



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS Y SUSTENTABILIDAD
AMBIENTAL
SEDE BELLAVISTA**

**PROPUESTA DE ENERGÍA LIMPIA EN EL PARQUE
METROPOLITANO A TRAVES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA EN EL CANAL “EL
CARMEN**

Proyecto de Rueda de agua del canal El Carmen

Herramientas para el Ordenamiento Territorial

Profesores:.. Margareth Giovanna Gutiérrez Torres

Estudiante(s):

- Ignacia Chavez Santibáñez
- Fernanda Fonseca Friz
- Marcelo Hernández Peña

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	2
METODOLOGÍA.....	6
CARTA GANTT	13
CONCLUSIÓN.....	14
REFERENCIAS	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planos usos de suelos.....	4
Figura 2. Zonificación del Caudal	5
Figura 3. Cascada en zona	5
Figura 4. Ubicación de la cascada	8
Figura 5. Mariposas	8
Figura 6. Mariposas	8
Figura 7. Rueda hidráulica de empuje inferior.....	9
Figura 8. Rueda Poncelet.....	9

RESUMEN

La implementación de una rueda hidroeléctrica en el Canal El Carmen del Parque Metropolitano busca generar energía limpia para iluminar el sector norte del parque y mejorar la percepción de seguridad. El proyecto presenta desafíos como la evaluación del impacto ambiental, el cumplimiento de normativas y la consideración de las opiniones de la comunidad. Sin embargo, también ofrece beneficios como la reducción de la contaminación, el aumento de la independencia energética y la generación de un elemento visual atractivo. Es crucial evaluar cuidadosamente los aspectos positivos y negativos del proyecto antes de tomar una decisión final.

INTRODUCCIÓN

La transición de los combustibles fósiles a las energías renovables presenta un conjunto de desafíos, sin embargo, los beneficios para la calidad de vida, la seguridad y el desarrollo sostenible son considerables. La energía renovable reduce la contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigando el cambio climático y sus impactos en la salud y el medio ambiente. Además, la generación de energía distribuida a partir de fuentes renovables puede aumentar la independencia energética y la seguridad del suministro, especialmente en áreas que cuenten con abundancia de estos recursos. La iluminación de nuestras ciudades con energía renovable no solo nos brinda un entorno más limpio y saludable, sino que también contribuye a una mayor sensación de seguridad. Un estudio realizado en Bogotá, Colombia, encontró que una mejor iluminación en parques y zonas peatonales redujo la percepción de inseguridad en un 30% (Wilches Castillo, 2023).

Los parques urbanos son oasis esenciales en medio del bullicio de la ciudad. Estos espacios verdes no solo brindan un refugio para la flora y fauna local, sino que también ofrecen a los habitantes un lugar para relajarse, hacer ejercicio, socializar y conectar con la naturaleza. El Parque Metropolitano de Santiago de Chile es un ejemplo emblemático de este tipo de espacios. Con una extensión de 730 hectáreas, alberga una gran variedad de ecosistemas, desde bosques nativos hasta jardines botánicos. Además de su belleza natural, el parque cuenta con una rica historia y cultura, siendo el Cerro San Cristóbal su principal atractivo. El parque juega un papel crucial en la regulación del clima de la ciudad, la purificación del aire y la conservación de la biodiversidad. Además, es un importante espacio educativo y recreativo, donde se realizan diversas actividades culturales, deportivas y ambientales.

El Cerro San Cristóbal cuenta con una altitud de 880 m.s.n.m. y una prominencia de 280 m. Es el cuarto punto más alto de la ciudad y a su vez abraza un área aproximada de 400 hectáreas. En su interior se encuentra el Canal El Carmen, un curso de agua antropogénica diseñado para usar regadíos, un brazo del canal San Carlos, que a su vez es una desviación del río Mapocho, con un potencial significativo para la generación de energía limpia.

Pese al potencial del Canal El Carmen, la generación de energía por este recurso hídrico no se ha explorado en profundidad. La implementación de un sistema de generación hidroeléctrica sostenible en este sector no solo permitiría abastecer de energía limpia a la red de luminaria del Parque Metropolitano, sino que también representaría una oportunidad para mejorar la seguridad urbana y promover el desarrollo sostenible en la zona.

Este informe busca demostrar que la implementación de un sistema de generación hidroeléctrica en el Canal El Carmen no solo es viable técnica y económica, sino que representa una solución sostenible y efectiva para abordar la problemática de los crecientes casos de delincuencia en el Cerro San Cristóbal. A través de la implementación de este proyecto, se espera contribuir a la creación de un espacio urbano más seguro, iluminado y sostenible, beneficiando a las comunidades aledañas y a los visitantes del parque.

Objetivo general

Generar energía limpia en el sector norte del parque metropolitano a través de la implementación de un sistema de generación hidroeléctrica en el canal “El Carmen” para inyectar electricidad a la red de luminaria del parque y en consecuencia mejorar la percepción de seguridad de los vecinos y visitantes del parque.

Objetivos específicos

- Evaluar la demanda energética del lado norte del Parque Metropolitano para definir necesidades específicas.
- Realizar una evaluación de impacto ambiental en el canal “El Carmen” como consecuencia de la instalación de la turbina e identificar posibles perjuicios dentro del sector.
- Estimar la generación potencial de energía de la hidroeléctrica y analizar datos hidrológicos.

ANTECEDENTES

El canal el Carmen, ubicado en la comuna de Recoleta, es un desvío antropogénico del río Mapocho, este canal cuenta con una cascada de 5 pisos, con aproximadamente 1,7 metros de altura entre cada salto, creando una caída de agua de unos 8,5 metros de altura, con una anchura de entre 3 y 4 metros y un caudal de 400 litros por segundo, acorde a los derechos de aprovechamiento de agua que monitorea la Sociedad del Canal de Maipo. Esta cascada escalonada provoca que el cauce del cuerpo de agua se torne turbulento y de esta manera, mucha de la energía que genera el cauce se transforma en energía cinética. El inicio del canal se puede visualizar desde la entrada de Pedro de Valdivia, a un costado de la entrada del teleférico.

La energía y potencia generada por una rueda hidráulica situada en un cauce variarían en función a la altura del salto de agua y a su respectivo caudal, siendo expresada matemáticamente de la siguiente manera:

$$Ph = \rho * g * Q * h$$

Siendo:

- *Ph= potencia hidráulica*
- *g= aceleración de gravedad*
- *Q= caudal*
- *h= altura o salto de agua*
- *ρ= densidad*

A su vez, la potencia entregada por este modelo matemático no representa la cantidad real de Watts generados, sino más bien representa un caso hipotético de 100% de eficiencia, por lo cual dentro de este modelo se debe agregar el factor η , que señala proporción de potencia hidráulica y la eficiencia de la rueda de agua. Este valor depende del diseño y las condiciones de operación de la rueda, pero por lo general varía entre 0.5 y 0.8.

$$\text{Potencia} = Ph * \eta$$

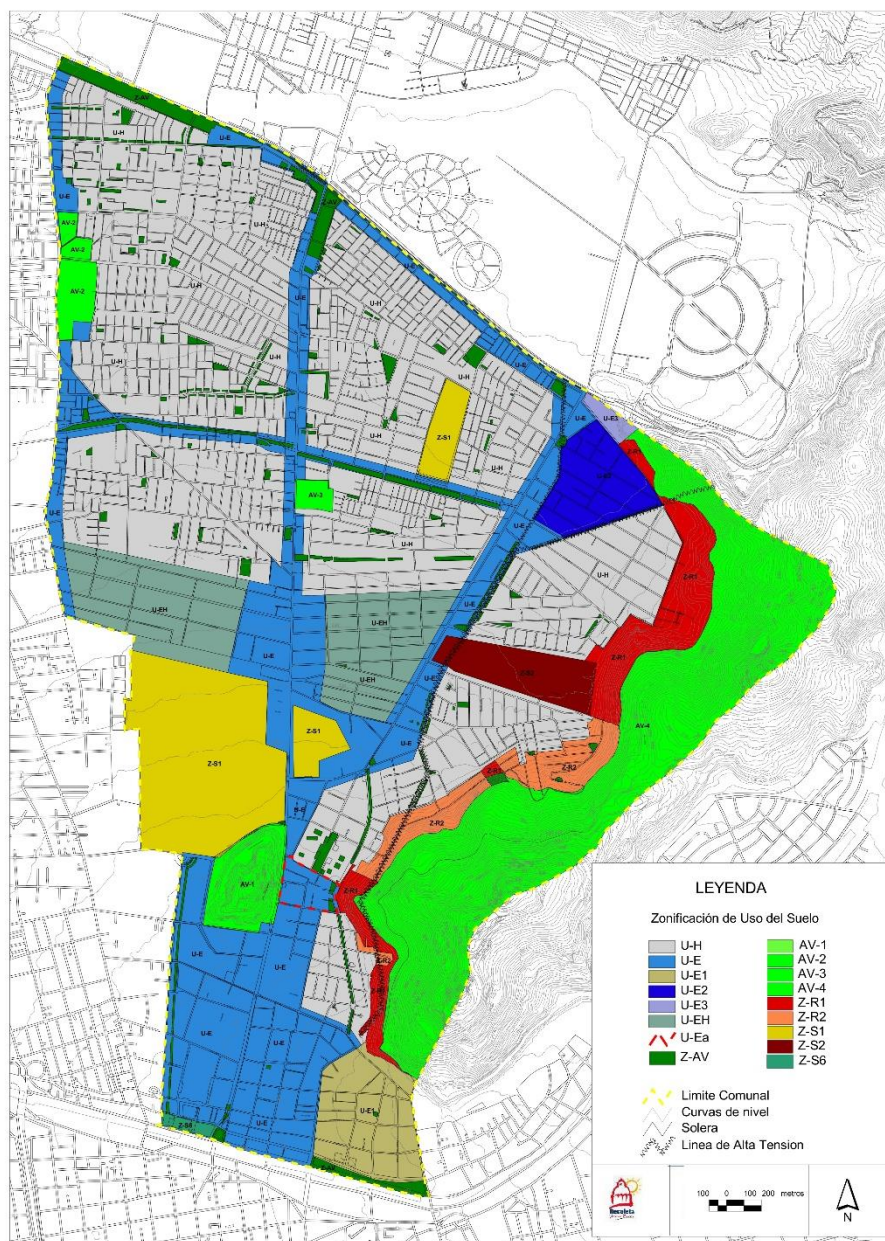
Normativa y Legislación

Para poder llegar a desarrollar los objetivos bajo las normas y legislaciones vigentes, se hizo una revisión de leyes y ordenanzas relacionadas con la implementación de una turbina hidroeléctrica, las leyes fundamentales para llevar a cabo el proyecto son:

- La ley general de Electricidad regulada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), establece el marco legal para la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en Chile.
- El Código de Aguas de Chile, contenido en la Ley N° 21.435, establece los principios generales que rigen el uso, aprovechamiento y conservación de las aguas en el país.
- El decreto 458 o Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC), regula el desarrollo urbano y la construcción en el territorio nacional.
- La Ley 19.300, también conocida como Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, establece los principios y normas generales que rigen la protección del medio ambiente en Chile.

Según el Uso de Suelo del Plan Regulador Comunal de Recoleta (PRC) el lugar de interés está clasificado como AV-4, lo que corresponde a una Área Verde.

PLAN REGULADOR DE RECOLETA PLANO PRR-01 USOS DE SUELO



NOTA: Plano ilustrativo. Información oficial disponible en la Dirección de Obras Municipales de Recoleta

Figura 1. Plano usos de suelos Recoleta

Fuente: Municipalidad de Recoleta

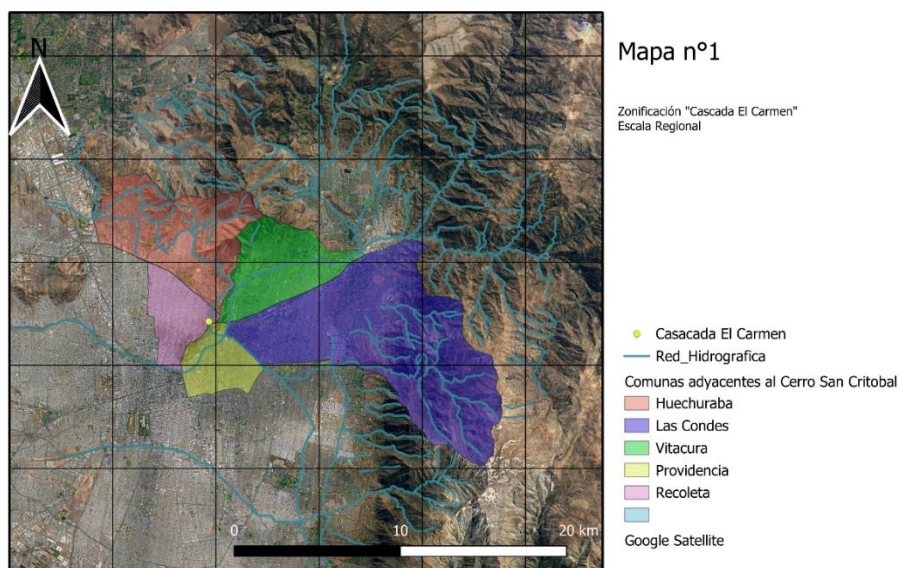


Figura 2. Zonificación del caudal

Fuente: QGIS, elaboración propia

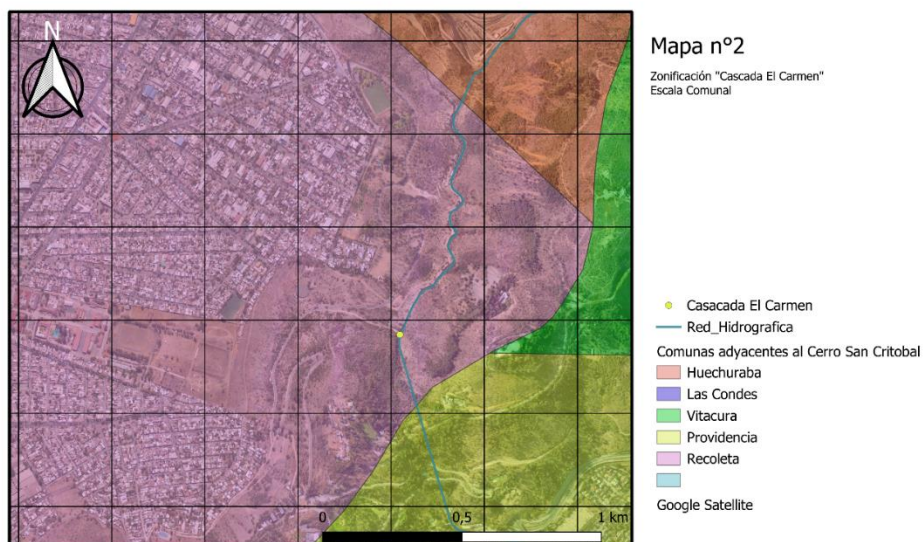


Figura 3. Cascada en zona norte del Parque

Fuente: QGIS, elaboración propia

METODOLOGÍA

Este proyecto comienza con un levantamiento y recopilación de información relevante para poder cumplir los objetivos planteados, y considerando estos objetivos, la siguiente información es crucial para poder llevar a cabo una propuesta de solución:

El canal el Carmen se encuentra en la ladera noroeste del Cerro San Cristóbal, dentro del Parque Metropolitano de Santiago, se puede acceder a través de la entrada de Avenida Perú o Av. Zapadores, y sus características son monitoreadas por la sociedad de canales del Maipo, la cual indica que el caudal del canal es de 400 litros por segundo. Y las coordenadas aproximadas de nuestro lugar de interés son 33°25'34.6"S 70°38'19.2"W

Con relación a la iluminación del sector, esta ocupa tecnología LED, lo que entrega una mejor eficacia energética en comparación a otro tipo de luminaria, en promedio, las luces LED consumen entre un 75% y un 90% menos de energía que las bombillas incandescentes tradicionales

Para llevar a cabo la propuesta generación e inyección de energía hacia el parque, en primer lugar, se debe consultar cuanto el consumo de energía y la potencia que el parque requiere para un funcionamiento común, estos datos los maneja, documenta y almacena PARQUEMET, también para que esta implementación se lleve a cabo bajo las normativas energéticas del país, se debe consultar con la **Ley General de Electricidad**, regulada por la SEC, la que establece:

- La obligatoriedad de obtener una concesión eléctrica otorgada por la SEC para la construcción y operación de centrales hidroeléctricas.
- Derechos y obligaciones del titular del proyecto, incluyendo la capacidad de generación, las obras a construir y las condiciones de operación.
- La obligación de conectar las centrales hidroeléctricas a la red eléctrica nacional, administrada por el Coordinador Eléctrico de Sistemas (CEN). La conexión debe cumplir con los requisitos técnicos y normativos establecidos por el CEN.

Para ejecutar un proyecto medioambiental, es necesario cumplir con una serie de normas y regulaciones. A continuación, se detallan algunas de las principales normativas y procesos que deben considerarse:

- **Ley de bases generales del medio ambiente N°19.300:** Esta ley establece el marco general para la protección del medio ambiente en Chile. Entre sus disposiciones más relevantes para un proyecto medioambiental están:
 - **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA):** Todos los proyectos que puedan causar impacto ambiental significativo deben someterse a un proceso de evaluación. Dependiendo de la magnitud y naturaleza del proyecto, se puede requerir una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
 - **Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 40/2012):** Este reglamento establece los procedimientos específicos para la evaluación de impacto ambiental, incluyendo los requisitos y contenidos de los EIA y DIA.

- **Ley de Aguas (Código de Aguas, D.F.L. N° 1.122):** Regula el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos en Chile. Para cualquier intervención en cuerpos de agua, como una cascada, se necesita:
 - Derechos de aprovechamiento de aguas: Permisos específicos para el uso de agua del río o cuerpo de agua afectado.
 - Autorizaciones de la Dirección General de Aguas (DGA): Permisos y evaluaciones específicas para obras que afecten cuerpos de agua

Y para el emplazamiento y funcionamiento de una posible central hidroeléctrica se debe consultar a las normas municipales y territoriales

- **Plan Regulador Comunal de Recoleta:** incluiría permisos de uso de suelo para verificar que terreno donde se quiere construir permitan este tipo de proyectos. El Plan Regulador Comunal (PRC) de Recoleta define las zonas y el tipo de actividades permitidas en cada una de ellas.
- **Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC):** Obtener los permisos de construcción necesarios del Departamento de Obras Municipales (DOM)
- **Consultas y participación ciudadana:** Dependiendo de la magnitud del proyecto, puede ser necesario realizar procesos de consulta con la comunidad local.

Cabe resaltar que, en por lo menos 100 metros a la redonda, no se encuentran viviendas

El 18 de abril de 2024 se realizó un exhaustivo recorrido del terreno en el área de interés del proyecto, mediante una visita de campo. Durante esta inspección, se observó detalladamente la flora y fauna del sector que podría verse afectada por el desarrollo del proyecto.

Durante el recorrido del terreno se logró avistar una gran densidad de biodiversidad, identificando un ecosistema de bosque esclerófilo templado identificando especies predominantes como acacias, espinos, jacarandas, eucaliptos y grandes especies arbóreas, siguiendo un orden de un bosque antropomorfizado. En primer lugar, se identificó la presencia de varias especies de mariposas, notablemente abundantes debido a una plaga que ha infestado algunos árboles de la zona. Esta plaga podría tener repercusiones en el equilibrio ecológico local, ya que afecta tanto a las plantas como a los insectos que dependen de ellas.

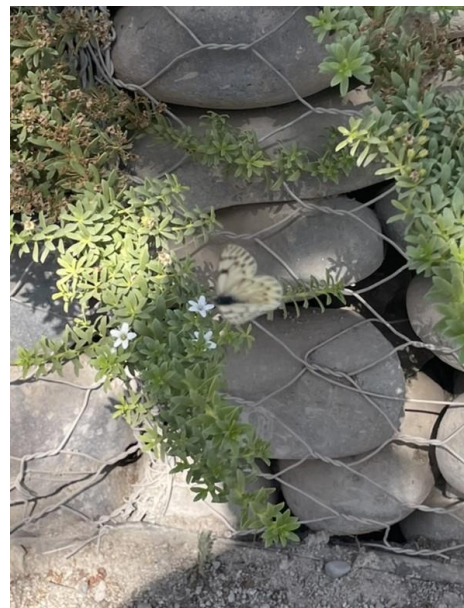
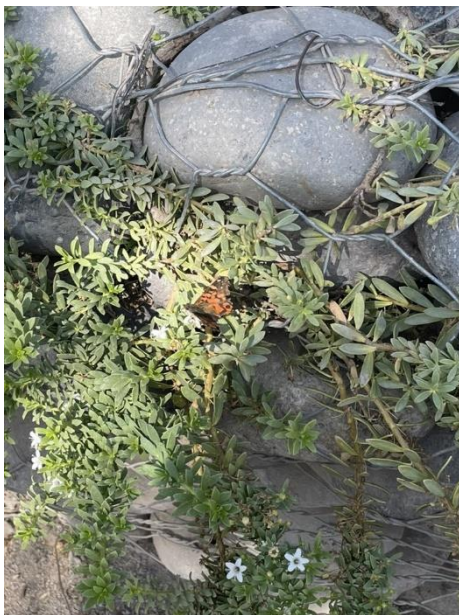
También se logró avistar gran cantidad de diversidad aviar, evidenciando la presencia de zorzales, tiuques, picaflores, tordos, perdices y entre otra muchas más. Entre ellas, una de las más destacadas fue el águila mora, un ave rapaz de considerable tamaño y majestuosa apariencia, la presencia de esta especie indica un ecosistema relativamente saludable, ya que las aves rapaces suelen ocupar la cima de la cadena alimenticia y su bienestar depende de la disponibilidad de presas y un hábitat adecuado.

Durante el recorrido, también se recopilaron datos específicos sobre la cascada localizada en el área de interés del proyecto. Se realizaron mediciones precisas para determinar el ancho de la cascada, así como el ángulo de inclinación de su caída. Estos datos son esenciales para evaluar el impacto potencial del proyecto sobre el curso de agua y la geomorfología de la zona.



Figura 4. Cascada en zona norte del Parque

Fuente: Imágenes de Google, 2018



Figuras 5-6. Mariposas vistas en el sector

Fuente: Fotografiadas por un integrante del grupo, 2024

A partir del estudio del terreno se determinaron ideas como el uso de ruedas hidráulica o turbinas para implementar en la cascada para aprovechar la energía mecánica y generar electricidad sostenible. Dentro de estas opciones se encuentran las turbinas Pelton, Kaplan y Francis, las cuales son modelos de turbinas de alta tecnología y sumamente eficiente, sin embargo, la desventaja de la implementación de una de estas es el emplazamiento de infraestructura invasiva e impactante al valor paisajístico de la zona, por lo cual, la opción de ruedas hidráulicas, las cuales son de instalación más sencilla y poco impacto visual, se destaca como una decisión más acertada.

Las ruedas hidráulicas de empuje inferior son un tipo de Sistemas captadores de energía hidráulica que utiliza la fuerza del agua que fluye por debajo de las paletas para generar movimiento rotatorio. Este movimiento se transmite a un eje, el cual puede ser utilizado para impulsar maquinaria o generar electricidad.

Las principales ventajas de las ruedas hidráulicas de empuje inferior son:

- **Simplicidad:** Su diseño es relativamente simple y fácil de construir, lo que las hace una opción económica y accesible.
- **Robustez:** Son robustas y resistentes al desgaste, lo que les permite funcionar durante largos períodos de tiempo con un mantenimiento mínimo.
- **Bajo impacto ambiental:** No requieren de grandes obras civiles para su instalación, lo que minimiza su impacto en el medio ambiente.
- **Adaptabilidad:** Pueden adaptarse a una amplia gama de caudales y alturas de caída.

Cabe resaltar que una de las principales desventajas de este tipo de mecanismos, es rendimiento al momento de captar energía, por lo general alrededor de un 10% de eficiencia, no obstante, al acercar el diseño de la rueda a una rueda de Poncelet, la eficiencia del sistema puede llegar a aumentar hasta el 75%.

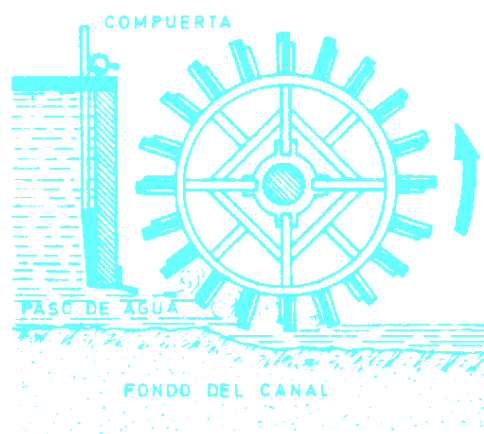


Figura 7. Rueda hidráulica de empuje inferior

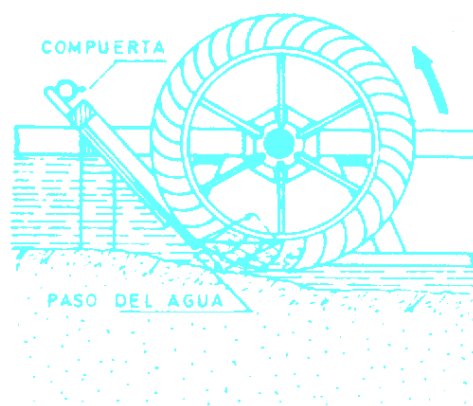


Figura 8. Rueda Poncelet

Al ya definir el tipo de sistema de captación de energía, toca definir las características de este, la rueda estará en el último salto de agua, donde la velocidad del caudal será mayor debido a las caídas previas de agua, deberá cubrir parcialmente la anchura del canal, estimando una anchura de 3 a 3.5 metros y, al ser de empuje inferior, la rueda debe estar en suspensión sobre el cauce a través de un eje horizontal y las paletas, cuando se encuentren en la parte inferior de la rueda deben poder captar el movimiento del cauce.

Con respecto a la caracterización del canal, este tiene una cascada de 5 pisos, de 1,7 metros de altura entre cada salto, creando una caída de agua de unos 8,5 metros de altura, con una anchura de entre 3 y 4 metros y en relación con el caudal, este corresponde a 400 litros por segundo. Con estos datos se pueden determinar que la Potencia hidráulica que generara es sistema propuesto:

Siendo:

- Ph = potencia hidráulica
- $g= 9.81 \text{ m/s}^2$
- $Q= 0.4 \text{ m}^3/\text{s}$
- $h= 1.7 \text{ m}$
- $\rho= 1000 \text{ kg/m}^3$

$$Ph = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{9.81 \text{ m}}{\text{s}^2} * \frac{0.4 \text{ m}^3}{\text{s}} * 1.7 \text{ m}$$

$$\mathbf{Ph= 6841.6 \text{ W}}$$

Como la eficiencia de una rueda de Poncelet ronda una eficiencia de 75%, ocuparemos $\eta=0.75$, por lo cual nos queda que:

$$\text{Potencia} = 6841.6 \text{ W} * 0.75$$

$$\mathbf{\text{Potencia} = 5130.8 \text{ W}}$$

En otras palabras, el flujo de agua en este caso tiene el potencial de generar 5130.8 vatios de energía eléctrica por segundo. Es importante destacar que este valor representa la potencia hidráulica bruta. En la práctica, la potencia eléctrica real generada por una turbina hidroeléctrica será menor debido a las pérdidas de energía inevitables en el proceso de conversión. Sin embargo, este dato nos proporciona una estimación inicial del potencial energético del recurso hídrico. Esta información es crucial para evaluar la viabilidad de proyectos hidroeléctricos y tomar decisiones informadas sobre su desarrollo.

Es importante entender que el flujo del caudal de agua dependerá de las estaciones del año. A continuación, se realizará un análisis en base a dos estaciones opuestas entre sí, verano e invierno. Al escoger estas estaciones permitirá tener un análisis más amplio junto con las variaciones del caudal y sus implicaciones para la operación y el impacto ambiental del proyecto.

Durante el verano, las condiciones climáticas en la región Metropolitana generalmente se caracterizan por temperaturas más altas y menor precipitación. Esto puede tener varias implicaciones para el flujo del caudal, como, por ejemplo, la reducción del caudal debido a las bajas precipitaciones, esto puede generar implicaciones en la eficiencia de la rueda hidráulica ya que podría generar menos energía al disminuir el caudal, además, habría una necesidad de ajustes en la operación de la rueda para que pueda seguir funcionando de manera óptima.

El invierno suele traer condiciones opuestas, temperaturas más bajas y una mayor precipitación. Estas características también influyen en el flujo del caudal de manera significativa, como el aumento del caudal generando mayor eficiencia de la rueda permitiendo una mayor generación de energía. Sin embargo, el aumento del caudal y velocidad del agua pueden presentar desafíos operativos, como el riesgo de daños por inundaciones o sedimentos, esto provoca una necesidad de regulación para evitar sobrecargas y daños estructurales.

Al pasar a la fase de emplazamiento, se instalarían postes de luz al costado del camino para mejorar la iluminación y a su vez la percepción de seguridad de los transeúntes, los cuales serán alimentados por la rueda hidráulica. Aparte de los postes de luz, la rueda hidráulica también alimentara de energía a casetas de guardias y a locales cercanos.

La iluminación se activaría a las 18:00 horas cuando empieza a caer la noche (en invierno) hasta las 06:00 de la mañana cuando empieza a salir el sol se cortaría, adicionalmente, estos focos de luz contarán con sensores de movimientos para, iluminar de manera focal a los peatones que transiten la zona y no hacer un mal gasto de la energía generada. La cantidad de energía que consume una farola LED depende de varios factores, como:

- **Potencia de la luminaria:** La potencia de una farola LED se mide en vatios (W) e indica la cantidad de energía que consume por hora.
- **Horas de funcionamiento:** La cantidad de horas que la farola está encendida cada día también afecta el consumo de energía.
- **Eficiencia de la luminaria:** La eficiencia de una farola LED se mide en lúmenes por vatio (lm/W) e indica cuánta luz produce por cada vatio de energía consumida. Las farolas LED con mayor eficiencia lumínica consumen menos energía para producir la misma cantidad de luz.

La rueda hidroeléctrica será construida *ex situ*, por lo que solo se tendría que instalar dentro del cauce, dentro de la propuesta de materiales, se proponen metales resistentes al agua o madera nativa, Utilizar madera nativa puede ser más económico y sostenible, apoyando la economía local y reduciendo la huella de carbono asociada con el transporte de materiales. Además, ciertas maderas nativas tienen propiedades naturales que las hacen más resistentes a la humedad y a la degradación biológica.

Dentro de los tratamientos necesarios, se pueda utilizar impregnación con preservantes para proteger contra hongos, moho y pudrición. Los preservantes penetran en la madera y proporcionan una barrera duradera contra la degradación. Otro tratamiento es aplicar selladores impermeables para evitar la absorción de agua y reducir el daño por humedad, también implementar un tratamiento térmico, Proceso que mejora la estabilidad dimensional de la madera y aumenta su resistencia a la biodegradación. En relación con las desventajas, la madera tratada puede durar muchos años, eventualmente necesitará reemplazo o mantenimiento más frecuente que los metales. Además, el proceso de tratamiento puede agregar costos adicionales y tiempo a la construcción.

Otros materiales para considerar son el acero inoxidable, como ventajas este es resistente a la corrosión, duradero, y puede soportar el desgaste mecánico. Ideal para partes de la rueda que estarán en contacto constante con el agua, como los ejes y las paletas y como desventaja es más costoso que otros materiales y puede requerir herramientas especializadas para su manipulación y ensamblaje. El aluminio es ligero, resistente a la corrosión, fácil de manejar y trabajar. Buen material para componentes donde el peso es una consideración importante. Desventaja, menos resistente al desgaste mecánico comparado con el acero inoxidable, lo que podría requerir reemplazo más frecuente de partes en condiciones de uso intensivo. Y por último el cobre, como ventaja, presenta una resistencia a la corrosión y buenas propiedades mecánicas. Utilizado en aplicaciones marinas por

su durabilidad en ambientes húmedos y como desventaja, presenta un costo elevado y puede ser susceptible a robos debido a su valor. Requiere mantenimiento regular para asegurar su longevidad.

La implementación de una rueda hidráulica en el Parque Metropolitano puede tener varios beneficios estéticos, educativos y ambientales, pero también conlleva desafíos y consideraciones ambientales que deben ser evaluadas cuidadosamente.

Social:

- Mas iluminación es el sector norte, la gente que frecuenta el Parque podría visualizar mejor el camino, ya que, los focos de iluminación podrían estar en lugares estratégicos.
- La hidroeléctrica de rueda puede generar un elemento visual atractivo al sector, pero igual tiene puntos negativos como, por ejemplo, a mucha gente puede disgustarle la idea de que se instale una hidroeléctrica en el sector y puede generar más desechos por el aumento de gente, ya sea, turistas o gente local.
- **Riesgos estructurales**, si no se diseña, construye y mantiene adecuadamente puede generar riesgos en la infraestructura.

Ambiental:

- **Ambiente sonoro**, el sonido que puede generar el agua con la rueda puede ser molesto para la gente que visite el lugar y también para los animales que pueden frecuentar el sector.
- **Energía renovable**, generaría energía limpia y renovable en el Parque, reduciendo su huella de carbono.
- **Desechos**, el que circule más gente puede generar más basura, ya sea en el suelo o en el agua de la cascada.

Post instalación del proyecto, especialmente uno con implicaciones medioambientales como la rueda hidráulica en el Parque Metropolitano, es importante seguir una serie de pasos y medidas para asegurar su éxito y sostenibilidad a largo plazo que se detallan a continuación:

- Monitoreo y Evaluación Continua
- Inspecciones Periódicas
- Mantenimiento y Reparaciones
- Gestión y Operación Sostenible
- Reportes y Comunicación
- Cumplimiento de Normativas y Regulaciones
- Financiación y Recursos

CARTA GANTT

Detalle de Actividades																			
		Fechas relevantes																	
Actividad	Responsable	Mes	ABRIL				MAYO					JUNIO				JULIO			
		Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
Creación de equipos			x																
Visita al canal	todo el equipo					x													
Plantear y conectar con el reto	todo el equipo						x												
Revisión de información secundaria	todo el equipo							x											
Obtener información en relación a la energía necesaria para el parque	todo el equipo							x											
Investigar las tolerancias y desviaciones de control permitidos	Marcelo								x										
Buscar informacion en las municipalidades en relación a planes reguladores	Fernanda									x									
Investigar los materiales que se pueden adecuar al proyecto	Ignacia												x						
Realizar un estudio de impacto ambiental en el area afectada por la construcción	todo el equipo															x			
Revisión final de los datos	todo el equipo																x		
Presentación del proyecto	todo el equipo																	x	

CONCLUSIÓN

La instalación del sistema hidroeléctrico pretende dotar de energía limpia a la red de iluminación del parque metropolitano y mejorar la seguridad urbana y promover el desarrollo sostenible de la zona. La propuesta de instalación de una rueda hidroeléctrica en el Canal de El Carmen, junto con la evaluación de impacto ambiental y la exploración de la energía necesaria para el proyecto, demuestra un enfoque integral y responsable en la implementación de soluciones energéticas sostenibles. Este proyecto no solo es técnica y económicamente viable, sino que puede transformar positivamente el entorno urbano y beneficiar a las comunidades locales y a los visitantes del parque. Este es un paso importante hacia la creación de espacios urbanos más seguros y luminosos que estén en armonía con el medio ambiente.

REFERENCIAS

- <https://parquemet.cl/wp-content/uploads/2023/02/Plan-de-desarrollo-sostenible-2030-Parquemet.pdf>
- www.bcn.cl
- https://www.recoletatransparente.cl/web/plan_regulador.html
- <https://www.scmaipo.cl/canalistas/>
- [https://fjarabo.webs.ull.es/TER/HIDRA/HIDRA04.HTM#:~:text=La%20llamada%20turbina%20Pelton%20\(Figura,con%20eficacias%20superiores%20al%2090%25.](https://fjarabo.webs.ull.es/TER/HIDRA/HIDRA04.HTM#:~:text=La%20llamada%20turbina%20Pelton%20(Figura,con%20eficacias%20superiores%20al%2090%25.)
- <https://interferencia.cl/articulos/mientras-tanto-cerro-san-cristobal-se-esta-secando-en-medio-de-crisis-hidrica>

Wilches Castillo, A. F. (2023). Diseño de un sistema de iluminación para parques y zonas peatonales de la ciudad de Bogotá que ayude a mitigar la percepción de inseguridad ciudadana.