero. Es precisamente este factor el que después del boom económico pasa factura a la economía brasileña, pues debido a la reducción de los ingresos de los trabajadores, la calidad de vida de estos se vio perjudicada de manera significativa y por lo tanto el consumo interno (Dos Santos, 1995). De igual forma, otro factor que jugó en el retroceso de la economía fue los precios del petróleo, que para 1973 se cuadruplicaron, afectando a Brasil debido a su calidad de importador (Bocchini *et al.*, 2014).

El descontento social, sumado a la crisis que se vivió después del milagro brasileño, se comenzó a manifestar a través de indicadores como el déficit de la balanza de pagos, depresión del consumo y de las inversiones, reducción de la inversión extranjera, crecimiento de la deuda externa nunca visto, agotamiento de las reservas internacionales, entre otros. Resultados impensables que llevaron al país a la quiebra (1981) (Dos Santos, 1995). Todas las situaciones antes descritas incitaron que el gobierno dictatorial hiciera un plan de traspaso de gobierno a uno democrático, que finalmente se logró en 1985. Sin lugar a dudas, se puede señalar que el contexto brasileño del final de la década de los 60 y los años 70 favoreció la construcción de la presa de Itaipú a partir de dos situaciones claves que la llevaron a hacerse realidad: primero, la existencia de la dictadura, porque indistintamente de sus efectos nocivos para la democracia, en la época en que se firmó el acta de Itaipú (junio de 1966) el país estaba inmerso en un caos y fuerte represión, lo que tal vez condujo a no tener detractores que frenaran su materialización; y segundo, el auge económico, ya que cuando se firmó el tratado de Itaipú en 1973, este país gozaba de solvencia económica para asumir la inversión en el corto plazo.

Análisis del entorno de Paraguay

Antes de terminar la década de los 50, Paraguay había tenido años de gran agitación y caos, generada especialmente por la guerra de Chaco con Bolivia, una guerra civil que en 1947 promovió una importante migración y una inestabilidad política demostrada en hechos poco usuales en países del Continente: en 20 años tuvo alrededor de 10 presidentes; y constantes golpes de estado (Espinoza, 2020).

La política impregnada de dictadura

Al igual que Brasil, Paraguay durante la construcción de la hidroeléctrica estaba en una dictadura militar (1954-1989). Después del derrocamiento del presidente Federico Chaves el 4 de mayo de 1954, impulsado por el coronel Stroessner, fue puesto como presidente provisional Tomás Romero mientras que se celebraban nuevas elecciones. Al no haber contendientes, Stroessner fue elegido presidente de Paraguay, de su mandato se definen tres fases; fase de consolidación (1954-1967), fase de expansión (1968-1981), fase de descomposición (1982-1989). La política exterior de Stroessner se destacó por un cambio de alta dependencia hacia Argentina, a una ampliación y preferencia por la relación de Brasil y Estados Unidos. En el reinicio de las relaciones con Brasil en 1956 se establecieron proyectos en conjunto como: proyectos de unión carretera de Concepción/ciudad puerto sobre el río Paragua y ciudad Pedro Juan Caballero/con ciudad fronteriza con el Brasil; conexión paraguaya de coronel Oviedo con el Paraná; construcción de un puente sobre el río Paraná que uniera los dos países, y el estudio para el aprovechamiento hidroeléctrico de los Saltos del Guará (Represa de Itaipú) (Lezcano, 1993).

Frente a las relaciones exteriores con Estados Unidos, la nación norteamericana inyectó altas sumas de dinero al gobierno Stroessner a través del programa Alianza para el progreso, y en contestación Paraguay asumía la doctrina de Seguridad Nacional Estadounidense para la lucha anticomunista (Romero, 2019). Algunos de los resultados de estos acuerdos fueron apoyo militar, entrenamiento y asistencia técnica (Lezcano, 1993). Sin embargo, no siempre las relaciones entre el país norteamericano y la nación guaraní fueron buenas, puesto la administración de Carter y Reagan condicionaron los recursos económicos si no se mejoraba el cumplimiento de los derechos humanos, y en algunos momentos especialmente en el gobierno de Reagan las relaciones se tornaron tensas (Lezcano, 1993).

Justamente Paraguay, al igual que el gobierno brasileño durante la dictadura, tuvo graves problemas en la vulneración de los derechos humanos, de acuerdo con la Comisión de la Verdad y Justicia de Paraguay, hubo un total de 128.076 víctimas de la dictadura: contando derechos como: desapariciones forzadas, privaciones de la libertad, tortura, exilio forzado, esto sin contar los derechos civiles como el libre ejercicio a los periodistas, sindicalistas, profesionales (Comisión de Verdad y Justicia, s.f.) o la congelación de salarios de los trabajadores paraguayos (Fernández, 2017). No obstante, unas problemáticas se agudizaron e intensificaron durante la dictadura paraguaya: la corrupción y el contrabando. Se afirma que el nivel de contrabando llegó a tal estado que

era imposible ocultar, y se justificaba por parte de Stroessner cuando declaraba que el contrabando era “el precio de la paz” (De la Calle, 1975).

Ciertamente, la desigualdad fue la herencia más perdurable para los ciudadanos paraguayos, ya que “el 1,6 % de la población es dueña del 80 % del suelo” (Smink, 2019, p. 25), y de acuerdo con esta misma fuente, de 1954 a 1989 se repartieron entre los amigos de la dictadura unos 8 millones de hectáreas de forma irregular. Las primeras tres etapas del proyecto de Itaipú se desarrollaron en medio de la dictadura; sin embargo, las últimas subestaciones de la hidroeléctrica vieron la luz en un panorama distinto: hacia finales de la década de los 80 la mayoría de las dictaduras de América Latina habían caído, y el gobierno de Stroessner se debilitó sufriendo un golpe de estado en 1989, lo cual no le permitió ser protagonista promotor de la operación en pleno de la presa.

Dinámica económica con altibajos

En los primeros años de la dictadura paraguaya, las reservas monetarias del país estaban muy bajas y el guaraní, moneda nacional, estaba devaluado. Debido a ello, la administración de Stroessner firma un acuerdo *Stand By* con el FMI, cuyo programa de estabilización tenía tres condiciones; reducir la inflación; tasa única de guaraníes por dólar para las importaciones y exportaciones; y restringir las facilidades de crédito. Al cumplir las condiciones Paraguay recibió US \$11.000.000, una mitad por parte del FMI y la otra del tesoro de Estados Unidos; ya en 1958 el proyecto de estabilización del guaraní insumió un total de US \$22.000.000, lo que significó la sextuplicación de la deuda externa del país (Verón, 2003). En la década de los 60 con una deuda externa que aumentaba, “los precios de los productos primarios como madera, yerba mate y tanino se estancaron” (Talesca, 2010, p. 43); una industria de productos alimenticios que no maduraba, y además el consumo cayó. Sin embargo, con un Estado que invirtió en la construcción de vías de conexión a Brasil y Argentina y en la construcción de escuelas, la economía se mantuvo, aunque con tasas muy bajas de crecimiento (Talesca, 2010). No obstante, la década de los 70 es diferente. En esta época Paraguay tiene tasas de crecimiento de 9 %, esta tasa se debe al impulso de los proyectos de la presa de Itaipú y de Yacretá (Villagra, 2019); y el aumento de la producción del algodón y la soja, acompañado de altos precios internacionales de estos productos tuvo como resultado que las exportaciones tradicionales de Paraguay se desplazaron a estos bienes (Talesca, 2010).

Ya en 1980 la economía paraguaya sufre un estancamiento (crecimiento económico de 2 %, aproximadamente); los precios de la soja y el algodón caen, con una afectación en el endeudamiento estatal producto de la construcción de la represa de Itaipú ya en fase de terminación. Este estancamiento se puede entender por varias razones; primero, debido a la terminación de la presa el desempleo aumenta; segundo, se desplazan campesinos e indígenas a las ciudades lo que engrosa la pobreza; tercero, el contrabando y la corrupción se exagera impactando negativamente la actividad empresarial; cuarto, la inflación aumenta, la presión de la comunidad internacional, como la del gobierno estadounidense para que se garanticen los derechos, lo cual reduce la atracción del país para la inversión.

Del desacuerdo al acuerdo. Inicia el proyecto con el milagro del tratado de Itaipú

La represa de Itaipú no solo es reconocida por el majestuoso proyecto de ingeniería en que se ha constituido como referente a nivel mundial, como ya se ha dicho, sino por su impacto de orden social y económico para Brasil y Paraguay sus promotores. Por otra parte, porque es un proyecto que surge como una respuesta conciliadora a una serie de conflictos de carácter fronterizo de dos países que hoy después de casi 50 años siguen siendo socios. Aunque el estado brasilero como el estado paraguayo coincidían en el propósito final de embarcarse en semejante obra, los pasos previos estuvieron enmarcados por situaciones de conflicto, que es importante comprender desde el contexto de cada uno de estos socios estratégicos o principales *stakeholders* que promovieron la idea y se responsabilizaran de la financiación entre otros aspectos, que dieron origen a lo que hoy es fuente de energía y progreso para ambas naciones.

El tratado de Itaipú firmado en 1973, en el que las dos naciones socias para emprender el proyecto y posteriormente operar la presa, tiene una historia previa de conflictos fronterizos de las dos naciones, quienes abogaban por sus derechos de propiedad y uso sobre una misma zona geográfica; conflictos que naturalmente implica la explotación de recursos hídricos de gran importancia. Una visión de los hechos que anteceden la concreción de este proyecto binacional de emprendimiento ha sido expuesta por Juan Pozzo en su artículo reciente artículo denominado “Historia oculta de Itaipú” (2020), de la cual, a continuación, se destacan aquellos hallazgos principales:

- En 1872 se establece un tratado de límites en la que Brasil logra apoderarse de territorios de los ríos Blanco y Apa, y alrededor de 62.000 kiló-

metros de la Región Oriental de Paraguay, pero consideró las cataratas del Salto de Guairá dentro del control territorial de Paraguay.

- En 1930 Brasil solicita de nuevo una demarcación de fronteras, en las que por primera vez hace formal su pretensión sobre la totalidad del Salto, sin ser dicha pretensión alcanzada. En 1933, se procede a una nueva demarcación que ratifica los derechos del Paraguay sobre el Salto del Guairá, a partir de la delimitación de fronteras entre los dos países al norte de las cataratas que favorece a la nación paraguaya sobre la zona.
- A pesar de esta ratificación, en 1955 Brasil da un paso de ventaja contratando estudios para el aprovechamiento de los recursos del Salto que no eran aún parte de su territorio, y que correspondía a una zona de 20 kilómetros aún sin demarcación; en 1962 continúa con la inversión incluso informada públicamente, lo que lleva a Paraguay a manifestarse en contrario para garantizar que el aprovechamiento de los recursos no se hiciera de forma unilateral hasta terminar demarcaciones fronterizas pendientes.
- En 1963 el gobierno brasilero optó por una posición conciliadora al tener trabajos en la zona, y promueve en 1964, junto con el gobierno paraguayo, representados por los presidentes Goulart y Stroessner, un primer acuerdo de aprovechamiento conjunto del potencial hidroeléctrico del Salto de Guairá. Debido al derrocamiento del presidente de Brasil, esta intención quedó suspendida y el nuevo gobierno retomó una posición de poder unilateral sobre el área no demarcada, por ende, manifestando su interés de adelantar obras de beneficio exclusivo para Brasil.

Este nuevo paso en falso de Brasil de avanzar por su cuenta en este emprendimiento no se concreta; pero a partir de ello, se entablan conversaciones por primera vez acerca de la posibilidad de sacar provecho económico del Salto de Guairá o Salto Grande de las siete caídas, con base en la idea que Brasil ya tenía sobre el lugar más preciso para construir la hidroeléctrica de la zona en límite con Paraguay. Como resultados de estos acercamientos, en 1966 los ministros de relaciones exteriores de ambos países establecen el marco jurídico que optimizó las relaciones políticas y económicas, a partir de las cuales se constituye una comisión técnica para la realización de un estudio de la potencialidad energética de los dos países (Hermi, s.f.). En el marco de estos encuentros, se firma el Acta de Iguazú del 22 de junio de 1966, en la cual se expresa que la energía producida se dividiría en partes iguales y en caso de que algunas de las partes tengan un excedente, dicha energía se podría vender a la otra parte a precios que convengan ellos dos (Querol y División de Recursos Naturales e Infraestructura, 2003).

En 1967, la Comisión Técnica contrata al Consorcio IECO – ELC -actor clave en la ejecución del proyecto, como se cita líneas más adelante- para realizar los estudios preliminares de la iniciativa dentro de lo que se podría denominar marco del anteproyecto; tres años después, se formaliza el convenio entre las dos centrales eléctricas, una de cada país: Electrobras por parte de Brasil, y la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) quienes conforman un comité ejecutivo para ejercer el control de nuevos estudios sobre la potencialidad técnica y económica de la Hidroeléctrica. (Hermi, s.f.). Solo hasta el 5 de mayo de 1971 los dos países declararon y confirmaron la realización de la Hidroeléctrica en el Río Paraná. La materialización del proyecto finalmente se realizó el 26 de abril de 1973 con la firma del Tratado de Itaipú por la dictadura militar paraguaya del general Stroessner, y por la dictadura brasileña de Garrastazú Médici, dicho tratado implicó la creación de la empresa binacional de Itaipú (mayo de 1974), (Querol y División de Recursos Naturales e Infraestructura, 2003).

En contraste con los conflictos que el antecedieron, el tratado finalmente estableció un acuerdo de igualdad de derechos y obligaciones para ambos países, que se tradujo, entre otros, en la definición de condiciones para el acceso por partes iguales a la energía producida por la hidroeléctrica, los mecanismos de compensación para la adquisición de energía no utilizada para el consumo del propio país, entre otros. El tratado, además, estableció las reglas de juego para la dirección de la entidad Itaipú binacional encargada de la administración de recursos del proyecto y posterior operación (Pozzo, 2010). En la figura 1, se enmarca la línea de tiempo de estos primeros hechos que se concretaron en la alianza de los dos países, como principales partes interesadas de este megaproyecto.

Un proyecto binacional cuya concepción fue enmarcada por un largo proceso de acuerdo merece conocer y comprender las condiciones en las que cada socio-nación se encontraba, y cómo pudieron favorecer el desarrollo de las obras. Por ello, a continuación, se exponen características de macroentorno de Brasil y Paraguay, y *stakeholders* principales de la iniciativa Itaipú.

Algunas consideraciones del anteproyecto

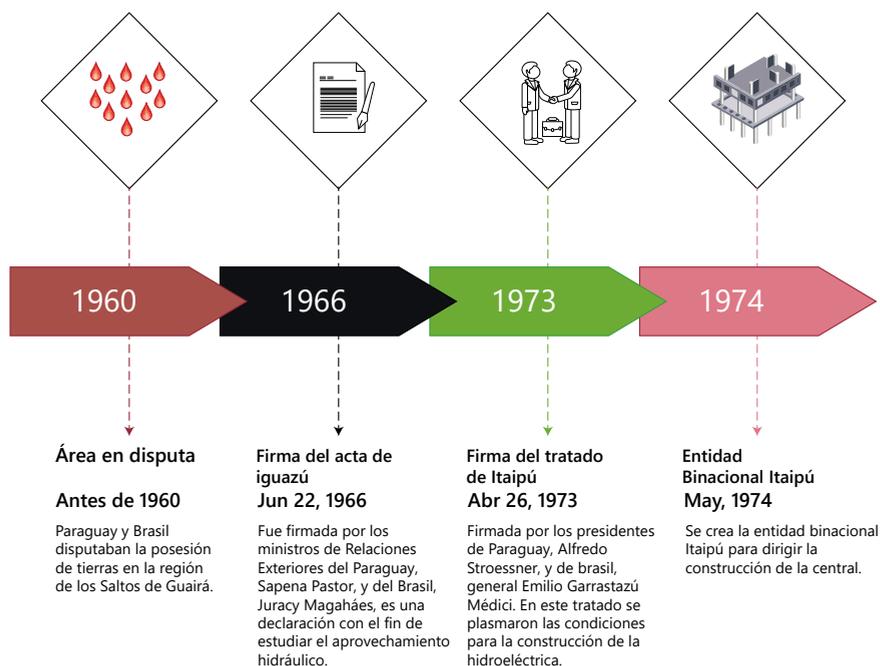
De acuerdo con las buenas prácticas de la gestión de todo proyecto, la futura Central Hidroeléctrica de Itaipú inicia con una etapa que se puede denominar el anteproyecto, que se consolida en tres importantes momentos:

- El primero, con la firma del Acta de Iguazú el 22 de junio de 1966, en la que los dos países garantes de la iniciativa se comprometen a realizar los

estudios técnicos para el aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos del río Paraná, el recurso vital, el más importante para proveer la fuente real y sostenible de generación de energía.

- El segundo, la elaboración de estudios de factibilidad técnica para la construcción a cargo del Consorcio italoamericano IECO-Electroconsult, quienes llevaron a cabo el encargo en 1970 (EO1, 2012). Este estudio arrojó 10 posibles soluciones técnicas para potencializar el recurso hidroeléctrico (Hermi, s.f.).
- El tercero, la firma del tratado de Itaipú ya mencionado, para dar conformidad legal al aprovechamiento hidroeléctrico del río bajo a partir del concepto viable de la etapa anterior, que se hace realidad el 26 de abril de 1973, y que a su vez facilitan subsecuentes pasos como la creación en 1974 del mecanismo de administración de los recursos del proyecto y posterior operación: Entidad Binacional Itaipú, que a hoy continúa con esta responsabilidad (EO1, 2012).

Figura 1. Principales acontecimientos antes de la construcción de la presa Itaipú



Fuente: elaboración propia, a partir de la información de Itaipú Binacional (s.f.)

El principal resultado de esta fase fue la definición del tipo de presa a construir; según la información de Itaipú Binacional (s.f.), la evaluación técnica y ecológica consideró tres tipos de presa: gravedad maciza, gravedad aliviada, de enrocado y en arco, y se estableció como la alternativa más viable, la construcción de la presa principal en hormigón de tipo gravedad aliviada. Aunque no se encontró en la revisión literaria de las razones específicas de la selección, de acuerdo con la consulta de tipo técnico que se adelantó, se podría determinar que este tipo de presa es la más adecuada, y por ende la más utilizada, porque se considera como la más resistente; así mismo, al ser de tipo “gravedad”, la estructura de la presa no requiere mantenimiento (Fundación Endesa, s.f.)

La etapa de ejecución del proyecto

En esta revisión bibliográfica sobre los documentos de consulta abierta sobre el proyecto, no se encontraron detalles precisos de las actividades de planeación como la definición del cronograma inicial de ejecución, condiciones específicas técnicas y el detalle de cifras presupuestales, instrumentos esenciales de gestión del proyecto, para ser compartidas en el caso en esta fase. Tan solo se identificó que la cifra estimada inicialmente para la inversión estuvo cercana a los US \$12.000 millones (Cano, 2020), y que en el diseño definitivo previó condiciones geológicas para reducir los costos, como es el caso de la reducción de las cantidades de hormigón. La fuente principal de inversión fueron los créditos otorgados por Electrobras, el primero de los cuales se desembolsó en el año 1975 con garantía del tesoro brasileño (Última Hora, 2019).

Sin embargo, algunos documentos consultados dan cuenta del ejercicio de una dimensión clave de la planeación, como lo es el análisis de riesgo, sobre lo cual se citan estos ejemplos (Escuela de Organización Industrial, s.f.):

- Se estimó desde el inicio el impacto que podrían tener el riesgo de las lluvias torrenciales de Brasil, sin tener formas de protección real para la realización de los trabajos, por lo cual, en la planificación de las tareas se estableció tiempos necesarios para la evaluación en caso del incremento súbito de las aguas a causa de las lluvias, lo cual por fortuna ya en la ejecución no ocurrió.
- Se consideró el riesgo medioambiental, ya que, en la etapa de planeación del proyecto de Itaipú, fue considerada la evaluación del impacto de la obra en la naturaleza, y a partir de ello, se elaboró un programa medioambiental que, valorado desde el alcance y requisitos actuales, pudo ser muy básico. No obstante, en el contexto de los años 80 “constituyó todo un

referente en la minimización del daño causado por la construcción de las grandes presas” (Escuela de Organización Industrial, s.f., p. 47).

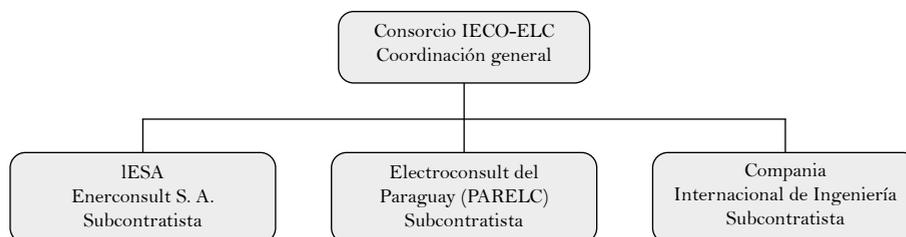
De acuerdo con la información proveniente de la documentación publicada para los visitantes de la hidroeléctrica, el proyecto se desarrolló en cuatro fases, de las cuales se citan a continuación los hechos más relevantes.

Primera fase: 1975 a 1979

José Marañón en su artículo “La Central Hidroeléctrica de Itaipú”, publicada en 2007, hace un recuento sobre la etapa de ingeniería y diseño del proyecto, el cual en primera instancia estuvo a cargo de un reducido grupo de supervisión y fue encomendada la coordinación general de la ingeniería a la asociación o italoamericano, conocido como el Consorcio IECO-ELC, quien además asumió el diseño de las especificaciones de los equipos principales de la hidroeléctrica. El contrato firmado con el consorcio, le encomendó, como lo indica su objeto según los archivos documentales de una de las firmas (Electroconsult, s.f., p. 32), “la supervisión y coordinación de todas las actividades de Ingeniería del proyecto de Itaipú, desde sus inicios hasta la puesta en servicio de los equipos turbogeneradores”, cuyo valor final superó los US \$13 millones de dólares.

El Equipo de esta asociación fue liderado por el ingeniero Paul Folberth, de origen alemán, y vinculó ingenieros de diversas partes del mundo, proveniente de universidades prestigiosas, así como profesionales paraguayos y brasileros (Igua, 2014), todos ellos con la experiencia necesaria para garantizar diseños fiables y la coordinación de un vasto número de actividades relacionadas con selección y compra de equipos especializados, realización de excavaciones, construcción civil, montajes electromecánicos, entre otros. Cabe anotar que este consorcio, a su vez, subcontrató compañías para realizar distintas labores en el frente de ingeniería como en el de construcción (figura 3).

Figura 3. Principales firmas ejecutoras del proyecto



Fuente: elaboración propia, a partir de información de Pozzo, 2020

En 1974 comienza la construcción de la presa, “eso tras seleccionar entre 25.000 proyectos el definitivo, el cual prevé la construcción de 18 turbinas” (Domínguez, 1982, p. 47). El lugar elegido para emplazar la hidroeléctrica fue Itaipú, que en idioma tupí-guaraní quiere decir “la piedra que canta”, esto, tras el análisis de más de 50 lugares sugeridos para hacer la represa (Quiliche, 2019). Dicha evaluación se efectuó a bordo de una balsa para verificar y realizar un sondeo de donde se podría ubicar la presa, y obviamente tras la elaboración de varios estudios hidrográficos y sondeos geológicos (Itaipu Binacional, s.f.).

El proyecto inicialmente tuvo que enfrentar dos desafíos, el primero fue desviar el curso del río Paraná para poder construir la presa principal, el canal tendría una longitud de 2 kilómetros, un ancho de 150 metros y una profundidad de 90 metros, es el canal más grande construido (Quiliche, 2019); este reto implicó la excavación de un canal lateral del lado izquierdo que facilitará la redirección de la corriente. El segundo desafío fue realizar la valoración o tasación de terrenos, dado que después de construida la presa se tendría que inundar un área dos veces más grande que Chicago a una profundidad de 100 metros, y esto implicaba seguramente incluir en el proyecto no solo las estimaciones de compensación económica de ello, sino también la evaluación de impactos subyacentes, como los ambientales que generaron y siguen generando controversia.

Para cumplir con la excavación se construyeron 9000 viviendas en Itaipú para albergar a los hombres que trabajaban allí, además caminos para la obra, oficinas, almacenes y la remoción de 55'000.000 metros de tierra y roca; esto constituye la primera de construcción de los canales, cuya duración fue de 3 años, es decir, hasta el 20 de octubre de 1978 (Itaipu Binacional, s.f.). Sin embargo, existe una segunda fase de construcción que es secar completamente el lecho original del río, por lo que se hace necesario construir ataguías o presas provisionales que evacuen el agua en su totalidad (Pérez, 2012).

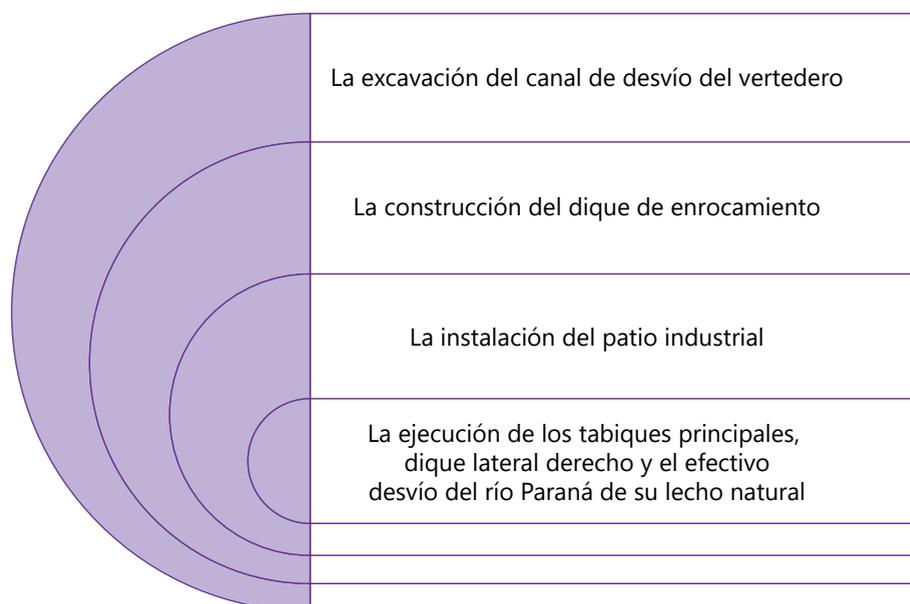
Para que la represa genere energía, el agua debe caer sobre unas turbinas que la hacen girar a gran velocidad; pero existía un problema: el fondo del río tenía 50 m y se necesitaba por lo menos una altura de 100 m para generar la energía especificada en el proyecto. Por esta razón, los ingenieros deben construir presas secundarias en la orilla del río, con el propósito de que sirvan de soporte para elevar el lecho a la altura necesaria (Quiliche, 2019).

Como se había dicho anteriormente, de la excavación había sobrado 55'000.000 metros de tierra y roca, los cuales se habían dejado a la orilla del

río para posteriormente llevarlo a otro lugar; sin embargo, este traslado costaría alrededor de 20 millones de dólares, un sobrecosto difícil de sustentar. El problema se convirtió en oportunidad cuando los ingenieros vieron en este desecho parte de la solución: el material servía para dar relleno a las presas secundarias, de una forma más económica (Quiliche, 2019).

Para que la presa sea estable los cimientos de la roca deben ser muy fuertes, pues deben resistir la presión del agua. Por ello, habían hecho un estudio sobre los cimientos de roca y había dado como resultado que eran aceptables para construir la presa (Pérez, 2012). No obstante, cuando estaban construyendo la presa principal (1979) se presentó el riesgo más importante del proyecto: la roca mostraba signos de debilidad puesto que estaba fracturada y porosa, y para construir una presa de 11 millones de toneladas resultaba demasiado peligroso; la solución fue sustituir la roca agrietada e inyectar hormigón extrafuerte, solo que este problema aumentó el presupuesto en 20 millones de dólares y amplió el plazo proyectado para esta actividad (Quiliche, 2019). Esta primera fase alcanzó el desarrollo de las siguientes obras, como se muestra en la figura 4:

Figura 4. Alcance de las obras tercera fase proyecto Itaipú



Fuente: elaboración propia, a partir de información publicada en la Central Hidroeléctrica Itaipú, tomada en visita de enero de 2015

Segunda fase: 1980 a 1982

La segunda fase comprendió la ejecución de las obras centradas en el dique principal, lateral derecho, de tierra y rocas (Itaipú Binacional, exposición fotográfica consultada en 2015). Así mismo, en esta fase se construyó el vertedero, un sistema de compuertas cuya función es la de descargar el agua que no es utilizada para generar energía, que en el caso de esta obra se diseñó para tener una descarga de 62.000 m³ (Itaipú Binacional, s.f.). También se adelantó la primera etapa de la casa de fuerza del lecho del río y el inicio de los ensamblajes electromecánicos principales. La casa de fuerza acoge e integra los equipos para la generación de electricidad, incluyendo otros componentes como “las tomas de agua y tuberías de presión, el generador, las salas de control central, el despacho de carga y el control local” (Itaipú Binacional, s.f., p. 17).

En 1982 cuando ya estaba por terminar la presa, los ingenieros se ven enfrentados con un inconveniente, dado que en la zona de construcción las temperaturas son muy altas, y esto haría que el hormigón no fraguaría de manera adecuada. Se requería construir 18 columnas que son dos veces más altas que la estatua de la libertad, se debió construir dos plantas de refrigeración para la fabricación y el transporte de dichas columnas (Pérez, 2012). En junio de 1982, a tres meses de terminar el plazo para la construcción, el trabajo “era tal que llegaba un camión con 40 toneladas cada 20 minutos y los 40.000 trabajadores es como si levantaran un edificio de 20 pisos cada 55 minutos” (Quiliche, 2019, p. 22). Cabe anotar que en esta fase se da inicio al proceso de tasación de predios. Cuando inició el proyecto una de las primeras metas fue realizar la valoración de los predios, haciendas y áreas de cultivo para así calcular la compensación, por lo que se requirió equipos de personas que realizaran visitas, tomaran fotos y documentaran todas las pertenencias y animales. De acuerdo con los datos de la obra se compraron 8500 predios, que tenían un costo de 500 millones de dólares (valor actual) (Quiliche, 2019) “que no estaban presupuestados en el costo inicial del proyecto” (Pérez, 2012, p. 21); un proceso de tasación que duró cuatro años (1979) (Pérez, 2012).

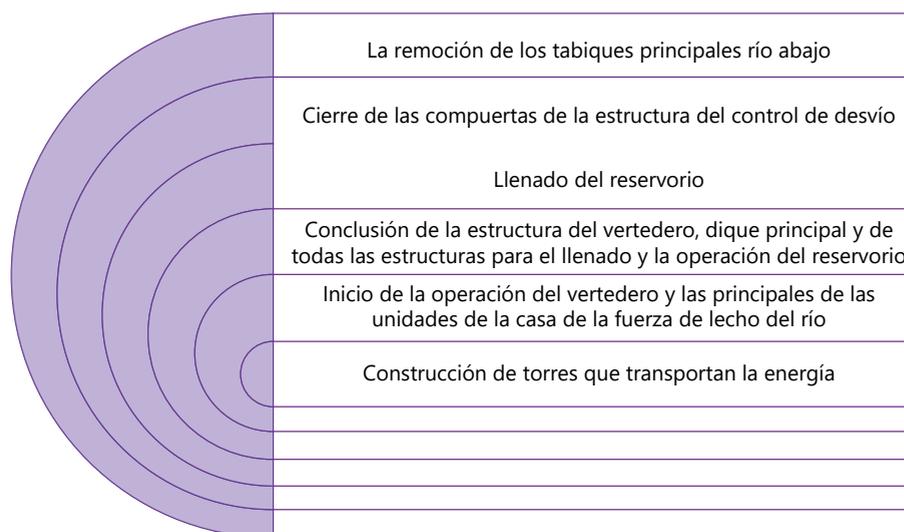
Para 1982 cuando se acercaba la hora cero para la inundación de la planicie, una de las tareas fue trasladar a 8500 familias que habían vivido por generaciones, la reparación fue por dinero o por terrenos en lugares parecidos a los que tenían (Quiliche, 2019). Estas indemnizaciones se convirtieron en un riesgo no calculado en las estimaciones presupuestales de la etapa de planeación del proyecto, que incrementó en un 2 % el costo total de la obra.

La puesta en marcha y cierre del proyecto

Tercera fase: 1982-1986

La puesta en marcha hace parte de la tercera fase que ocurre entre 1982 a 1986, etapa en la cual se realizaron las obras citadas en la figura 5. Ahora bien, la operación de una hidroeléctrica no es un problema menos complejo que su construcción. Una obra de semejante envergadura, requirió no solo pruebas y ensayos recurrentes en las distintas fases de la obra civil y estructural, sino por supuesto las pruebas técnicas de los equipos como generadores, transportadores, subestaciones por tan solo nombrar unos cuantos, que con millones de partes integradas en artefactos eléctricos, mecánicos, electrónicos, hidráulicos, entre otros, necesitaron muy seguramente miles de horas y recursos tecnológicos para la verificación de funcionamiento y seguridad de interconexiones, antes de poder suministrar el primer KV de energía.

Figura 5. Alcance de las obras tercera fase proyecto Itaipú



Fuente: elaboración propia a partir de información publicada en la Central Hidroeléctrica Itaipú, tomada en visita en enero de 2015

En octubre de 1982, siete años después de empezar el proyecto se cerraron las compuertas y el proceso de llenado de 1300 kilómetros cuadrados duró 14 días. El 5 mayo de 1984 empieza Itaipú a producir energía, y de acuerdo con la Sociedad Americana de Ingeniería, Itaipú es considerada como

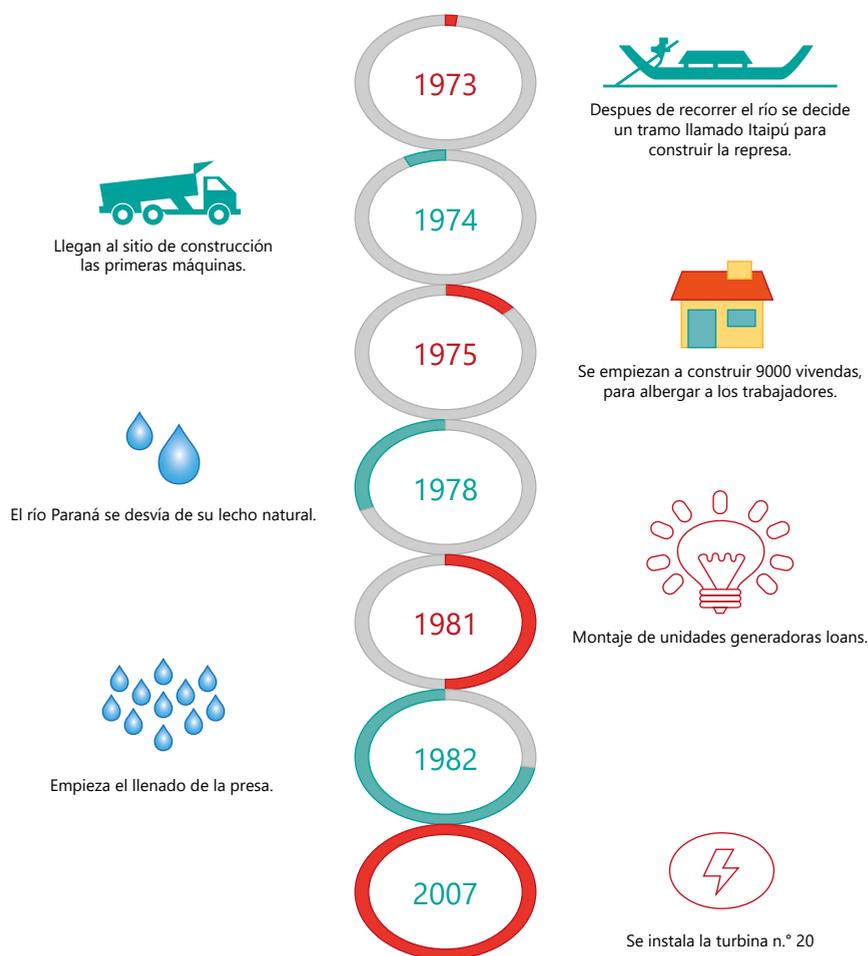
una de las “7 maravillas del mundo moderno” (Periódico Portafolio, 2009), tal como ya se había indicado. Como lo relata Ruel (2007), la hidroeléctrica entra en pruebas de operación del sistema para suministrar energía a las centrales eléctricas de cada uno de los países socios. Es así como el 8 de octubre de 1984, comienza la provisión de energía eléctrica en 50 HZ a la Empresa Central Eléctrica Brasileira Furnas, con el propósito de evidenciar el funcionamiento y enlace de transmisión en corriente continua, y un año y un mes después (junio de 1985), inicia el suministro en las mismas condiciones a la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), responsable de la transmisión en Paraguay; con lo anterior, se cumple el compromiso de la provisión en paralelo a las dos naciones. Entre 1986 y 2006, más de dos décadas entraron en funcionamiento las 19 generadoras de la planta Itaipú, de acuerdo con el cronograma establecido para satisfacer la demanda, de los 12.600 MW de potencia instalada (Ruel, 2007).

Cuarta fase: 1987 a 1991

Ya en operación la hidroeléctrica en esta última fase se enfocó en la construcción de la fuerza de canal de desvío y la conclusión del ensamblaje de las unidades generadoras, equipos auxiliares y subestación blindada a gas. El proyecto concluye en su momento con la puesta en operación de la subestación n.º 19. Posteriormente, la entidad encargada de la administración y operación realiza inversiones adicionales, y en 2007 entra a operar la turbina n.º 20, para garantizar así una capacidad de producción que pocos años después, permitió ubicar a Itaipú como la central hidroeléctrica más grande del mundo.

En términos de presupuesto ejecutado, de acuerdo con un artículo del periódico la Nación de Paraguay (Cano, 2020, p. 34), el proyecto “terminaría costando unos US \$65.000 millones; el pago total de esa deuda acontecerá en el 2022”. Más de 5 veces más a precios corrientes del presupuesto original, que fueron igualmente financiados por Electrobras (Última Hora, 2019). En términos de empleo, el proyecto demandó la contratación de 40.000 trabajadores, una cifra sin duda relevante que destaca desde cierta perspectiva el beneficio social. Pese a la aparente desviación de las cifras iniciales, la central hidroeléctrica ha generado y genera hoy por hoy, la caja necesaria para su funcionamiento, la atención a la deuda, inversiones que no son solo de orden técnico, sino de orden social y ambiental, y en el momento en que salde su deuda, según los compromisos del acuerdo, el costo del kilovatio de energía será reducido con el beneficio consecuente para los consumidores.

Figura 6. Línea de tiempo con los hechos más relevantes del desarrollo del proyecto y etapa de operación posconstrucción



Fuente: Itaipú Binacional (s.f.)

Impactos subsecuentes del proyecto

Al inicio del caso se exponen las razones por las cuales la Central Hidroeléctrica de Itaipú es considerada una de las maravillas de la ingeniería del continente americano, y por defecto se puede comprender el impacto positivo de producir energía limpia para una vasta población de dos países. Sin embargo, proyectos de esta naturaleza trae consigo otros efectos que son importantes de considerar.

Implicaciones medioambientales

La materialización del riesgo medioambiental es sin duda uno de los mayores riesgos en este tipo de proyectos, que hoy casi 40 años después de construida Itaipú, es tal vez uno de los principales objetos de análisis y discusión para iniciar nuevos proyectos en este campo. Una disyuntiva interesante porque es una construcción monumental para producir energía de fuentes limpias, es decir, sin uso de combustibles fósiles que además genera un impacto positivo en la generación de empleo y la economía local, pero que a su vez pone en peligro la fauna y la flora de una región, un tema por supuesto no menor y que sin duda afecta su sostenibilidad.

Como se ha indicado líneas arriba, se contempló un programa medioambiental que inicia su ejecución muy a la par del inicio de las obras. El trabajo de voluntarios comenzó en 1975 y su labor era la de evaluar cuáles eran las especies endémicas y en peligro de extinción; el resultado fue: 129 especies de aves, 32 de mamíferos y 9 especies de reptiles, pero realmente la pregunta era cuántos animales se pueden desplazar y a dónde se ubicarían de forma segura. Los 350 ambientalistas salvaron 30.000 animales entre aves, mamíferos y reptiles, 300 animales fueron reubicados en una reserva y otros en un refugio para luego de un tiempo ser liberados (Quiliche, 2019).

Si bien el impacto ambiental es incalculable, puesto que se perdieron 700 km de selva tropical y se perdió la que sería las mayores cataratas del mundo por volumen, sin contar con los animales que no se pudieron salvar, para los años 80 la iniciativa de Itaipú fue una de las primeras obras en que se buscó minimizar el impacto ambiental, algo que casi no se tomaba en cuenta en la construcción de presas. Según lo plantea Marañón (2007), a pesar de las circunstancias se evidenciaron los resultados positivos en medidas de conservación de flora y fauna de la región, salvando algunas especies en vía de extinción como los carpinchos, muy atractivos para el tráfico de su piel.

Otros Efectos para la Región

José Miguel Marañón (2007) aborda en su análisis del proyecto, cuatro áreas de impacto adicional al medioambiental, a saber:

1. Descubrimientos arqueológicos que fueron encontrados por las excavaciones y zonas anegadas por el agua, que corresponden a vestigios de pueblos que se calcula, vivieron en dichas zonas hace más de 8000 años.

2. La adaptación paisajística en la zona de influencia de la presa demandó la plantación de miles de árboles de especies autóctonas, buscando armonizar las estructuras de concreto con la naturaleza circundante.
3. Creación de condiciones de navegabilidad a partir de la hidrovía como resultado de la construcción del embalse. Una hidrovía de carácter internacional que facilita el transporte fluvial y la conexión con otros medios que favorece la competitividad económica de la región.
4. El lago artificial aunado a la construcción imponente de la presa, han sido aprovechados y acompañados con infraestructura hotelera y de otros servicios para promover la recreación y el turismo. De este hecho da cuenta cifras estadísticas que a 2016, contabilizaba más de 19 millones de turistas desde su apertura para estos efectos, desde el año 1997 que abrió sus puertas para visitantes nacionales e internacionales (Agencia EFE, 2016).

Sobre este último aspecto, Itaipú Binacional (2019), que sigue siendo hoy la entidad responsable de la operación de la presa y la inversión en proyectos de mantenimiento y fortalecimiento de su capacidad, reporta cifras cercanas a 740.000 visitantes anuales, quienes disfrutan de varias atracciones entre las cuales se destacan: la visita guiada a la hidroeléctrica, el disfrute de la Costanera Hernandarias, las actividades de carácter ecológico de la reserva natural Tatí Yupí, la actividad cultural del Museo Itaipú Tierra Guaraní, y experiencias de un carácter más técnico que también atrae visitantes al Modelo Reducido de la Represa y al Laboratorio de Hidráulica.

Conclusiones

Tal vez la magia, por decirlo así de los proyectos de infraestructura, es que sus obras son visibles si se quiere a perpetuidad. A pesar de las situaciones de conflicto y la enorme incertidumbre que puede producir una inversión de esta envergadura, sus resultados hacen y harán parte de las condiciones las naciones deben generar para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y la creación de factores competitivos para la actividad empresarial. La represa de Itaipú no es la excepción; siendo una las represas con mayor producción en el mundo, es “la central es la mayor generadora de energía limpia del planeta, habiendo producido más de 2,5 millones de megavatios/hora, energía suficiente para abastecer al mundo entero durante 32 días” (Alonso, 2018, p. 11). Actualmente, con una potencia instalada de 14.000 MW con 20 unidades generadores, que alimenta el 88 % de la energía que consume Paraguay y el 11 % de Brasil (Itaipú Binacional, 2020).

La garantía de su operación y la sustentabilidad a futuro, demanda además de implementar un modelo de gestión -que hoy como se publica en documentos oficiales está muy centrada en el cumplimiento de políticas sostenibles- la aplicación de prácticas que favorecen la continua gestión de proyectos técnicos para su modernización, que por ejemplo en el 2018 contabiliza casi una veintena de iniciativas en esta categoría (Itaipú Binacional, Reporte de Sostenibilidad 2018 Itaipú Lado Paraguayo, 2019) , así como en proyectos para la sostenibilidad ambiental como el del Desarrollo de Estándar Internacional para la gestión sostenible del territorio (Lasting Initiative for Earth Life, 2019), por tan solo citar uno de los casos en los que en convenio con distintas entidades, promueve la inversión social. De la misma forma, fomenta proyectos para mejorar el atractivo turístico de sus zonas, como es el caso de la ampliación de la playa de Hernandarias, y múltiples iniciativas de responsabilidad social en el campo del emprendimiento, infraestructura para la salud y educación, agricultura, entre otros. Cabe anotar, que son proyectos cuya inversión de carácter público, se encuentra en permanente observancia de la comunidad y autoridades de control de los dos países.

Aunque las autoras de este caso no tuvieron acceso a documentación relativa a la particularidad de sus prácticas estándar en gerenciamiento de proyectos, se puede inferir que a partir del reconocimiento que el Project Management Institute (PMI) le hizo a Itaipú, considerándolo dentro de los 10 proyectos gubernamentales más influyentes en los últimos 50 años a nivel mundial (Agencia de Información Paraguaya, 2019), la central hidroeléctrica es un ejemplo de ideas ambiciosas, una eficaz gestión de proyectos, convirtiéndola en poderosas realidades que aportan a la humanidad.

Preguntas de análisis

1. En un proyecto de infraestructura como el de la Central Hidroeléctrica de Itaipú, ¿cuál es el principal rol de las entidades gubernamentales para asegurar su éxito?
2. Considerando las buenas prácticas de la gestión de proyectos, y dada la complejidad de un proyecto de infraestructura de la envergadura de Itaipú, a su juicio, ¿cuáles pueden haber sido los principales retos en el ámbito de calidad y gestión de recursos, y cuáles herramientas de planeación y control pudieron haber sido pertinentes para aplicación en el contexto del proyecto?

3. Si usted como lector hubiese sido parte del grupo de este proyecto, ¿cuáles habrían sido los indicadores de logro que hubieran servido para definir el éxito del proyecto, dado su cumplimiento?
4. Como se evidenció en el desarrollo del caso, la construcción de una central hidroeléctrica conlleva, desde su concepción, planeación, ejecución y control, la enorme responsabilidad del impacto ambiental y social, que se convierte en una disyuntiva por cuanto el origen de estas iniciativas, precisamente es la generación de energía limpia. En el contexto colombiano, y en casos como la Central de Hidroituango que no ha entrado en operación, o la Central Hidroeléctrica del Quimbo que ya es una realidad, ¿cómo se demuestra la gestión del proyecto en el ámbito del desarrollo sostenible y la responsabilidad social?

Referencias bibliográficas

- Agencia de Información Paraguaya. (2019). *Itaipú se ubica entre los 10 proyectos gubernamentales más influyentes del mundo*. <https://www.ip.gov.py/ip/itaipu-se-ubica-entre-los-10-proyectos-gubernamentales-mas-influyentes-del-mundo/>
- Agencia EFE. (28 de diciembre, 2016). *Itaipú se consolida como atracción turística, con 19 millones de visitantes*. [Video de YouTube]. <https://www.youtube.com/watch?v=YlzPGusVj60>
- Alonso, A. (2018). *Itaipú, la central hidroeléctrica de mayor producción del mundo*. Traffic American. <https://trafficamerican.com/itaipu-la-central-hidroelectrica-de-mayor-produccion-del-mundo/>
- Barrucho, L. (18 de diciembre de 2018). *BBC News Brasil*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-46583146>
- Bocchini, B., Lourenco, I. y Virgilio, P. (1 de abril de 2014). *Agencia Brasil*. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/es/politica/noticia/2014-03/milagro-economico-exclusion-social-y-violencia-del-estado>
- Callone, M. (21 de febrero de 2012). *101 lugares increíbles*. <https://viajes.101lugaresincreibiles.com/una-maravilla-natural-borrada-o-inundada-para-siempre/>

- Cano, V. (26 de abril de 2020). *Itaipú, una de las 7 maravillas de la ingeniería mundial, cumple 47 años*. La Nación, Paraguay. <https://www.lanacion.com.py/politica/2020/04/26/itaipu-una-de-las-7-maravillas-de-la-ingenieria-mundial-cumple-47-anos/>
- Comisión de Verdad y Justicia. (s.f.). *Fundación acción pro derechos humanos*. http://www.derechoshumanos.net/lesahumanidad/informes/paraguay/Informe_Comision_Verdad_y_Justicia_Paraguay_Conclusiones_y_Recomendaciones.pdf
- De la Calle, A. (6 de mayo de 1975). *Un cuarto de siglo de dictadura militar en Paraguay*. España: Diario El País. https://elpais.com/diario/1979/05/17/internacional/295740019_850215.html
- Domínguez, P. (5 de noviembre de 1982). *Itaipú, la mayor central hidroeléctrica del mundo*. Diario El País. https://elpais.com/diario/1982/11/06/economia/405385213_850215.html
- Dos Santos, T. (1995). *Evolución histórica de Brasil de la colonia a la crisis de la “nueva república”*. <https://core.ac.uk/download/pdf/43007033.pdf>
- Electroconsult. (s.f.). *Catálogo de obras, capítulo energía*. <http://www.elc.com.py/catalogo-de-obras/energia/33-central-hidroelectrica-de-itaipu-coordinacion-de-proyecto>
- Escuela de Organización Industrial. (s.f.). *La represa de Itaipú, un gigante mundial*. <https://www.eoi.es/blogs/mbaftmad/la-represa-de-itaipu-un-gigante-mundial/>
- Espinoza, D. (26 de julio de 2020). *Momentos que marcaron la historia del Paraguay*. <https://www.ultimahora.com/momentos-que-marcaron-la-historia-del-paraguay-n897136.html>
- Fernández, F. (2017). Paraguay desde la dictadura de Stroessner hasta las elecciones presidenciales de 2013. *Tempus, Revista en Historia General*, 2(6), 140-173.
- Fundación Endesa. (s.f.). *Central hidroeléctrica*. <https://www.fundacionendesa.org/es/centrales-renovables/a201908-central-hidroelectrica>
- Gobierno de México. (s.f.). *Gobierno de México. Presa o represa*. <https://www.imta.gob.mx/images/transparencia-focalizada/presas.pdf>

- Hermi, M. (s.f.). *Hidroeléctrica Binacional Itaipú: del proyecto económico y geopolítico a la reconfiguración socio territorial*. Universidad de Barcelona. <http://www.ub.edu/geocrit/Electr-y-territorio/MiriamZaar.pdf>
- Iagua (22 de mayo de 2014). *El diseñador de Itaipú, Paul Folberth, visita su gran obra 30 años después*. <https://www.iagua.es/noticias/paraguay/14/05/22/el-disenador-de-itaipu-paul-folberth-visita-su-gran-obra-30-anos-des-pues-49968>
- Itaipú Binacional. (s.f.). *Histórico*. <https://www.itaipu.gov.py/es/historico>
- Itaipú Binacional. (2019). *Complejo turístico de Itaipú recibió a unos 740.000 visitantes en el 2018*. <https://www.itaipu.gov.br/es/sala-de-prensa/noticia/complejo-turistico-de-itaipu-recibio-unos-740000-visitantes-en-el-2018>
- Lasting Initiative for Earth Life. (2019). *Desarrollo de un estándar internacional para la gestión sostenible del territorio*. <https://institutolife.org/elaboracao-de-padrao-internacional-de-gestao-sustentavel-do-territorio/?lang=es>
- Lezcano, C. (1993). Política exterior, percepciones de seguridad y amenaza en Paraguay. En R. Va, y J. Cruz (ed.), *Percepciones de Amenaza y políticas de defensa en América Latina* (p. 481). Santiago de Chile. <https://biblio.flacoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=21570>
- Marañón, J. (2007) *La Central Hidroeléctrica de Itaipú*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2488854>
- Pérez, Á. (2012). *Escuela de Organización Industrial*. <https://www.eoi.es/blogs/mbaftmad/la-represa-de-itaipu-un-gigante-mundial/>
- Periódico Portafolio. (20 de noviembre de 2009). *Itaipú, 7 maravillas modernas*. <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/itaipu-siete-maravillas-modernas-363208>
- Pozo, J. (s.f.). *La historia poco conocida de Itaipú*. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/economico/la-historia-poco-conocida-de-itaipu-176284.html>
- Querol, M. y División de Recursos Naturales e Infraestructura. (2003). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6431-estudio-convenios-acuerdos-cooperacion-paises-america-latina-caribe-relacion>

- Quiliche, J. (2019). *Megaconstrucciones: la represa de Itaipú*. [Video de YouTube]. <https://www.youtube.com/watch?v=FPV1AscNy1c>
- Río de Ideas. (2014). *Maravillas del mundo de la ingeniería, la represa de Itaipú*. <https://riosdeideas.wordpress.com/2017/11/14/maravillas-del-mundo-de-la-ingenieria-la-represa-de-itaipu/>
- Romero, M. (2019). *Dictadura Stroessner*. <https://elordenmundial.com/stroessner-paraguay-dictadura/>
- Ruel. (2007). *Planta Hidroeléctrica de Itaipú*. <https://www.ruelsa.com/cime/boletin/2007/bt18.pdf>
- Sáez, E. (20 de febrero de 2012). *Construcción Panamericana*. <https://www.construccion-pa.com/reportajes/itaipu-video/>
- Smink, V. (2019). *Cómo el régimen de Alfredo Stroessner convirtió a Paraguay en uno de los países más desiguales del mundo*. BBC NEWS. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-47098176>
- Talesca, I. (2010). *Historia del Paraguay*. Taurus. <https://books.google.com.co/books?id=tYjhpndHHFOC&pg=PT268&lpg=PT268&dq=La+exportaci%C3%B3n+de+productos+primarios+como+madera,+yerba+mate+y+tanino+se+estanc%C3%B3,+y+la+producci%C3%B3n+per+capita+de+productos+alimenticios+para+consumo+local+cay%C3%B3+not>
- Última Hora. (2020). *Deuda de Itaipú ya es menor a USD 6.000 millones, pero se cancelará en el 2023*. <https://www.ultimahora.com/deuda-itaipu-ya-es-menor-usd-6000-millones-pero-se-cancelara-el-2023-n2857258.html#:~:text=Econom%C3%ADa-,Deuda%20de%20Itaip%C3%BA%20ya%20es%20menor%20a%20USD%206.000%20millones,se%20cancelar%C3%A1%20en%20el%202023&text=De%20acuerdo%20con%20datos%20oficiales,31%20de%20octubre%20de%202019>
- Verón, L. (19 de octubre de 2003). *Único acuerdo con fondo se firmó con Stroessner, en 1957*. Diario ABC Color. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/unico-acuerdo-con-el-fondo-se-firmo-con-stroessner-en-1957-726098.html>
- Villagra, L. (1 de febrero de 2019). *Recuento y balance económico de la dictadura stronista*. Noticias de América Latina y el Caribe. <https://www.nodal>

am/2019/02/recuento-y-balance-economico-de-la-dictadura-stro-nis-ta-por-luis-rojas-villagra/

Xinhuanet. (2019). *Entrevista: director de Itaipú destaca importancia de la china CTG en desarrollo de Brasil*. http://spanish.xinhuanet.com/2019-05/27/c_138093487.htm

Dubailand, el parque temático de Dubái

**Sandra Marcela Delgado Ortiz
Nelson Antonio Moreno Monsalve
Catalina Galvis Lotero
Cristian Felipe Torres**

Dubái es uno de los siete emiratos que conforman los Emiratos Árabes Unidos. Su gobierno se rige por un sistema de monarquía constitucional, encabezado, desde 2006, por el jeque Mohamed Bin Rashid Al Maktum, quien se ha trazado como meta posicionar su país como uno de los referentes mundiales en comercio, turismo y de servicios financieros. En este sentido, el proyecto Dubailand se ha constituido en una de las obras con mayores perspectivas de aporte al desarrollo económico y social de la región. Dividido en 4 fases, y con una inversión inicial cercana a los \$65.000 millones de dólares, la construcción de este parque temático se anunció en el año 2003, pero se ha visto afectado por distintas crisis financieras que han impedido que el proyecto avance. Este estudio de caso tiene como propósito documentar, a la luz de las distintas etapas del ciclo de vida de un proyecto, los acontecimientos que se han venido presentando a lo largo del desarrollo de esta mega estructura, para que, con base en este relato histórico, los lectores puedan cavilar sobre la aplicación de las buenas prácticas de gestión de proyectos y la incidencia de las distintas variables del entorno sobre el éxito del proyecto.

Contexto general de Dubái

Dubái es una ciudad que pertenece a los Emiratos Árabes Unidos, su estructura está basada en siete emiratos: Al Ain, Sharjah, Ras Al Khaimah, Umm Al Quwain, Fujairah, Ajman, Dubái y Abu Dabi, distribuidos en territorio de 83.600 km². Este territorio es mayormente desértico, teniendo en cuenta las islas y ciudades con las que cuentan, como son Dubái y Abu Dabi. El idioma predominante es el árabe, sin embargo, el desarrollo de la industria del turismo ha llevado a su población hacia el bilingüismo, especialmente inglés y francés. Su moneda oficial es el dirham, con una equivalencia de 3,6 a 1 frente al dólar. La conformación de su PIB está definida por cuatro rubros principales: la minería, el turismo, la administración pública y la construcción. Tiene una población aproximada de 3 millones de habitantes (Oficina de información diplomática EAU, 2020).

La historia de Dubái está dividida entre tres momentos principales: Dubái antigua, Moderna y 2020. Cada uno de ellos expresa características distintas de la Dubái que conocemos actualmente. Dubái antigua se enmarca a principios del siglo XX, época en la que los emiratos árabes eran conocidos como unos de los países más pobres del mundo, soportaban su economía en la agricultura, la pesca y la recolección de perlas. A mediados de 1890 la actividad de recolección de perlas era muy peligrosa debido a los métodos utilizados para su recolección en el fondo del mar Mediterráneo. En 1930, Japón se adueñó del mercado de perlas, quitando el sustento principal a las familias que habi-

taban estas tierras. Para 1940 los Emiratos firman un tratado con Inglaterra, con el propósito de adelantar la exploración y explotación de pozos petroleros, siendo Dubái y Abu Dabi los primeros países en los que se encontraron los primeros yacimientos de petróleo. De esta manera, las familias dueñas de las tierras en las que se ubicaban los pozos se unen y crean los Emiratos Árabes Unidos con el propósito de crecer económicamente de manera colectiva. Con base en la estabilidad económica generada por el petróleo, la región comenzó a transformarse mejorando la calidad de vida de sus habitantes. La inversión en infraestructura impulsó la economía, en 1960 se empiezan a fabricar los primeros rascacielos, las vías de comunicaciones y los sistemas de desagüe. Pocos años después Dubái y Abu Dabi se posicionaron en la lista de los países más importantes en exportación de petróleo al mundo (EAU-Dubái, 2020).

Por su parte, la Dubái moderna inicia en 1966, año en el que se encontró el pozo petrolero Fateh, uno de los más grandes de los Emiratos Árabes, siendo este el impulso final que requería Dubái para terminar de consolidar su crecimiento económico. De esta manera, en 1971 los Emiratos Árabes Unidos inician la construcción del aeropuerto internacional de Dubái. Así mismo, en 1979 se construyó el puerto de Jebel Ali y el World Trade Center, siendo estos los primeros proyectos que impulsaron el desarrollo del turismo en la región. Para 2002 se realizaron otros proyectos de construcción, como el hotel Burj Al-Arab, el primero 7 estrellas conocido, se realizó la copa hípica del mundo y se inauguraron zonas inmobiliarias para extranjeros. Para 2003 se realizaron dos proyectos insignia, el Burj Khalifa y el archipiélago The World soportado en islas artificiales (Structural Engineer, 2017).

Finalmente, la Dubái 2020 es la etapa de la historia en la que se ha diseñado la estrategia de desarrollo del país a partir de la ejecución de distintos megaproyectos, que posicionarán al país como una ciudad del futuro, con una imponente infraestructura y distintas atracciones, que la hacen atractiva para el turismo a nivel internacional. Así mismo, la cobertura en servicios como hoteles, restaurantes, vías de acceso, medios de transporte, universidades, industria y proyectos habitacionales atraerán sin lugar a duda la inversión extranjera, soportada en políticas públicas y estabilidad económica y financiera (Dubai.IT, 2020).

El proyecto Dubailand

Dubailand es uno de los proyectos más ambiciosos de la zona turística de Dubái y uno de los principales proyectos a presentar para la ExpoDubái 2020,

evento que se pretende llevar a cabo entre octubre 2020 y abril 2021. Este parque temático busca emular la experiencia de Disney World Florida, con un toque árabe. Este complejo cuenta con 45 megaproyectos y 200 subproyectos, y aspira a convertirse en el principal destino turístico de Oriente Medio. Al finalizar su construcción, Dubailand ocupará un área total de 28.000 hectáreas. Tuvo un presupuesto inicial de \$65.000 millones de dólares, aproximadamente, recibiendo en 2013 una adición de \$55.000 millones de dólares más provenientes de las distintas empresas e inversores que se han sumado al proyecto. Estará ubicado a 10 minutos del Aeropuerto de Dubái y a 20 minutos de Abu Dhabi. Se tiene previsto que al momento de su terminación sea dos veces más grande que Disney World Florida, convirtiéndolo en el parque de atracciones más grande del mundo, ofreciendo una experiencia de lujo y clase mundial a sus visitantes, como es la característica predominante en Dubái (Arqhys, 2020).

Dubailand está planeada para ser integrada por seis áreas temáticas: Attractions & Experience World, Retail & Entertainment World, Themed Leisure & Vacation World, Downtown, Sports & Outdoor World y Ecotourism World. Cada una de estas áreas ofrecerá una experiencia diferente para así convertirse en el parque de diversión más emblemático de la historia del oriente medio (Structural Engineer, 2017). Cada región temática tendrá los siguientes servicios:

1. Attractions & Experience World: esta zona será dedicada al entretenimiento familiar, e incluirá atracciones como montañas rusas, zonas temáticas de Dubái y juegos de última tecnología. Este parque tendrá una extensión de 4400 hectáreas y albergará proyectos como la gran rueda de Dubái, Snowdome, la ciudad de los niños, el mundo de fantasía, el planetario, leyendas Dubailand, etc.
2. Sports & Outdoor World: albergará todo tipo de deportes como rugby, cricket, fútbol. Contará con zonas multideportivas sin mencionar un área exclusiva para deportes extremos. Algunos de los parques que se encontrarán son: ciudad de deportes de Dubái, mundo de los deportes extremos, el mundo del golf, la plantación ecuestre, el club de polo, el autódromo de Dubái, todo esto en una extensión de 3200 hectáreas.
3. Ecotourism World: es un mundo dedicado a la naturaleza, tendrá proyectos relacionados con el senderismo y buscará mostrar el desierto y zonas de plantaciones realizadas por los dueños del proyecto. Este contendrá 7 proyectos: el hotel duna de arena, el pueblo tropical, el pueblo heredado de

Dubái, el mundo vital, la tierra de las mascotas y el parque safari. Contará con una extensión de 13.000 hectáreas.

4. **Downtown:** es un mundo dedicado a la venta al por menor, es decir en este se encuentra atracciones variadas como los son bolos, clubes nocturnos, restaurantes y tiendas dedicadas a ventas tradicionales de Dubái. En esta zona se desarrollaron 5 proyectos: ciudad de Arabia, el bazar Dubái, el restaurant complex, el mundo adolescente, mundo de juegos virtuales y la ciudad Dubái outlet. Cuenta con una extensión de 500 hectáreas
5. **Themed Leisure & Vacation World:** es una zona dedicada al descanso y está llena de balnearios, actividades al aire enfocadas en el bienestar y la salud con lugares totalmente increíbles en diseño y estructura. Encontrará 6 proyectos: el resort & spa andaluz, el resort temático indio, mundo de mujer LEMNOS, el pueblo nubio, el resort de la calle de plata, el resort thai express. Tendrá una extensión de 2900 hectáreas.
6. **Retail & Entertainment World:** esta zona está dedicada a compras y a diferentes conjuntos empresariales y residenciales donde se pueden hospedar tanto los visitantes como personas que son residentes de Dubái. Incluye 4 proyectos: Flea Market, Auction World, Factory Outlets y World Trade Park. Tendrá una extensión de 1400 hectáreas.

Etapa de inicio

Este megaproyecto fue presentado al público en el año 2003 por el jeque Mohamed Bin Rashid Al Maktum, generando enormes expectativas en el mundo al ser catalogado como uno de los más grandes parques temáticos a nivel mundial. Inicialmente fue dividido en cuatro etapas que tomarían un tiempo aproximado de 7 años para ser desarrolladas completamente. En términos generales, Dubailand se componía de 45 grandes proyectos y 200 subproyectos, que de manera individual desarrollaban cada una de las temáticas descritas dentro del parque para su fase inicial (EAU-Dubái, 2020).

La gerencia del proyecto fue asignada a la empresa Dubái Holdings, quien contempló una estructura de ejecución descentralizada y subastó las zonas del proyecto a la empresa privada. Con base en esta estrategia de financiación se fueron sumando inversores privados que querían tener la representación de sus marcas al interior del complejo y siendo esta la manera como se fueron captando la mayor parte de los recursos necesarios para iniciar esta megaestructura (Clavé, 2007).

Etapa de planeación

Como lo hemos mencionado, el proyecto estaba inicialmente integrado por 4 fases en las que se irían construyendo las seis áreas temáticas contempladas. Simultánea a las obras principales se debía avanzar con la construcción de vías alternas, el servicio de acueducto, el paisajismo y demás adecuaciones requeridas. De otra parte, Dubái Holdings debía avanzar en las subastas de los espacios para la entrega de microproyectos a los inversores privados, debiendo garantizar así el flujo del capital necesario para avanzar a buen ritmo dentro del proyecto (EAU-Dubái, 2020).

Se contempló como fecha de inicio del proyecto el primer semestre de 2004, con una fecha prevista de terminación en el segundo semestre de 2010. Cada fase tendría una duración aproximada de cinco años, contemplando que algunas de ellas se pudieran ejecutar de manera simultánea. En relación con el costo del proyecto, se tuvo un presupuesto inicial de \$65.000 millones de dólares, y una adición presupuestal de \$50.000 millones de dólares más captados a partir de las subastas a los inversores privados (Doing Business, 2020). A continuación, se presenta la proyección de la planeación inicial del proyecto.

Tabla 1. Planeación general inicial del proyecto

EDT	FASE	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Fase 1. Adecuación general del complejo							
1.1	Diseño estructural							
1.2	Subestación y cableado eléctrico							
1.3	Vías de acceso y parqueaderos							
1.5	Subasta y capacitación de recursos							
2.	Fase 2. Construcción zona uno o dos							
2.1	Attractions & Experience World							
2.2	Sports and Outdoor World							
3.	Fase 3. Construcción zona tres y cuatro							
3.1	Ecotourism World							
3.2	Downtown							
4.	Fase 4. Construcción zona cinco y seis							
4.1	Themed Leisure and Vacation World							
4.2	Retail and Entertainment World							

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes consultadas

Etapa de ejecución

El ataque a las Torres Gemelas perpetrado por Al Qaeda el 11 de septiembre de 2001 afectó política, económica y financieramente a Oriente Medio. Muchos de los proyectos de infraestructura que estaban planeados se vieron retrasados, la inversión extranjera se puso a prueba y la confianza internacional se fracturó. Sin embargo, Dubái seguía avanzando con su estrategia de modernización apostándole a la construcción de megaproyectos (EAU-Dubái, 2020).

En 2006, nuevamente un acontecimiento mundial golpea a Estados Unidos y por consiguiente al mundo. Una crisis ocasionada por una burbuja inmobiliaria hizo que colapsara el sistema financiero, lo cual tuvo un impacto negativo a nivel mundial. La falta de liquidez en los mercados afectó profundamente al sector bursátil, las tasas de interés aumentaron y la inversión se redujo sustancialmente. Proyectos que habían iniciado su ejecución, entre ellos Dubailand, se vieron perjudicados, viéndose abocados a detener las obras, asumiendo los costos materiales, sociales y morales de esta decisión

Bajo este escenario de incertidumbre mundial, la primera fase del proyecto Dubailand, que estaba programada para iniciar en 2005, finalizó en 2010, con dos años de retraso. Esta fase contemplaba las actividades de adecuación del complejo, instalación eléctrica, la construcción de vías de acceso y parqueaderos (Clavé, 2007).

Para la segunda fase estaba planeada la construcción de un par de centros comerciales y los primeros parques de atracciones, entre ellos Studios Universal y Tiger Woods Dubái. Esta etapa no pudo iniciar sino hasta el 2010 y se culminó solo hasta el año 2018. Como respuesta a la complejidad de la crisis mundial, el gobierno de Dubái decidió iniciar con la construcción de algunos complejos habitacionales en zonas residenciales, que estaban incluidos en el proyecto Dubailand. De esta manera, se ejecutaron proyectos como el Arabian Ranches, MotorCity & Leyan Community, que incrementaron el atractivo de la zona y la calidad de vida de sus habitantes. Para el año 2014 se anunció el último proyecto residencial llamado Net Zero Energy City, un complejo de 500 casas con funcionamiento de energía solar (Arqhys, 2020).

Con este retraso evidente del proyecto, en 2013 se dio inicio a la tercera fase. Así las cosas, se comenzó la ejecución de tres proyectos más: IMG Worlds of Adventure y Butterfly Garden. El primero de ellos tenía como propósito ser el centro de entretenimiento cubierto más grande del mundo, por su parte, Butterfly Garden estaba pensado para ser un museo de mariposas e insectos.

Para 2016, dos de los principales subproyectos de la fase cuatro decidieron ser eliminados: el Universal Picture Studio y Lego Land, debido a los retrasos presentados dentro del proyecto principal, estos se esperaban abrir en 2010.

Etapa de cierre

El proyecto Dubailand está suspendido. Sin embargo, el gobierno de Dubái ha anunciado que será uno de los principales proyectos a presentar para la ExpoDubái 2020, evento en el cual se espera captar inversionistas. Este megaproyecto está ubicado en pleno desierto, lejos de la ciudad, se pretende conectarlo a través de un sistema eficiente de transporte público que les permita a los turistas el fácil acceso. Entre los subproyectos de Dubailand con amplia expectativa de finalizar pronto se incluyen la Global Village, el Dubái Outlet City, el Dubái Motor City y el City of Arabia. Se espera que el proyecto termine en el año 2027 (Expo, 2020).

Conclusiones

A pesar de que el proceso de planeación del proyecto Dubailand fue minucioso y coherente, es claro que las variables de entorno, especialmente la crisis económica, y la mala imagen de oriente medio ante el mundo, afectaron significativamente el desarrollo del proyecto. En este sentido, se puede evidenciar la importancia de tener gerentes de proyectos integrales, que además de tener una alta formación técnica, logren comprender el entorno del proyecto e interpretar sus variables en procura de tomar correctas decisiones que conlleven al éxito.

Dubái ha decidido emprender un importante esfuerzo con el propósito de posicionar su marca país en el mundo y de esta manera generar bienestar y desarrollo a sus habitantes. Llama la atención cómo esta estrategia de crecimiento gira en torno a los proyectos como principal herramienta para el fortalecimiento de la competitividad. Bajo este enfoque, la gerencia de proyectos cobra sentido en el plano organizacional, saliendo del contexto propio de la ingeniería, impactando la estrategia del país. Sin lugar a duda, la orientación hacia la eficiencia y la eficacia de la gerencia de proyectos se convierten en una receta para el éxito, en la medida en que sus componentes se integren bajo un ambiente estable de trabajo que permita tomar decisiones con base en un grado moderado de incertidumbre.

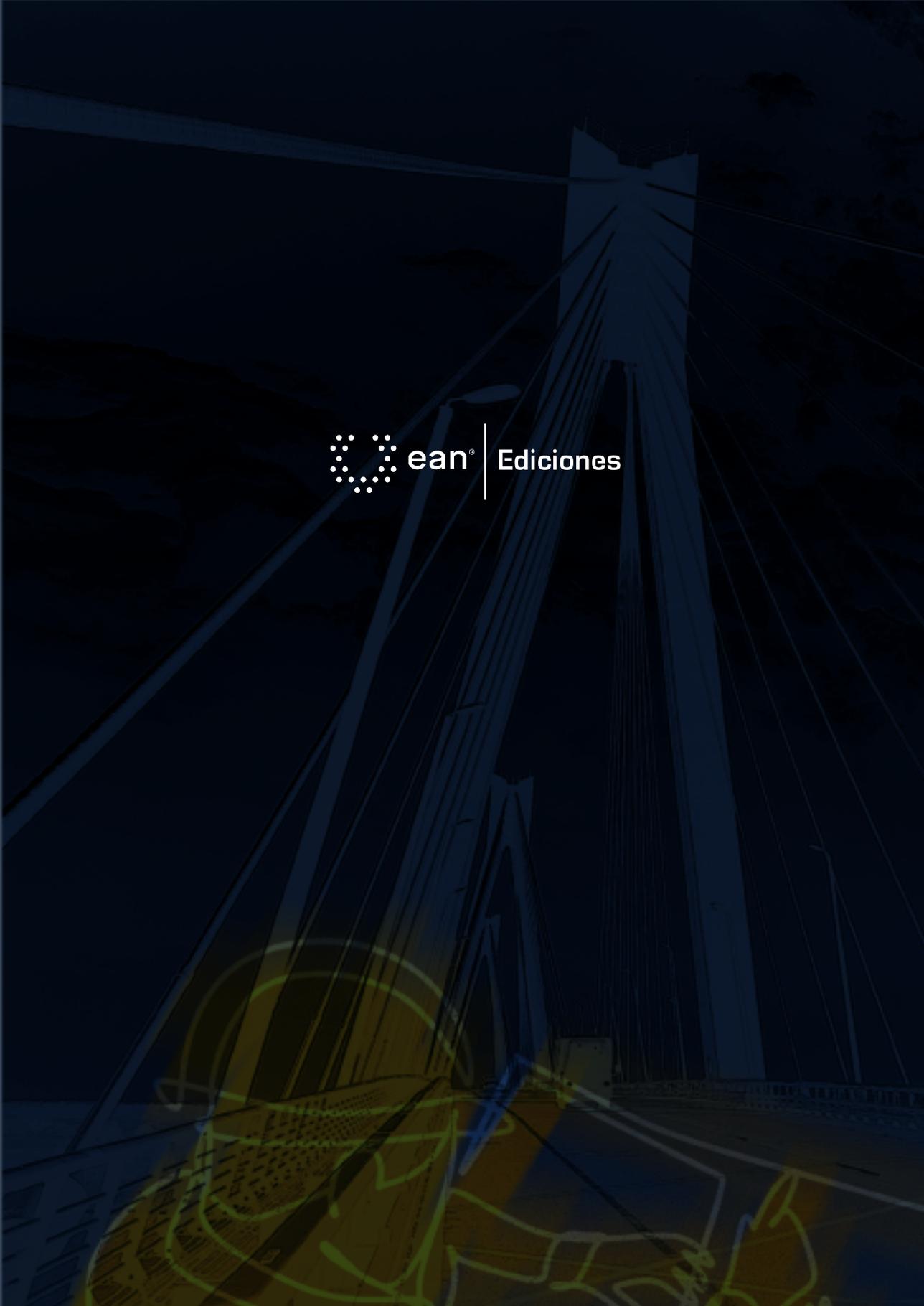
Preguntas de análisis

1. ¿Qué opina frente a la estrategia de posicionamiento de la marca país emprendida por Dubái para que su economía no dependa del petróleo?
2. ¿Considera que los proyectos de infraestructura logran fortalecer el desarrollo social de un país?
3. Desde su perspectiva, ¿cuál es el futuro que le espera al proyecto Dubailand?
4. ¿Considera adecuada la estrategia asumida para atraer inversionistas y captar recursos que permitan apalancar el proyecto?
5. Desde el punto de vista cultural y social, ¿qué impacto puede generar el proyecto Dubailand a la región del oriente medio?
6. Si fuera designado como gerente de este proyecto, ¿qué haría distinto?
7. ¿Considera importante que un gerente de proyectos tenga las habilidades y el conocimiento para gestionar las variables exógenas que pueden impactar el proyecto?
8. ¿Cómo influyen las variables externas en el comportamiento y resultados de un proyecto?
9. ¿Cómo calificaría el liderazgo del jeque Mohamed Bin Rashid Al Maktum?
10. ¿Es posible crear un paraíso en un desierto?

Referencias bibliográficas

- Arqhys. (7 de abril de 2020). *Dubailand*. <https://www.arqhys.com/articulos/dubailand.html>
- Clavé, S. (2007). *The Global Theme Park Industry*. NY: CABI. doi:1845932080-9781845932084
- Cooper, P. (2008). *Opportunity Dubai: Making a Fortune in the Middle East*. NY: Harriman House Limited. doi:1905641974 - 9781905641970

- Doing Business 2020. (2020). *Economy profile UAE*. World Bank Group: Doing Business. <https://www.doingbusiness.org/content/dam/doing-Business/country/u/united-arab-emirates/ARE.pdf>
- Dubai.IT. (27 de mayo de 2020). *Dubailand*. <https://www.dubai.it/es/dubailand/>
- EAU-Dubái. (7 de marzo de 2020). *Descubra Dubái*. <https://www.emirates.com/co/spanish/discover-dubai/>
- Expo 2020. (17 de marzo de 2020). *Expo2020dubai*. <https://www.expo-2020dubai.com/>
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España. (2019). *Ficha país EAU*. Madrid: ICEX. <https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName=DAX2015598072>
- Oficina de información diplomática EAU. (2020). *Emiratos Árabes Unidos*. Dubái: EAU. http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/EMI-RATOSARABESUNIDOS_FICHA%20PAIS.pdf
- Propsearch. (7 de mayo de 2015). *DubaiLand. District Dubai*. <https://propsearch.ae/dubai/dubailand>
- Structural Engineer. (7 de abril de 2017). *Dubailand: the world's largest collection of theme parks*. <https://www.thestructuralengineer.info/news/dubailand-the-world-s-largest-collection-of-theme-parks>
- World Economic Forum. (7 de marzo de 2020). *El secreto del éxito de Dubái*. <https://es.weforum.org/agenda/2016/11/el-secreto-del-exito-de-dubai>



ean® Ediciones