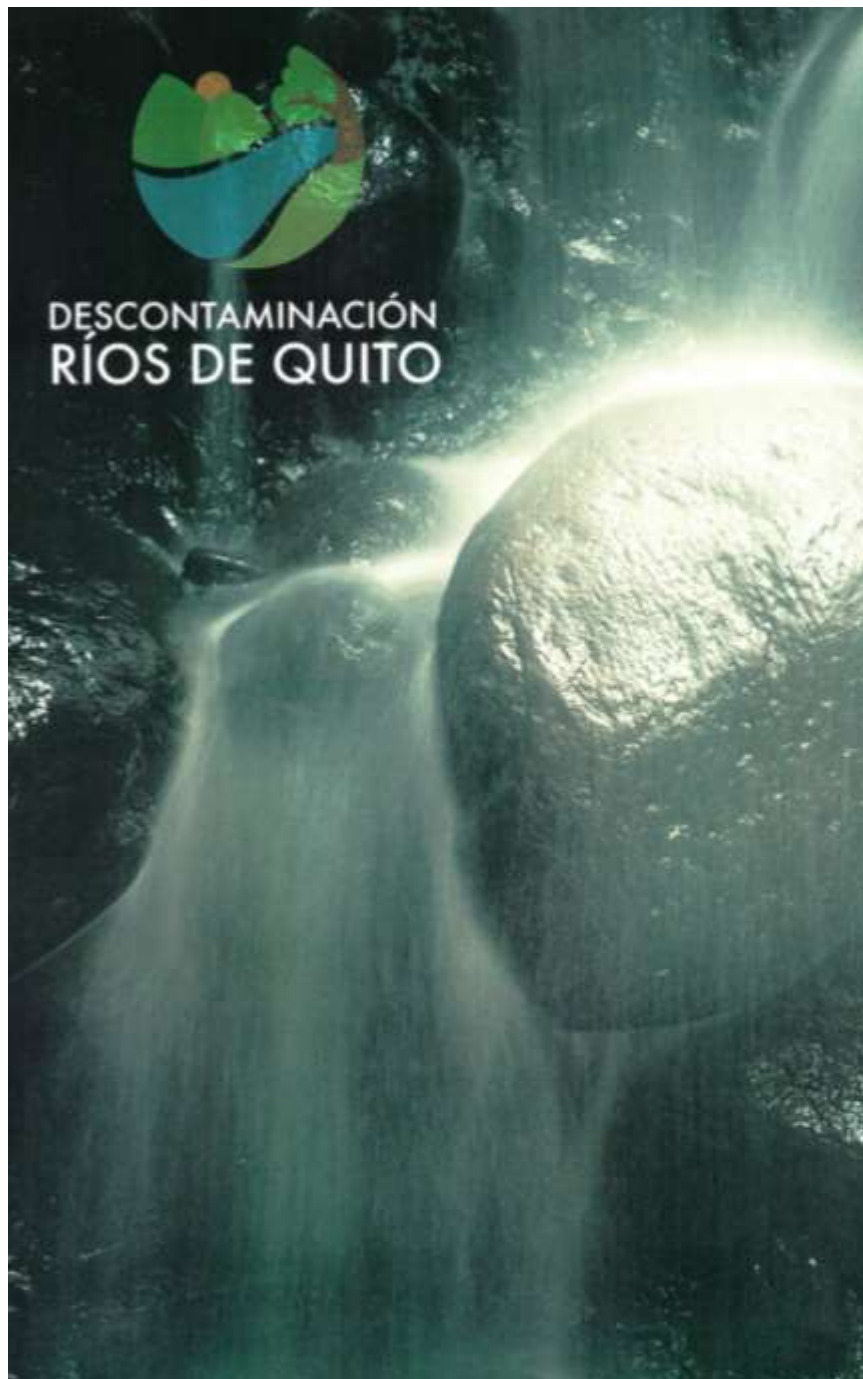




PROYECTO VINDOBONA

Resumen Ejecutivo





PROYECTO VINDOBONA (Resumen Ejecutivo)

Quito, la capital de Ecuador, es el hogar de aproximadamente 2 millones de personas y se encuentra a una altitud promedio de 2.800 m sobre el nivel del mar. Las coberturas de agua potable y alcantarillado en Quito corresponden al 99,93% y 95,83%, respectivamente. En la actualidad, el tratamiento de aguas residuales es muy limitado. Actualmente, la Ciudad descarga a las quebradas y ríos circundantes un caudal de aguas residuales estimado de 128 MGD, que se espera que crezca a 180 MGD para el 2045. La Autoridad de Agua y Saneamiento de Quito, a través del Programa de Descontaminación de los Ríos del Distrito Metropolitano de Quito, ha formulado un ambicioso proyecto para interceptar los vertidos contaminados antes de llegar a los cuerpos de agua, tratar las aguas residuales y, como beneficio sustancial del proyecto, generar electricidad utilizando aguas residuales, sin tratar y tratadas.

Como parte del Programa de Descontaminación del Río Quito, el Proyecto Vindobona (Obra pública de intercepción y tratamiento de aguas residuales para Quito y parroquias anexas) es una solución integral y óptima para interceptar, transportar y tratar las descargas de aguas residuales de la Ciudad de Quito a través de un Plan técnico, económico y ambientalmente sustentable que cumple con los estándares y regulaciones vigentes con el objetivo final de recuperación de recursos y descontaminación de los cuerpos de agua receptores.

El área del proyecto cubre 21 cuencas de alcantarillado con un área total de 27,000 hectáreas o aproximadamente 67,000 acres.

El sistema de alcantarillado de aguas residuales de Quito consta de aproximadamente 1,550 millas de alcantarillado combinado. El efluente crudo se descarga a través de una serie de emisarios a lo largo de cuatro ríos que atraviesan la ciudad

Los datos de calidad del agua de los ríos circundantes han confirmado que no son aptos para usos como suministro de agua, riego, uso recreativo con o sin contacto y preservación de la vida acuática.

La mala calidad microbiológica del agua del río es de particular preocupación con respecto al uso aguas abajo, que puede implicar el contacto y el consumo humano. El modelado de la calidad del agua muestra que el caudal de los ríos de Quito es del tipo pistón. El oxígeno disuelto, DO, está cerca de la saturación. La demanda biológica de oxígeno, DBO, está por debajo de 30-60 mg / l y la contaminación bacteriológica es muy alta.

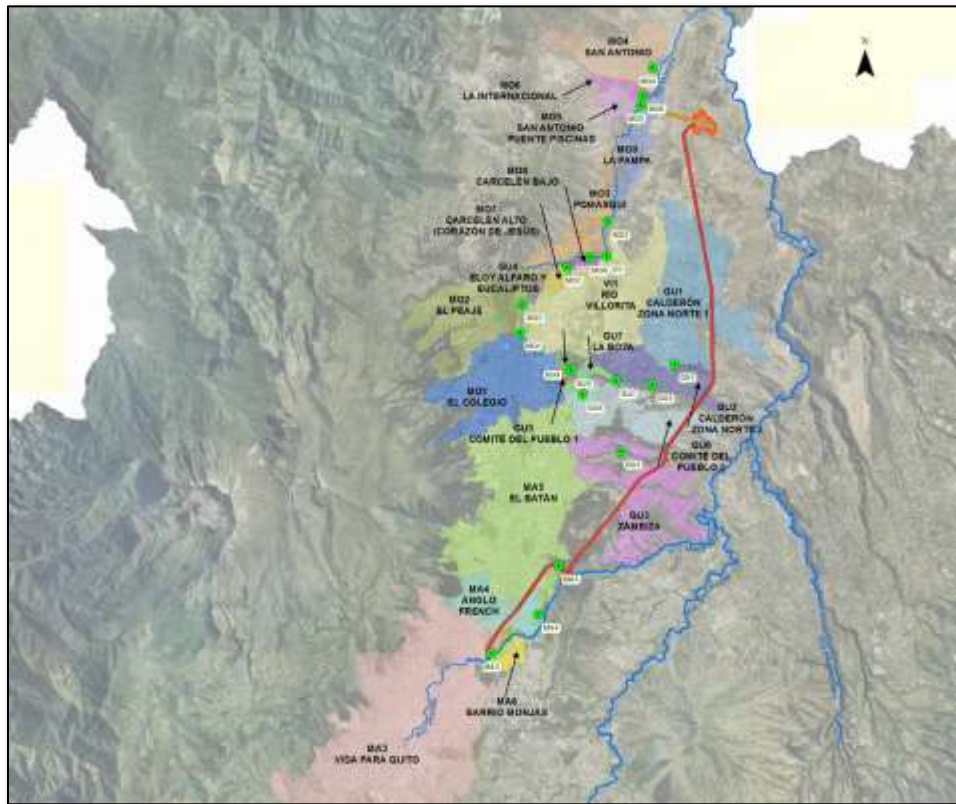


Figura 1. Áreas de contribución del Proyecto



Figura 2. Ríos en el área del Proyecto

El Proyecto Vindobona tiene los siguientes desafíos:

- Transporte de aguas residuales a través de un terreno muy accidentado atravesado por varios barrancos profundos y áreas densamente pobladas
- Intercepción de varios colectores principales del sistema combinado de aguas residuales
- Ubicación de un sitio con área suficiente y condiciones geotécnicas adecuadas para instalar una gran PTAR en lo alto de los Andes, a alturas de alrededor de 3.000 metros (9.840 pies)
- Completar el trabajo de topografía de terrenos muy grandes y accidentados
- Una diferencia de elevación de 900 metros (2.952 pies) entre el comienzo del sistema de interceptación y el sitio potencial de la planta

El proyecto se compone principalmente de los siguientes componentes de infraestructura:



- Intercepción y transmisión de vertidos existentes a través de dos emisarios en túnel: el Emisario que intercepta y conduce las aguas residuales del sector Tola Baja a la PTAR (DI = 3,7 m; L = 27,440 m) y el emisario que intercepta y conduce las aguas residuales del sector de San Antonio a la PTAR (DI = 3,7 m; L = 2391 m). La construcción de estos emisarios es fundamental para lograr la descontaminación de los ríos aledaños a los núcleos urbanos de Quito y es un requisito imprescindible para que la futura PTAR cuente con aguas residuales a tratar.
- Tratamiento de aguas residuales para lograr un efluente de la calidad adecuada a los usos del río aguas abajo del vertido. El diseño de viabilidad de la PTAR propone un proceso de tratamiento de líquidos robusto, que incluye tratamiento preliminar, sedimentación primaria, lodos activados de alimentación escalonada, clarificación secundaria y desinfección. El proceso de manejo de sólidos incorpora la remoción de arena del lodo primario, espesamiento del lodo primario y secundario, digestión anaeróbica, deshidratación de lodo y secado térmico. Se ha planificado que la PTAR aumente gradualmente el nivel de tratamiento en base a los objetivos establecidos y un efluente final que pueda ser nitrificado, con remoción adicional de nitrógeno. La PTAR tendrá una capacidad promedio para el horizonte de diseño de 2045 de 7,55 m³/s, con una capacidad máxima de 11,5 m³/s y generará 101 toneladas/día de Biosólidos Clase A para su reutilización beneficiosa mediante aplicación al suelo y/o disposición en monorellenos.
- Tratamiento de una parte de las aguas pluviales de “primera descarga” en el nivel de tratamiento preliminar. El sistema de alcantarillado de Quito es un sistema combinado, por lo que las aguas del primer lavado, consideradas las más contaminadas, recibirán tratamiento y desinfección antes de ser descargadas al cuerpo receptor.
- Se puso en funcionamiento una planta piloto para recopilar información sobre las propiedades de las aguas residuales, la eficiencia de la aireación y la cinética del proceso de tratamiento. La información recopilada en la planta piloto se utilizó para optimizar el diseño de la planta a gran escala.
- Tres (3) plantas de generación hidroeléctrica, dos (2) en línea que utilizarán agua cruda y una (1) ubicada en la descarga de la EDAR que utilizará el agua tratada, tendrán una capacidad de generación combinada de 43 MW, lo que equivale a energía suficiente para autoabastecer el funcionamiento de la planta de tratamiento y adicionalmente producir excedentes en beneficio del proyecto.



En resumen, el proyecto tiene los siguientes componentes principales de infraestructura:

- Un interceptor de túnel de aguas residuales de 12 pies de diámetro y 20 millas de largo.
 - Tola - Vindobona con una longitud de 27,6 km (17,14 millas)
 - San Antonio - Vindobona con una longitud de 2,4 km (1,5 millas) A 180 MGD
- Planta de tratamiento de aguas residuales con un ajuste estándar de efluentes para uso corriente aguas abajo.
- Tres plantas de generación de energía ubicadas estratégicamente en los túneles de recolección de aguas residuales brutas y en el túnel de descarga de aguas residuales tratadas, con una capacidad total de generación de energía de 40 MW.
 - **Batán y Nayón** ubicadas a lo largo del túnel Interceptor Tola - Vindobona, y
 - **Vindobona**, ubicada en el efluente de la EDAR

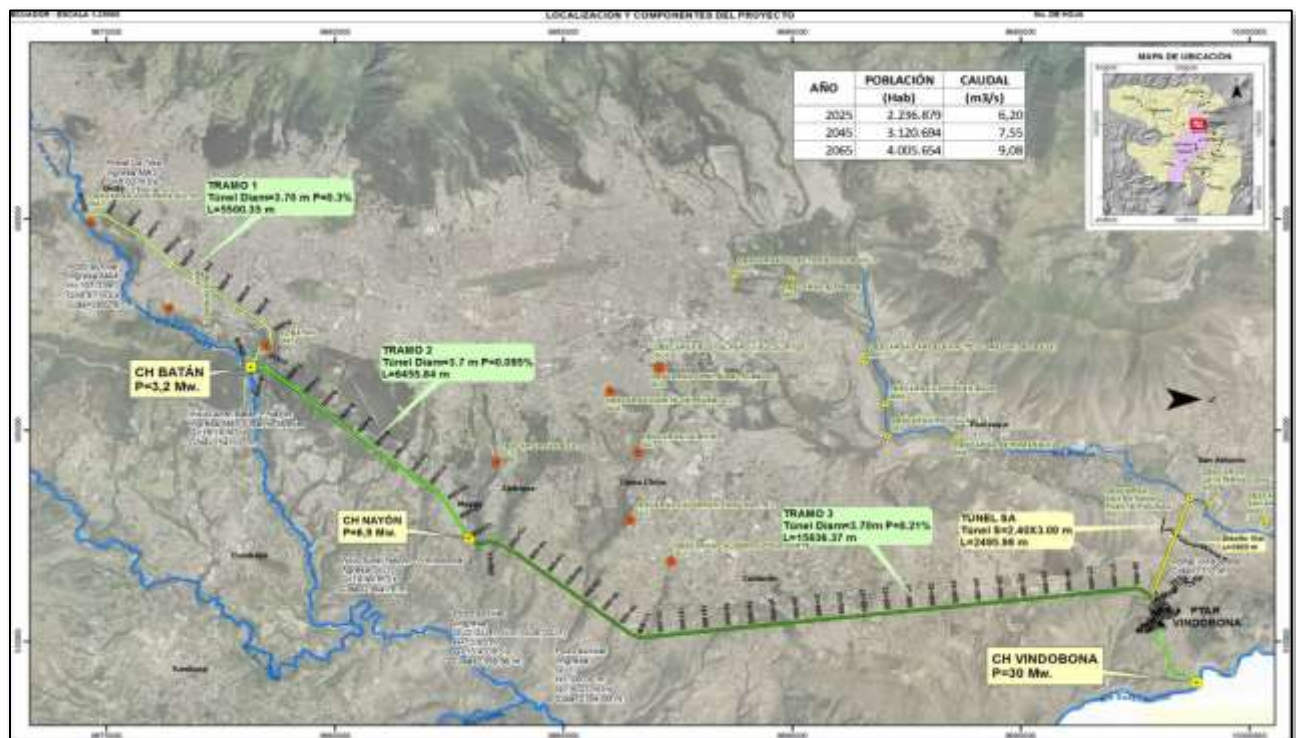


Figura 3. Principales componentes del Proyecto

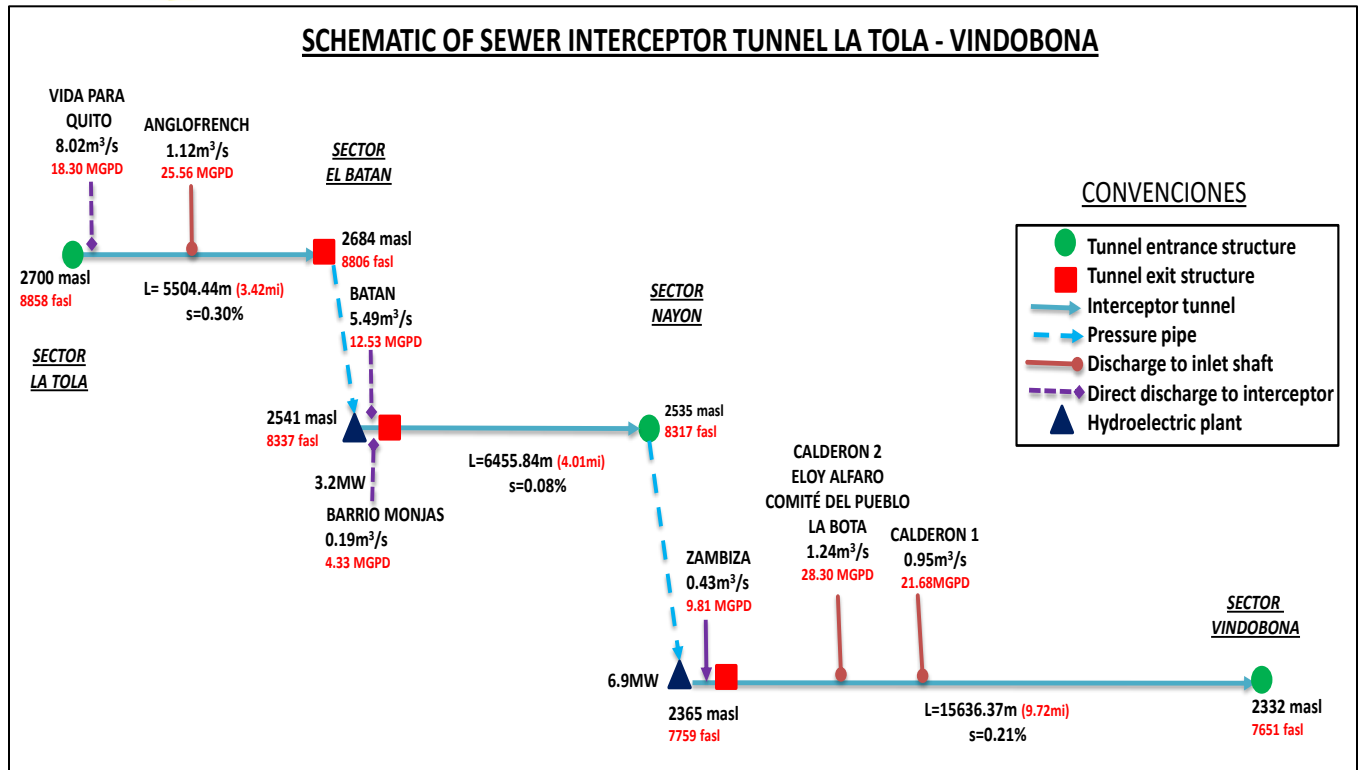


Figura 4. Esquema del túnel interceptor del alcantarillado La Tola - Vindobona

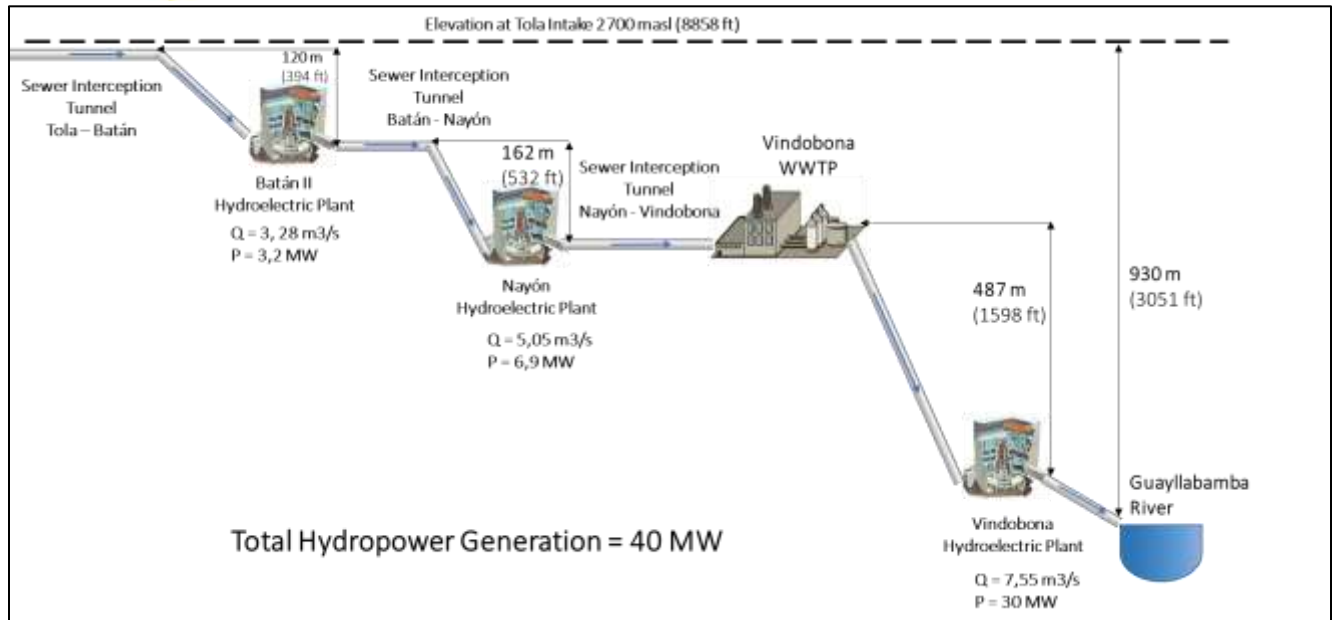


Figura 6. Diagrama esquemático del Sistema de Hidrogeneración de energía



COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO*

Interception and Treatment Public Works of the City of Quito and Adjoining Parishes						
Designer:	Hazen and Sawyer					
Location:	Quito- Ecuador					
BUDGET						
Ítem	Code	Description	Unit			Costs
001		EMISSARIES IN TUNNEL				303.411.403,95
1.001		SECTION LA TOLA - BATAN				61.176.625,93
1.002		SECTION BATAN - NAYON				61.735.315,67
1.003		SECTION NAYON - VINDOBONA				151.747.641,07
1.004		SECTION SAN ANTONIO - VINDOBONA				28.550.829,15
002		RESOURCE RECOVERY FACILITY (WWTP)				399.632.096,30
003		HYDROELECTRIC STATIONS				89.398.120,52
3.001		HYDROELECTRIC STATION EL BATÁN				16.070.673,72
3.002		HYDROELECTRIC STATION NAYON				20.063.773,29
3.003		HYDROELECTRIC STATION VINDOBONA				53.263.673,51
SUBTOTAL						792.441.620,77
					value added tax	12%
						95.092.994,49
TOTAL						887.534.615,26
They are:						
EIGHT HUNDRED EIGHTY-SEVEN MILLION FIVE HUNDRED THIRTY-FOUR THOUSAND SIX HUNDRED FIFTEEN WITH 26/100 DOLLARS						

* Item 1.005 (no incluido) corresponde a la Vía de Acceso a la PTAR Vindobona (USD 200.992.13)

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

El alcance de la evaluación económica y financiera incluye los tres componentes del Proyecto:

- Emisarios;
- PTAR;
- Uso del agua residual a través de tres centrales hidroeléctricas.

Sin embargo, a efectos metodológicos, los emisarios y la PTAR se han considerado como un solo componente asociado a la descontaminación de ríos, y las centrales hidroeléctricas como un segundo componente.

El proyecto se construirá en dos etapas: La etapa de construcción 1 (años 0 a 5) consiste en la ejecución de todas las obras de construcción y aproximadamente el 80% de la PTAR; La etapa constructiva 2 (años 8 a 10) aplica a la ejecución de las obras complementarias de la PTAR para atender a la población proyectada hasta el año 2045.



El costo total de inversión del sistema de intercepción y transporte de aguas residuales asciende a USD 303,411,403.95, de los cuales 75% corresponden a costos directos y la diferencia (25%) a costos indirectos.

El costo de inversión de la EDAR asciende a USD 399,632,096.30, de los cuales USD 75% corresponden a costos directos y la diferencia (25%) a costos indirectos, distribuidos en dos etapas de construcción.

El costo de inversión directa de las centrales hidroeléctricas es de USD 71.051.863 y el costo indirecto total es del 25%. Por lo tanto, el costo total es de USD 89,398,120.52.

Para la evaluación económica se utilizó el método de valoración contingente y los costos a un precio de eficiencia.

Para la evaluación financiera se utilizó el método de flujo de caja libre de largo plazo, con un período de 25 años. La tasa de descuento considerada en el cálculo del valor presente es 6,80. Para la aplicación del método de flujo de caja libre, fue necesario estimar el costo del financiamiento que adoptaría este proyecto, mediante un préstamo para financiar el 80% de la inversión total.

El flujo de fondos económicos netos futuros (beneficios - costos) calculados a una tasa de descuento del 12% como costo de oportunidad, arroja un valor presente neto positivo, es decir, el proyecto a lo largo de su vida útil presentará flujos netos de beneficios económicos, lo que demuestra su viabilidad económica.

Este proyecto, evaluado en su totalidad, muestra que, por cada dólar de inversión (costos), obtiene USD 1,28 de beneficios económicos, con una tasa interna de retorno de 15,67%, superior a la tasa asignada como costo de oportunidad de 12 % requerido en el valor presente, por lo que este proyecto es económicamente viable.

Relevancia del Proyecto de Recuperación de Recursos de Quito

- El Proyecto Vindobona es parte de una importante iniciativa de la Autoridad de Agua y Saneamiento de Quito (EPMAPS) para descontaminar los ríos que rodean la ciudad capital del Ecuador.
- Actualmente, un porcentaje muy bajo de las aguas residuales de Quito es tratada, lo que contamina los cuatro ríos principales de la ciudad. Cuando la planta de Vindobona entre en funcionamiento, alrededor del 96% de las aguas residuales de la ciudad recibirán tratamiento.



- El proyecto, al aprovechar las diferencias sustanciales en las elevaciones del terreno, está mejorando su viabilidad financiera mediante la generación de electricidad que excede sus demandas internas.
- Este es uno de los proyectos de tratamiento de aguas residuales totalmente nuevos en América del Sur, que brinda a Quito la oportunidad de desarrollar un proyecto basado en principios de sustentabilidad, de neutralidad energética y recuperación de recursos, mientras mejora la calidad de vida de sus habitantes a través de una solución integrada de recuperación de agua, lo que resulta en un proyecto emblemático para Quito y sus habitantes.

BENEFICIOS DEL PROYECTO

El Proyecto Vindobona es un componente indispensable del Programa de Descontaminación de los Ríos de Quito y constituye el componente principal para su realización.

Debido a la ubicación de la Ciudad de Quito en la sierra andina y la complicada geomorfología de su ubicación en una zona de montaña, el proyecto integra varios componentes para recolectar, transportar y tratar las aguas residuales aprovechando el desnivel desde el inicio de la recolección hasta la final disposición para la construcción de tres plantas hidroeléctricas, que proporcionarán energía suficiente para los requerimientos de la PTAR y producirán un excedente en beneficio del proyecto. Además, el sistema combinado de captación de aguas residuales y pluviales permite la recepción y tratamiento de las aguas de primera descarga resultantes de la escorrentía superficial en épocas de lluvia.

El proyecto en sí es ambicioso y emblemático, enfrenta todos los desafíos hidrogeológicos y topográficos de la zona y es económicamente factible; sin embargo, como la mayoría de los proyectos de saneamiento, no es financieramente viable y requiere considerables subsidios durante la implementación del proyecto. Estos subsidios se pueden reducir de acuerdo con la estrategia de construcción por etapas y las negociaciones de la empresa de agua sobre la política de compra y venta de energía con las empresas públicas del sector energético.

El Proyecto, en su conjunto, ofrece una serie de beneficios para la ciudad de Quito, para el hábitat natural en el área de influencia y para quienes viven en las inmediaciones del proyecto. Los beneficios se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Recuperación de la calidad de ríos y riberas



Uno de los principales beneficios del proyecto es la recuperación de los ríos de Quito, a través del saneamiento de los cuerpos de agua, las zonas ribereñas de los ríos, el mejoramiento de las condiciones de la vida acuática y silvestre y la oportunidad de incrementar los usos de la masa de agua aguas abajo de la descarga del efluente tratado.

En efecto, al conducir las aguas residuales a un sitio remoto, como Vindobona, se elimina la contaminación de los ríos San Pedro, Machángara y Monjas, que reciben todo el impacto de las aguas crudas municipales e industriales.

El proyecto también ofrece la oportunidad de recolectar y tratar las primeras aguas de lavado, que concentran los sólidos, basura y materia orgánica producida por la escorrentía. De esta manera, se evitan estos vertidos contaminantes a los cuerpos receptores, contribuyendo directamente a la preservación de la calidad de dichos cuerpos.

Los beneficios ambientales se pueden resumir de la siguiente manera:

- Descontaminación de los ríos de Quito
- Mejora de zonas ribereñas
- Mejora de las condiciones acuáticas y de vida silvestre
- Generación de oportunidades para nuevos usos del cuerpo de agua

- **Beneficios sociales**

El vertido de aguas residuales tratadas contribuirá a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de toda la ciudad, ya que el agua desinfectada elimina el riesgo de contagio por contacto con aguas altamente contaminadas con organismos patógenos. El beneficio es mayor para la población que vive en las cercanías del río que se utiliza con fines recreativos o para la pesca y el riego. En particular, las pocas fincas que cultivan productos de consumo crudos utilizando aguas residuales o vertidas en ríos corren un riesgo inminente, no solo para los agricultores, sino para la población que consume los alimentos así cosechados. Otro beneficio social es la generación de empleo no solo en la operación de todo el sistema de recolección y tratamiento, sino también en actividades de recuperación de recursos como riego y uso de lodos en agricultura.

Los beneficios sociales se pueden resumir de la siguiente manera:

- Mejorar la salud de la población expuesta al contacto con el agua
- Mejores condiciones ambientales para los habitantes que viven en o cerca de las riberas



- Minimizar los riesgos de consumir alimentos crudos regados con aguas residuales sin tratar o desinfectadas
- Generación de puestos de trabajo durante la construcción y operación del sistema.
- Recuperación del recurso hídrico y generación de energía limpia

La recolección y el tratamiento de aguas residuales se puede considerar como un proyecto de recuperación de recursos hídricos. De hecho, el Proyecto hace posible que las aguas residuales sean purificadas y recirculadas al medio ambiente de manera segura. Además, las características únicas del proyecto permiten generar energía limpia con los recursos residuales actuales o con subproductos del tratamiento. Finalmente, la producción de lodos procesados permite su posible uso en agricultura, aprovechando así el contenido orgánico y de nutrientes presente en las aguas residuales. Estas oportunidades se traducen en beneficios económicos y ambientales.

A continuación se resumen los beneficios de la recuperación de recursos:

- Recuperación de aguas residuales, que genera beneficios en los cuerpos receptores y en regadíos
- Uso para la agricultura del contenido orgánico y de nutrientes de los lodos procesados
- Generación de energía limpia con la que se consigue un proyecto con balance energético neto positivo
- Oportunidades futuras para la cogeneración de energía a partir de biogás producido en reactores anaeróbicos
- Percepción y opinión pública

Un beneficio intangible, pero de gran importancia, tiene que ver con la percepción positiva y el sentimiento que genera en las personas el hecho de vivir en una ciudad limpia y comprometida con la protección del medio ambiente. De hecho, el concepto de ciudad moderna y limpia atrae al turismo y es motivo de orgullo para toda la población y las autoridades de la ciudad. Es así, que las encuestas han demostrado el alto grado de aceptación de la población con respecto a la descontaminación de los ríos de Quito.

Finalmente, considerando que el proyecto ya obtuvo su Viabilidad Técnica y la Licencia Ambiental, cabe señalar que el proyecto se implementará en el Ecuador, a una altura de unos 9800 pies sobre el nivel del mar, en un terreno topográficamente desafiante. que presentó oportunidades para maximizar los beneficios del proyecto y desafíos sustanciales en su diseño y construcción.