

**Formulación del programa para el uso y ahorro eficiente del agua – PUEAA en la Cantera
San Marcos (lotes Matasanos 1 y 2), microcuenca quebrada la Picacha, Antioquia.**

Juan David Hernández López

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Tecnología en saneamiento ambiental

Medellín

2022

**Formulación del programa para el uso y ahorro eficiente del agua – PUEAA en la Cantera
San Marcos (lotes Matasanos 1 y 2), microcuenca quebrada la Picacha, Antioquia.**

Juan David Hernández López

Trabajo de grado para optar al título de
Tecnólogo en Saneamiento Ambiental

Director:

Kevin Berthi

MSc. Ingeniería Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Tecnología en saneamiento ambiental

Medellín

2022

Página de Aceptación

Kevin Berthi

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Medellín 2022

Resumen

Este proyecto se realizó con la finalidad de formular un Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) que propenda por la conservación del recurso hídrico y la disminución de los índices de contaminación que se generan por el desarrollo de la actividad económica, en la Cantera San Marcos, la cual se encuentra ubicada en la microcuenca quebrada la Picacha en el departamento de Antioquia, y no cuenta con dicho programa. Por este motivo, el alcance de este trabajo es formular un PUEAA, acorde a los lineamientos establecidos en el decreto 1090 de 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como proponer acciones dirigidas al uso óptimo y eficiente del recurso hídrico. Con el PUEAA, se busca la disminución de agua captada e igualmente reducir las descargas de aguas residuales a las redes hídricas o alcantarillados, por lo cual, se pretende disminuir el caudal que se capta actualmente que es de 3.0 l/s a un caudal de máximo 1.2 l/s desde la red hídrica hasta los procesos que se realizan en la cantera y poder recircular 1.8 l/s para que puedan ser utilizados en los procesos productivos que se llevan a cabo en la misma.

Desde su inicio con el desarrollo de la Ley 373 de 1997, se pretendía la formulación y aplicación del conjunto de proyectos y acciones del PUEAA con un horizonte de 5 años. Por lo tanto, se requiere que su desarrollo sea un proceso dinámico y continuo de gestión ambiental para el recurso hídrico que permita regular, controlar y fortalecer el equilibrio entre oferta y demanda en las fuentes de abastecimiento, específicamente en la Cantera San Marcos, lotes Matasanos 1 y 2.

Palabras claves: Programa de uso eficiente y ahorro de agua, gestión del recurso hídrico, demanda de agua, oferta hídrica.

Abstract

This project was carried out with the purpose of formulating a Program for the Efficient Use and Saving of Water (PUEAA) that promotes the conservation of water resources and the reduction of pollution indices generated by the development of economic activity, in the San Marcos Quarry, which is located in the Picacha creek micro-basin in the department of Antioquia, and does not have such a program. For this reason, the scope of this work is to formulate a PUEAA, according to the guidelines established in decree 1090 of 2018 of the Ministry of Environment and Sustainable Development, as well as to propose actions aimed at the optimal and efficient use of water resources. With the PUEAA, the reduction of water captured is sought and also to reduce wastewater discharges to water networks or sewage systems, for which, it is intended to reduce the flow that is currently captured, which is 3.0 l/s to a maximum flow. 1.2 l/s from the water network to the processes carried out in the quarry and to be able to recirculate 1.8 l/s so that they can be used in the production processes carried out in the quarry.

Since its inception with the development of Law 373 of 1997, the formulation and application of the set of projects and actions of the PUEAA with a horizon of 5 years was intended. Therefore, its development is required to be a dynamic and continuous process of environmental management for the water resource that allows to regulate, control and strengthen the balance between supply and demand in the sources of supply, specifically in the San Marcos Quarry, Matasanos lots. 1 and 2.

Keywords: Program for efficient use and saving of water, water resource management, water demand, water supply.

Tabla de Contenido

Resumen	4
Abstract.....	5
Introducción.....	10
Problema.....	11
Justificación	12
Objetivos.....	13
Marco Normativo	14
Marco teórico.....	16
Marco conceptual	20
Metodología.....	21
Zona de estudio.....	21
Cantera San Marcos	21
Datos Básicos	22
Fuente abastecedora superficial.....	23
Metodología Objetivo específico 1.	26
Metodología Objetivo específico 2.	26
Metodología Objetivo específico 3.	28
Resultados por Objetivos.....	29
Planeación por Proyectos	34
Línea Base en uso de aguas lluvias y reusó de aguas.....	34
Línea Base en Medición	42
Línea Base en Educación Ambiental.....	45
Inclusión de metas e indicadores del PUEAA.....	46
Cronograma y Presupuesto.....	48
Cronogramas.....	48
Presupuesto.....	50
Conclusiones.....	50
Recomendaciones	52
Referencias	53

Lista de tablas

Tabla 1 Comité Formulator y Análisis de Actores	23
Tabla 2: Coordenadas de localización de la microcuenca de la quebrada La Picacha	25
Tabla 3: Captaciones en la microcuenca de la quebrada La Picacha	36
Tabla 4: Balance de agua en el proceso de beneficio o perdidas.....	43
Tabla 5: Consumo de agua por actividad	44
Tabla 6. Inclusión de metas e indicadores del PUEAA.....	46
Tabla 7. Indicador y meta de manejo del PUEAA consumo de agua	46
Tabla 8. Indicador y meta para la atención de fugas o perdidas.....	47
Tabla 9. Cronograma para el uso de aguas lluvias y reúso de aguas lluvias	48
Tabla 10: Cronograma anual de las principales actividades.....	48
Tabla 11: Presupuesto.....	50

Lista de figuras

Figura 1: Microcuenca Quebrada La Picacha.....	24
Figura 2: Red hídrica en la microcuenca de la quebrada La Picacha	25
Figura 3: Caudales.	27
Figura 4: Circuito del sistema de recirculación de agua	32
Figura 5: Desarenador	38
Figura 6: Sistema de abastecimiento	40
Figura 7: Obra de medición y control.....	45

Introducción

Colombia, y específicamente el departamento de Antioquia, es una zona que tiene una ventaja y es la gran riqueza hídrica a comparación con otros departamentos del país. Sin embargo, esto no es garantía de la disponibilidad del recurso hídrico en muchas zonas del departamento, sobre todo en términos de calidad y cantidad. La microcuenca quebrada la Picacha se caracteriza por su riqueza hídrica, tanto así que se desarrollan diferentes actividades económicas como las canteras, especialmente la cantera San Marcos, que desde hace un tiempo realiza sus actividades gracias a la cercanía y disponibilidad de agua que le provee la quebrada la Picacha. No obstante, la cantera no cuenta con un manejo sostenible de la quebrada, incumpliendo la normatividad ambiental vigente, y haciendo un uso inadecuado del recurso hídrico. Por lo tanto, el proyecto se enfoca en la formulación del PUEAA en la Cantera San Marcos, no solamente se hace para cumplir con una obligación ante las autoridades ambientales, si no, para poder realizar una gestión integrada del recurso hídrico, disminuir el caudal de captación, y reutilizar lo que más se pueda dentro del proceso productivo de la cantera, lo que conlleva a la reducción de la generación de aguas residuales y vertimientos en la zona. Esto promueve la toma de conciencia, del cuidado del recurso hídrico de una forma sostenible y amigable con el ambiente.

Problema

El problema se trata sobre la legalización que le falta a la cantera san marcos en materia ambiental por captar el recurso hídrico para el lavado y proceso de su actividad económica y el cual no tiene reglamentado y autorizado por la autoridad ambiental. Se formulará el programa para uso eficiente y ahorro del agua PUEAA para dicha cantera y así trabajar y poder hacer uso del recurso legal y responsablemente.

Descripción del Problema

No cuenta con un programa para uso eficiente y ahorro del agua (pueaa) para el buen aprovechamiento de este recurso.

Planteamiento del Problema

Según la Ley 373 de 1997, se pretendía la formulación y aplicación del conjunto de proyectos y acciones del PUEAA con un horizonte de 5 años. Por lo tanto, se requiere que su desarrollo sea un proceso dinámico y continuo de gestión ambiental para el recurso hídrico que permita regular, controlar y fortalecer el equilibrio entre oferta y demanda en las fuentes de abastecimiento (CARDER, 2019).

Justificación

La Cantera San Marcos (lotes matasanos 1 y 2) no cuenta con un Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) en la actividad económica que realizan en la extracción de material como piedra 3/4 gravilla y arena, por lo que incurren a una sanción por no cumplir con la normatividad exigida como la concesión de aguas para el uso de este recurso hídrico natural en dicha actividad.

Por otra parte, el impacto generado sobre la calidad del recurso hídrico se refleja desde el sitio de captación hasta aguas abajo de la quebrada La Picacha, donde esta lleva un caudal uniforme después de recibir varios afluentes. Es por esto, que se prevé la formulación del Plan de ahorro y uso eficiente del agua (PUEAA), a fin de cumplir con lo establecido normativamente, además de promover medidas de manejo tendientes a la recirculación y reusó del recurso hídrico en las actividades que dicha cantera genera. Un sistema de recirculación del agua disminuirá considerablemente el consumo del recurso y se corregirá la situación actual, asociada a la captación y vertimiento de aguas residuales no domésticas.

Objetivos

Objetivo general

Formular el programa de Uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) para la Cantera San Marcos, acorde a los lineamientos establecidos en el decreto 1090 de 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible principalmente optimizando el uso del recurso hídrico en su primer nivel de su captación.

Objetivos específicos

Evaluar la optimización del uso de agua de la cantera San Marcos.

Proponer las diferentes actividades encaminadas a disminución y optimización en el recurso hídrico durante el desarrollo de producción industrial en la cantera San Marcos.

Proponer un programa para la recirculación de aguas dentro del predio e implementación de un tanque desarenador.

Marco Normativo

Artículo 9 del decreto 2811 de 1974. Por el cual establece que “Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad.

La Constitución Política establece en los artículos 79, 89 Y 95, la obligación del Estado de proteger la diversidad del ambiente, prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, y el deber de los ciudadanos de proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación del ambiente.

Decreto 155 del 22 de enero de 2004: Expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el presidente de la república. En este decreto se reglamenta el artículo 43 de la ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones

Decreto 5051 de 2009 Nivel Nacional: Adiciona el artículo 16 al Decreto Nacional 2696 de 2004, denominado reglas de difusión en casos excepcionales, el cual se aplicará en los casos en que se presente disminución en los niveles de precipitación ocasionados por fenómenos naturales, para lo cual la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico expedirá Resoluciones de carácter general orientadas a incentivar el uso eficiente y de ahorro de agua.

Resolución 1508 de 2010 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Establece el procedimiento para el recaudo de los recursos provenientes de las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desestimular su uso excesivo y su respectivo giro al Fondo Nacional Ambiental.

Resolución 493 de 2010 Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico: Menciona que, para efectos de facturación al usuario, la aplicación del desincentivo se realizará

sobre los consumos generados a partir del inicio del periodo de facturación siguiente a la fecha de publicación de la presente resolución.

Esta resolución también adopta medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo; dichas medidas aplican a las personas prestadoras del servicio público domiciliario en aquellas zonas en las cuales el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología IDEAM determine que se presentan situaciones ambientales de riesgo por disminución en los niveles de precipitación ocasionados por fenómenos de variabilidad climática.

Decreto 631 de 2015: Por el cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

El decreto 1090 del 2018 Reglamenta la Ley 373 de 1997 en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y aplica a las Autoridades Ambientales, a los usuarios que soliciten una concesión de aguas y a las entidades territoriales responsables de implementar proyectos o lineamientos dirigidos al uso eficiente y ahorro del agua.

El PUEAA le aplica y lo deben de presentar toda persona natural o jurídica que tenga una concesión de aguas, como grandes industrias, acueductos veredales, pequeños usuarios, entre otros.

Marco teórico

Gestión integrada del recurso hídrico (GIRH):

La gestión sostenible de los recursos hídricos es fundamental para el desarrollo de una sociedad porque el agua juega un papel clave en varios aspectos del esfuerzo humano. El agua es necesaria para fines domésticos, comerciales, industriales, agrícolas y recreativos. Todas las naciones desarrolladas tienen una historia compartida de fuertes inversiones en infraestructura hídrica, instituciones y la capacidad de administrar adecuadamente los recursos hídricos (Phan, 2021). Por el contrario, las naciones menos desarrolladas suelen caracterizarse por una infraestructura hídrica inadecuada, instituciones débiles y una gobernanza del agua deficiente. Dado que la demanda de recursos hídricos finitos está aumentando, es importante examinar cómo se pueden gestionar los recursos hídricos para facilitar el desarrollo nacional continuo (Kummu, 2016; Debaere, 2021).

El agua es un requisito vital para la existencia humana. Como tal, los administradores de recursos hídricos a lo largo de los años han buscado formas de explotar este recurso esencial por sus numerosos beneficios para el hombre y el medio ambiente, teniendo en cuenta su distribución espaciotemporal desigual y su naturaleza finita (Luo, Xie, Ji, Cai, & Yang, 2021). La probabilidad de que se produzcan desastres hídricos en todo el mundo ha empujado a los administradores del agua a buscar formas eficaces de satisfacer las necesidades futuras sin sacrificar la seguridad de los suministros de agua actuales. Con este fin, el argumento ha sido cómo equilibrar las formas de gestión del agua de oferta y demanda para garantizar el máximo beneficio posible de los recursos hídricos mientras se preservan los sistemas ecológicos para uso futuro (Luo, Xie, Ji, Cai, & Yang, 2021; Kangmennaang, 2021).

En la última parte del siglo XX, se hizo evidente que el mundo necesitaba prestar más atención a garantizar el uso sostenible de los recursos hídricos para evitar una crisis mundial del

agua. Este fue un tema clave en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua que se llevó a cabo en Mar del Plata, Argentina en 1977, donde se discutieron varios temas relacionados con la gestión integrada del agua. Esto incluyó, entre otros temas, la necesidad de políticas e instrumentos legislativos que promuevan la gestión integrada del agua, la importancia de garantizar una coordinación real entre todas las instituciones del agua y la participación pública en la gestión del agua (Li, y otros, 2021). Se desarrolló un plan de acción que incluía recomendaciones sobre cuestiones clave en la gestión del agua y doce resoluciones sobre diversos temas que van desde la eficiencia en el uso del agua hasta el fomento de la participación de las partes interesadas a través de la educación y la información pública. Por lo tanto, el plan de acción de Mar del Plata es ampliamente reconocido como el primer esfuerzo coordinado internacionalmente para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) (Luo, Xie, Ji, Cai, & Yang, 2021). Después de esto, en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente que se llevó a cabo en Dublín, Irlanda en 1992, se introdujeron cuatro principios que han sustentado muchas de las reformas del sector del agua. Estos principios enfatizan que: el agua es un recurso natural importante que es finito y vulnerable, la gestión de los recursos hídricos debe involucrar a todas las partes interesadas, la participación de las mujeres en la gestión del agua es clave para maximizar el potencial en el sector del agua, y el agua debe verse como un recurso con valor económico (Anokye & Guptab, 2012).

En un intento por proporcionar una definición clara de GIRH, que hasta ahora había faltado (GWP, 2000; Snellen & Schrevel, 2004), Global Water Partnership (GWP) describió la GIRH como:

“... un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, a fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de un

pueblo de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (GWP, 2000).

Por lo tanto, la GIRH se preocupa por cómo asignar el agua y la infraestructura hídrica de una manera que reduzca el derroche, contribuyendo así al sustento del medio ambiente. La preocupación por la eficiencia se basa en que este material “finito” ha contribuido a la civilización humana de las siguientes maneras: producción económica en la industria, agricultura, minería, uso doméstico (para beber y aseo), transporte y comercio, comunicación, naval, generación de energía, poder económico y creación de riqueza, y ascenso y caída de las fuerzas políticas. Aunque los críticos han argumentado la impracticabilidad de la GIRH, especialmente en los países en desarrollo (Biswas, 2004), el concepto de la GIRH como un camino a seguir ha avanzado en todo el mundo, ya que planifica la demanda actual y garantiza la seguridad del recurso para uso futuro.

Demanda del recurso hídrico:

Si bien el consumo de agua se cuadruplicó en los últimos 100 años, la población que enfrenta escasez de agua aumentó de 240 millones de personas (el 14 % de la población mundial hace 100 años) a 3800 millones (el 58 % de la población actual). La mayor parte del crecimiento de la población tiene lugar en los países en desarrollo, donde el agua es escasa y se caracteriza por la estacionalidad de las precipitaciones, sequías intermitentes, sequías recurrentes y una gran demanda de evaporación (Kummu, 2016; Debaere, 2021).

La comunidad mundial ha convenido en la importancia del agua como parte integral del desarrollo humano y para satisfacer las necesidades de los ecosistemas. Cumplir con los Objetivos del desarrollo sostenible (ODS) requiere tomar medidas para aumentar la eficiencia en el uso del agua en todos los sectores y reducir sustancialmente el sufrimiento de las personas por

la escasez de agua para 2030. Las mejoras en la eficiencia del uso del agua son fundamentales para abordar la brecha proyectada del 40 % entre la oferta y la demanda en 2030 y mitigar la escasez como lo establece el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (Kangmennaang, 2021).

En Colombia actualmente existe una preocupación latente por el uso eficiente del agua, tanto así, que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de estrategias que satisfagan las necesidades de demanda de agua, promueve la cultura del agua. De igual manera, establece las competencias, responsabilidades, y lineamientos para el suministro y manejo del agua potable a la población. “la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico que establece un cambio en la forma en que se maneja el recurso hídrico en el país, al pasar de un enfoque sectorial y fraccionado, a un enfoque integral que toma en cuenta la cuenca hidrográfica como unidad de planificación y administración de los recursos naturales renovables presentes en ella” (MADS, Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010).

El uso eficiente y ahorro del agua en Colombia, es un tema de gran preocupación, tanto así que en el año 1974, sale el Decreto - Ley 2811 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, luego se dictan los Decretos 1449 de 1977 y 1541 de 1978 que reiteran y afianza los compromisos de los habitantes en relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, este último se compila en el Decreto único reglamentario 1076 de 2015 del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible” (MADS, Guía para el uso eficiente y ahorro del agua: Una visión colectiva para el uso sostenible y responsable, 2018). Por lo tanto, a través de la ley 373 de 1997, se inicia la implementación de los Programas de uso eficiente y ahorro del agua, cuya ley establece las acciones encaminadas al uso eficiente del agua, y que el ministerio del medio Ambiente y desarrollo sostenible, es el encargado de la gestión integral del recurso hídrico, y vigile la aplicación o implementación de las medidas tendientes a la gestión integral del recurso hídrico en nuestro país.

Marco conceptual

Gestión Ambiental: Es un proceso que busca resolver, mitigar y/o prevenir los diferentes problemas de carácter ambiental buscando un propósito sostenible para el ser humano en el pasar de los tiempos (Minciencias, 2018).

El manejo del agua: Hace referencia a la gestión sostenible del recurso hídrico aplicando diferentes instrumentos técnicos y normativos, por parte de la Autoridad Ambiental competente. Esta gestión, inicia con el conocimiento previo de la dinámica del recurso hídrico disponible en la zona, como, por ejemplo, su disponibilidad en términos de calidad y cantidad, y de la equidad en el reparto entre usuarios (Anokye & Guptab, 2012).

Programa de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA): es una herramienta de administración y planificación que se enfoca en la optimización del uso del agua, y se conforma por un determinado número de proyectos desarrollados por acciones que son elaborados por usuarios que deseen solicitar la concesión de aguas, y así poder contribuir al adecuado manejo del recurso hídrico (CARDER, 2019).

Metodología

Zona de estudio

Cantera San Marcos

La Cantera San Marcos se dedica principalmente a la extracción de material triturado como piedra 3/4, arena y gravilla para la venta a sectores de la construcción, depósitos y personas aledañas al proyecto para la construcción de vivienda y otros.

La fuente de abastecimiento para el lavado y procesamiento de la planta del material explotado viene directamente de la quebrada La Picacha conectada de manera muy artesanal e impulsada por la gravedad desde aguas arriba hasta su llegada a un lago artificial el cual sirve de tanque de abastecimiento para luego ser bombeada desde allí a la planta de lavado y donde no se tiene un aforo específico y adecuado para soportar dichas cantidades lo cual incurre en el desborde y derroche obligatorio del agua por vías de acceso a la cantera y parte del predio hasta buscar nuevamente su desemboque en la quebrada arrasando con material triturado y escombros por donde pasa.

Además, se genera un vertimiento posterior al uso en la planta que no cumple con los estándares regulados para dicho proceso ya que no contiene un pozo sedimentador adecuado sino artesanal lo que hace que pase todo el lodo directamente a la fuente hídrica, generando un estándar inadecuado en el agua. “visita por parte propia al predio”

Pozo sedimentador



Fuente: Elaboración propia.

Datos Básicos

Persona natural: Gloria Amparo Moreno Fernández y Julián David Rivera Moreno

Nombre o Razón social: Cantera Matasanos I y II (San Marcos)

Representante legal: Gloria Amparo Moreno Fernández

NIT: 42761237

Dirección: Calle 31 B # 102 A-07, Belén Aguas Frías, corregimiento de AltaVista.

Correo electrónico: gloriaamparo1y2@gmail.com

Tabla 1*Comité Formulator y Análisis de Actores.*

Nombre	Cargo	Responsabilidad
Gloria Amparo Moreno Fernández	Gerente	Asignación de recursos para la operación del PUEAA Encargado de realizar todos
Julián David Rivera Romero	Jefe de operaciones	los procedimientos sugeridos por el PUEAA Mantenimiento y operación del PUEAA.
Juan David Hernandez López	Técnico ambiental	Investigación de nuevas alternativas para el PUEAA

Nota. Fuente: Elaboración propia.**Fuente abastecedora superficial**

La fuente abastecedora es la quebrada La Picacha (o Aguas Frías). La Picacha es una de las fuentes de agua superficial más importante del suroccidente de la ciudad de Medellín, abastece varios acueductos, entre ellos el de Aguas Frías y parte del Barrio Belén-Las Mercedes, al entrar en la ciudad llega directamente a la comuna de Belén, desde donde es canalizada hasta su desembocadura; limita al norte con la quebrada la Hueso, al sur con la quebrada la AltaVista, con la cuenca de la quebrada Doña María al occidente y el río Medellín al Oriente, en la zona rural se denomina quebrada Aguas Frías, cuyo nacimiento se encuentra en la divisoria de aguas

de la cuchilla el Barcino en la cota 2424 msnm y desemboca en el río Medellín en la cota 1464 msnm luego de un recorrido de 10.88 Km.

Figura 1:

Microcuenca Quebrada La Picacha.



Fuente: Área Metropolitana del valle de Aburra, (2018).

Localización Quebrada la Picacha:

La quebrada La Picacha discurre por el suroccidente de la ciudad de Medellín, desde la vereda Aguas Frías, pasa por el barrio Belén-Las Mercedes, es canalizada, cruza por el casco urbano de la ciudad de Medellín y llega hasta el río Medellín.

Pertenece al Área Hidrográfica - Magdalena – Cauca.

Zonas Hidrográficas – Cuenca del sistema río Magdalena-río Cauca

Subzona Hidrográfica - Nechí – Río Porce – Río Medellín.

La Quebrada La Picacha es afluente por la margen izquierda río Medellín en la cota 1464 msnm.

La microcuenca La Picacha se encuentra localizada en las siguientes coordenadas:

Tabla 2:

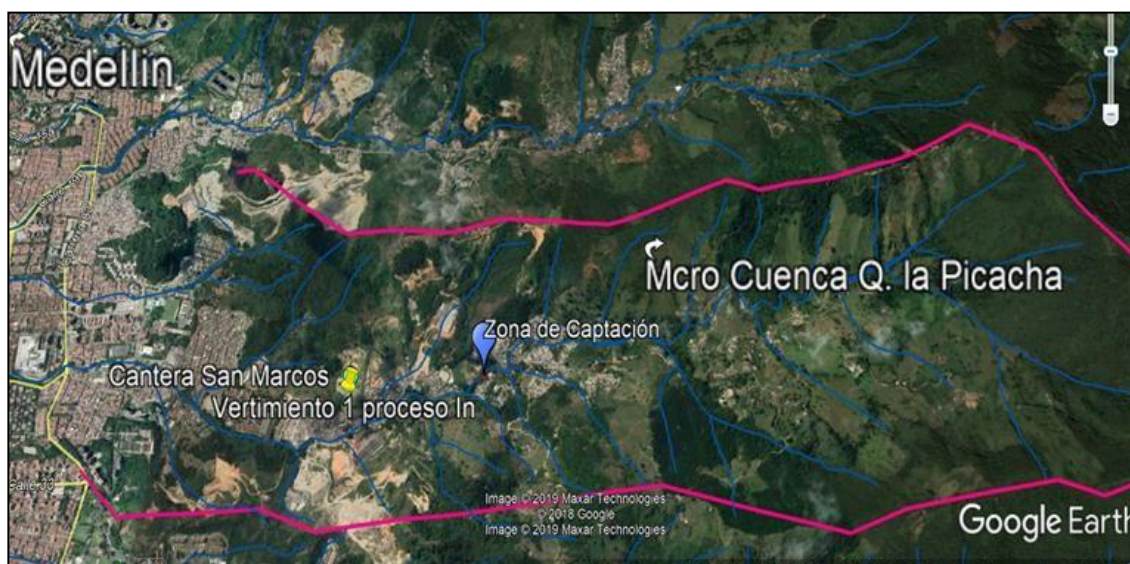
Coordenadas de localización de la microcuenca de la quebrada La Picacha.

Coordenadas de Localización		
Límites extremos de la Microcuenca	Geográficas	Planas
Norte	6°14'59"	1'182.804,17 m
Sur	6°13'38"	1'180.325,88 m
Oriente	75°34'57"	833.797,26 m
Occidente	75°39'50"	824.771,64 m

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 2:

Red hídrica en la microcuenca de la quebrada La Picacha. Tomado de Google.



Fuente: Google Earth. (2019)

Metodología Objetivo específico 1.

Evaluar la optimización del uso de agua en el recurso hídrico de la cantera.

La evaluación para la optimización del recurso en la cantera se dio por la idea del aprovechamiento de un lago artificial que tiene la propiedad en su predio y sus ventajas en forma de bodega para el recurso, esta idea se da luego de una visita como parte del reconocimiento de la cantera San Marcos, centralizando esa idea surgen las demás formas para disminuir la captación desde la quebrada y aprovechar al máximo la misma agua que sale de la planta a vertimiento para sedimentar y volver a aprovechar. De la misma forma de acuerdo con el terreno de la propiedad se puede aprovechar igualmente el agua de escorrentía o agua lluvia para el lavado de maquinaria y riego de vías para evitar levantar las partículas del suelo.

Pasos:

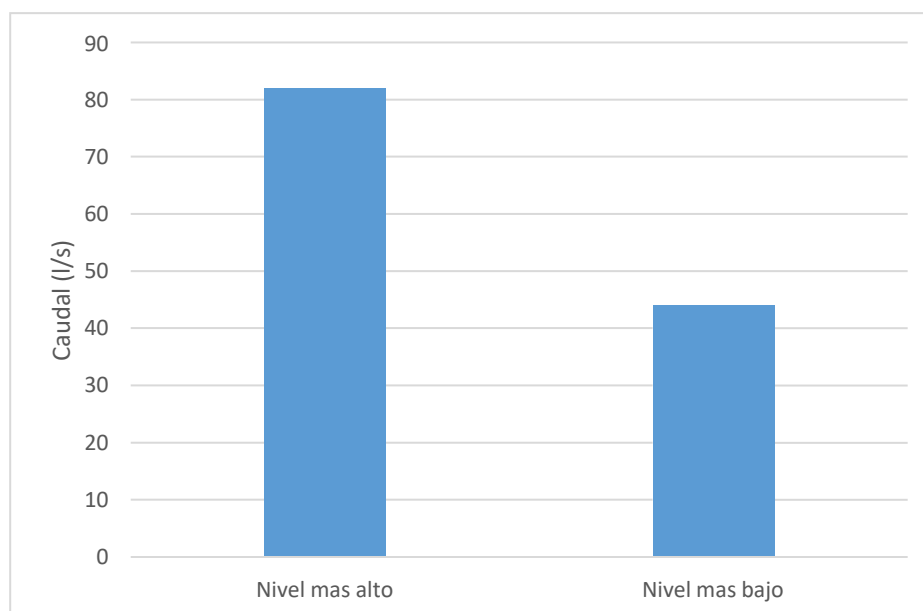
- Hacer recorrido de campo dentro del predio.
- Localizar y reconocer puntos claves donde y como se puede optimizar el recurso por medio de un sistema.

Metodología Objetivo específico 2.

Proponer las diferentes actividades encaminadas a disminución y optimización en el recurso hídrico durante el desarrollo de producción industrial en la cantera San Marcos.

La captación para el consumo industrial de la cantera San Marcos se ubica en las coordenadas 6°14'01,93" N y 75°37'42,70" W en la cota 1724 msnm.

Tramo medio: desde la parte alta de la vereda Aguas Frías hasta la cancha de Belén Las Violetas. Los registros de aforos realizados en el tramo se registran caudales Máximos de 82 L/s y caudales mínimos de 44 L/s.

Figura 3:*Caudales.***Fuente:** Elaboración propia.

Según información consultada del estudio hidrometeorológico y geomorfológico de 10 quebradas del valle de Aburrá donde se incluye en el estudio la quebrada La Picacha y de otras fuentes secundarias con análisis de los años 2007 a 2018.

Para esto se propone construir una obra de control inicialmente desde el punto de la captación para empezar con la disminución y con una buena práctica al momento de captar el recurso.

Pasos:

- Visita de campo al punto de la captación.
- Proponer una obra de control para la captación del recurso.
- Localizar los puntos claves de procesos que conllevan de uso de agua para identificar posibles formas de economizar el recurso y hacerlo aprovechar al máximo.

Hasta este momento se captan 3 l/s para llevar a la laguna y desde allí seguir su proceso en la planta, se propone diseñar una obra pequeña para disminuir esa captación.

Metodología Objetivo específico 3.

Proponer un programa para la recirculación de aguas dentro del predio e implementación de un tanque desarenador.

Se propone implementar un proceso de recirculación dentro del predio de la cantera para así aprovechar nuevamente el agua que sale del proceso de la planta ya identificado en el paso anterior y recibirla en un tanque desarenador que con este se logre separar la mayor parte de partículas para poder nuevamente enviar al depósito (laguna) y así nuevamente bombear a la planta de proceso y aportar al cumplimiento de los objetivos anteriores y del Pueaa.

Pasos:

- Visita de campo que se realiza una sola vez para tomar todos los datos para toda la actividad del proyecto.
- Ubicar los puntos estratégicos del predio para poder utilizar su geografía a favor en los temas de recirculación por gravedad en algunos puntos.
- Diseñar un modelo del desarenador que se deba implementar para este proceso.

Resultados por Objetivos

1. Evaluar la optimización del uso de agua en el recurso hídrico de la cantera.

A través de este objetivo y siguiendo los lineamientos establecidos en el decreto 1090 de 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, se puede dar como resultado e iniciativa un programa que lleve a la reutilización del agua dentro de todo el predio el cual se entenderá como programa de recirculación de aguas dentro del PUEAA haciendo un buen uso de la laguna como tanque de almacenamiento. Dicho proceso se realizará dentro del predio, además encontramos que se puede aprovechar de alguna forma de escurrir las aguas lluvias que corren por las vías del predio para así llevarlas a diferentes canecas y utilizarlas para mantenimiento y riego de vías internas, además se adaptará una obra de control en el punto de la captación.

Reconocimiento de la Cantera.



Fuente: Elaboración propia.

Planta de Lavado.



Fuente: Elaboración propia.

Laguna.



Fuente: Elaboración propia.

Tanque de Agua luego del paso por la planta.



Fuente: Elaboración propia.

2. Proponer las diferentes actividades encaminadas a disminución y optimización en el recurso hídrico durante el desarrollo de producción industrial en la cantera San Marcos.

Como resultado para este objetivo #2 y siguiendo los lineamientos establecidos en el decreto 1090 de 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, se propone luego del reconocimiento por la planta y en especial por el punto de captación un tema de recirculación de aguas y aprovechamiento al máximo de la laguna que sirve de tanque de almacenamiento. Esta iniciativa de recirculación y almacenamiento en la laguna nace por el interés de poder aprovechar las zonas y el espacio dentro de la cantera ya que se encuentra que el

gasto de agua en los procesos productivos es muy alto y que se está desperdiciando mucha agua además de incorporar un tanque desarenador para retener los sólidos que salen del proceso.

3. Formular un programa para la recirculación de aguas dentro del predio e implementación de un tanque desarenador.

Se evidencia que la cantera san marcos necesita un proceso de recirculación de aguas para así aprovechar al máximo las aguas que ya han pasado por el proceso de la planta de lavado y así nuevamente recircular el agua y que pueda hacer su proceso de sedimentación antes de entrar nuevamente a la planta, para esto se propone dicho sistema con un desarenador incorporado para los sólidos.

Figura 4:

Circuito del sistema de recirculación de agua.



Fuente: Google Earth 2019. Autor

La captación para el consumo industrial de la cantera San Marcos se ubica en las coordenadas 6°14'01,93" N y 75°37'42,70" W en la cota 1724 msnm.

Tramo medio: desde la parte alta de la vereda Aguas Frías hasta la cancha de Belén Las Violetas.

Los registros de aforos realizados en el tramo se registran caudales Máximos de 82 L/s y caudales mínimos de 44 L/s. Según información consultada del estudio hidrometeorológico y geomorfológico de 10 quebradas del valle de Aburrá (CAR Corantioquia) donde se incluye en el estudio la quebrada La Picacha y de otras fuentes secundarias con análisis de los años 2007 a 2018.

Dentro del predio Matasanos a 1,1 kilómetros de distancia de la captación, se tiene la laguna artificial, a la que llega el agua captada desde La Picacha por gravedad; esta se encuentra abastecida (dimensiones 26 m de largo, 7 m ancho y 1,8 m de profundidad. Con una capacidad de 328 m³

Desde la laguna a través de sistema de bombeo se conducen 3 L/s para la zona de producción, caudal que se requiere para el proceso.

Después de los procesos de lavado y producción se conduce el caudal como vertimiento hacia el sistema de tratamiento y este se almacena para ser bombeado nuevamente a la laguna en un caudal aproximado de 1,8 L/s.

Sumado los caudales el de la captación 1,2 L/s y el bombeo del agua tratada del sistema de vertimiento 1,8 L/s se recupera el caudal de 3 L/s necesario para el proceso. En horas cuando en la cantera no se esté lavando material se podrá suspender la captación para evitar rebose de la laguna.

Todo esto propende al cumplimiento del objetivo del proyecto y su propósito como tal.

Planeación por Proyectos

Línea Base en uso de aguas lluvias y reusó de aguas.

Fuentes alternas

Hay diferentes posibilidades, opciones o soluciones que se pueden elegir para darle solución a la disminución o falta del recurso hídrico, estas alternativas van enfocadas a la disminución del uso del recurso de agua dentro del proyecto y se proyecta ejecutar estas dos alternativas:

Agua lluvia

Esta alternativa va enfocada al aprovechamiento y uso del agua lluvia para actividades industriales en la cantera, riego a lotes, lavado de equipos, riego en vía internas.

Esta estrategia se incluye en el programa para el uso eficiente y ahorro del agua ya que el área en donde se va a implementar cumple con los parámetros de diseño y ejecución y se tienen presente las precipitaciones medias y altas que se tienen en la zona.

Recirculación

Esta alternativa se convierte en una de las acciones de mayor peso para el manejo del agua ya que nos permite que el agua que ya se utilizó circule de nuevo por el sistema para su uso, con un pretratamiento que es estrictamente diseñado, con una buena retención de sólidos, estas aguas que retornan hacia la laguna son nuevamente almacenadas y bombeadas de nuevo a la zona de procesos.

Para garantizar un adecuado desarrollo del programa de uso eficiente y ahorro del agua dentro del predio Matasanos 1 y 2 canteras San Marcos, se tiene como alternativas propuestas implementar los siguientes procesos y actividades dentro del tiempo establecido en los cronogramas de actividades.

Para la implementación de alternativas de recirculación se debe considerar algunos factores como:

Se plantea como la principal actividad en el uso eficiente y ahorro del agua dentro del predio Matasanos 1 y 2 canteras San Marcos, el reusó y reciclaje obligatorio del agua ya que después de los procesos de lavado y producción se conduce el caudal como vertimiento hacia el sistema de tratamiento y este se almacena para ser bombeado nuevamente a la laguna en un caudal aproximado de 1,8 L/s; convirtiéndose este proceso en un importante ahorro de agua ya que para la actividad minera se calculan necesarios 3 L/s y desde la captación solo se están solicitando 1,2 L/s.

Tabla 3:*Captaciones en la microcuenca de la quebrada La Picacha.*

CARACTERIZACION DE CAPTACIONES CUENCA LA PICACHA (BELEN AGUAS FRIAS)					
Captación	Afluente	Uso	Predio	Caudal otorgado (L/s)	Expediente
1	Drenaje sencillo	Agropecuario	---	0,2447	AN1-2009-165
2	Drenaje sencillo	Domestico	Alfarera Buenavista	0,9772	AN1-2005-314
3	La Aguadita	Agropecuario	Finca La aguada	0,0337	AN1-2009-205
4	Drenaje sencillo	Agropecuario	Heriberto Montoya	0,1447	AN1-2015-155
5	Drenaje sencillo	Agropecuario	Gustavo Montoya	0,1617	AN1-2010-190
6	Canelona (Drenaje Sencillo)	Agropecuario	Finca el Yurumo	0,0221	AN1-2013-68
7	Canelona (Drenaje Sencillo)	Agropecuario	Liliam Grisales	0,1900	AN1-2010-121
8	Drenaje sencillo	Domestico	Cabañas	0,0093	AN1-2009-33

Nota. Fuente: Adaptado de Sirena Corantioquia (2021).

Análisis de Calidad del Agua

Actualmente la quebrada La Picacha presenta problemas de saneamiento que se relacionan con los vertimientos de aguas residuales que provienen de las actividades mineras, a esta quebrada le falta la realización de sistemas de tratamiento y mantenimiento; y a su vez se presentan focos de residuos sólidos en la microcuenca, y pocas áreas de vegetación de los retiros y en vez de eso se presentan áreas de deforestación por actividades ganaderas y agrícolas en predios de grandes magnitudes (AMVA, 2018)

El informe diagnóstico elaborado por el equipo técnico del plan quebradas en la microcuenca La Picacha informa que: que las problemáticas principales que se encuentran en la microcuenca son relacionadas directamente por vertimientos, manejo de residuos sólidos, y la disminución de la cobertura vegetal, entre otros (AMVA, 2018).

Según Metropól en el problema de vertimientos se encuentra la carencia de conexiones a alcantarillados no convencionales en su parte media-alta y el seguido vertimiento que contaminan el agua por medio de actividades económicas como la minería.

En el problema de residuos que radica por el poco conocimiento en temas de cultura ambiental por los habitantes del sector quienes disponen sus basuras directamente a la quebrada o en horarios y días no establecidos para su recolección, también los habitantes en situación de calle generan acumulación de residuos sobre el canal.

Desarenadores:

La quebrada La Picacha transporta una gran cantidad de sólidos sedimentables, principalmente arenas que deben ser removidos antes del aprovechamiento del recurso hídrico. Para ello, generalmente se instalan sedimentadores primarios (desarenadores) que permiten la remoción del material de mayor tamaño no coloidal. En la Figura 3 aparece un dimensionamiento

básico del volumen útil necesario para la remoción de arenas en una fuente de agua como la quebrada La Picacha.

- Cálculo del área longitudinal del desarenador

$$\frac{L}{b} = \frac{3.00m}{1.50m} = 2.0m$$

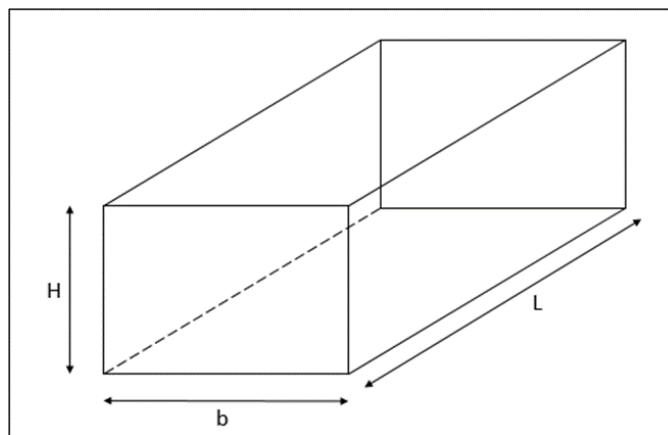
Adicionalmente, con estos valores de ancho y longitud el área superficial será de 4.5 m², por lo que se cumple el valor de área mínima

- Cálculo de la altura del desarenador.

$$\frac{L}{H} = \frac{3m}{1.20m} = 2.5m$$

Figura 5:

Dimensionamiento del desarenador típico para las condiciones de la fuente en la quebrada La Picacha.



Fuente: Elaboración propia.

Recirculación de agua

Con el objetivo de dar un manejo más sostenible al recurso hídrico utilizado en el proceso productivo de los materiales de la cantera, se propone por un circuito de recirculación de agua, consistente en la instalación de una motobomba que capte el agua en la poceta y se bombeará a la laguna de la cual se capta, para posteriormente reiniciar el proceso.

Inventario y Análisis de Infraestructura:

Dentro del predio Matasanos a 1,1 kilómetros de distancia de la captación, se tiene la laguna artificial, a la que llega el agua captada desde La Picacha por gravedad; esta se encuentra dimensionada (26 m de largo, 7 m ancho y 1,8 m de profundidad. Con una capacidad de 328 m³

Desde la laguna a través de sistema de bombeo se conducen 3 L/s para la zona de producción, caudal que se requiere para el proceso.

Después de los procesos de lavado y producción se conduce el caudal como vertimiento hacia el sistema de tratamiento (desarenadores) y este se almacena para ser bombeado nuevamente a la laguna en un caudal aproximado de 1,8 L/s.

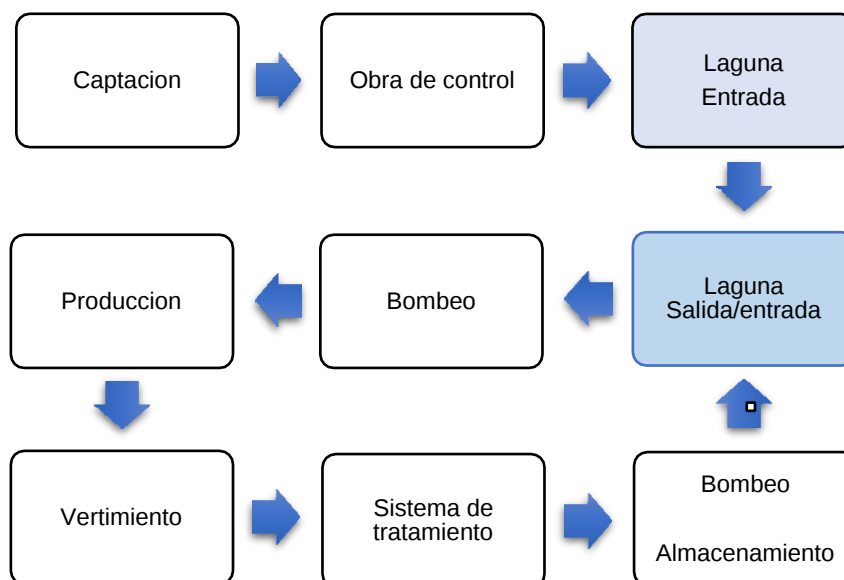
Sumado los caudales el de la captación 1,2 L/s y el bombeo del agua tratada del sistema de vertimiento 1,8 L/s se recupera el caudal de 3 L/s necesario para el proceso. En horas cuando en la cantera no se esté lavando material se podrá suspender la captación para evitar rebose de la laguna.

Igualmente se tiene presente que desde la laguna y desde el almacenamiento del tratamiento se hace uso de agua para riego de las vías y lavado de herramientas.

Con el proceso de recirculación y el manejo de la captación controlada, se está dando un ahorro importante de agua, para un uso eficiente y ahorro del agua.

Figura 6:

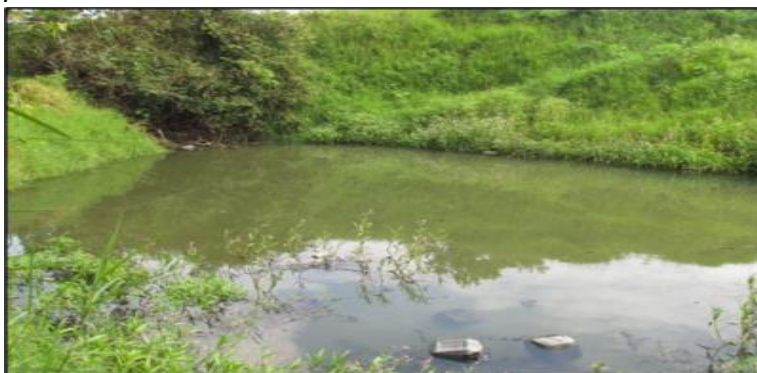
Diagrama de flujo del sistema de abastecimiento – Cantera San Marcos.



Fuente: Elaboración propia.

En el predio se cuenta con una laguna artificial que presta su servicio para almacenamiento de agua que será luego utilizada en la planta de beneficio para el lavado de material, esta laguna cuenta con una profundidad de 1,80 metros y un área de 182 metros cuadrados, a esta laguna se le hace mantenimiento para extraer lodos cada mes, desyerbe cada 5 meses y cuenta con una malla de cerramiento para la seguridad, además de letreros de alerta.

Laguna artificial.



Fuente: Elaboración propia.

El agua que recoge la manguera parte de la quebrada la Pichada por gravedad y abastece la laguna artificial no de manera constante si no realizando relleno cada que vez que el agua de la laguna disminuye.

Descarga desde la quebrada La Picacha a la laguna artificial.



Fuente: Elaboración propia.

Planta de bombeo desde la laguna.



Fuente: Elaboración propia.

Aerofotografías de la cantera.



Fuente: Elaboración propia.

Línea Base en Medición

- **Línea base de demanda de agua.**

La captación para el uso industrial del predio Matasanos 1 y 2 (Cantera San Marcos), se realiza directamente de la quebrada La Picacha en las coordenadas $6^{\circ}14'01,93''$ N y $75^{\circ}37'42,70''$ W en la cota 1724 msnm. En el tramo medio de la fuente; en la zona se cuenta con la infraestructura necesaria para captar y conducir el agua por gravedad en un tramo aproximado de 1 kilómetro desde el sitio de captación, hasta el predio (cantera San Marcos), el agua llega a un lago artificial construido para el almacenamiento y luego por sistema de bombeo se conduce hacia la zona de operaciones.

Cerca del sitio de captación en la quebrada La Picacha se instalará una obra de control del caudal captado y en los sitios cerca de la laguna artificial y desde el sistema de tratamiento de aguas se podrá llevar análisis de cantidad de agua que se bombea al conocer la capacidad de las motobombas y las horas que se trabajen al día.

- **Identificación de actividades generadoras de consumo de agua**

Hace referencia al consumo en las actividades operacionales cotidianas que se generan en el desarrollo de las actividades de la Cantera, el agua que se capta de la quebrada La Picacha se utiliza en:

- Lavado de materiales en el proceso de trituración
- Humectación de las vías
- Limpieza de equipos y herramientas

Tabla 4:

Balance de agua en el proceso de beneficio o perdidas.

Actividad	L/s	Horas	m ³ /día	N o. días	m ³ /mes
Bombeo a la planta de producción	3*	10	400	20	8000
Evaporación tanque de lavado**	0,02	10	0,42	20	12,5
Evaporación agregados**	0,52	10	32,8	20	98,4
Riego de vías áreas de producción	0,10	10	2,5	30	60,5

Nota. Fuente: Elaboración propia.

* 1,2 L/s de concesión + 1,8 L/s de recirculación. ** Pérdidas en el sistema $0,02+0,52+0,10 = 0,64$ L/s. Caudal hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales 2,36 L/s. Datos aproximados a pérdidas por evaporación en este tipo de actividades.

El abastecimiento de agua para el uso doméstico es prestado por Empresas Públicas de Medellín EPM; igualmente el vertimiento doméstico generado en el predio es conducido y conectado al alcantarillado de este prestador de servicio al pasar las redes por la parte inferior del predio donde linda con la zona urbana del municipio de Medellín.

- Consumo de agua por actividad

Dentro de las actividades que se desarrollan en el predio Matasanos 1 y 2, las acciones de demanda de agua para cada uso son las siguientes:

Tabla 5:

Consumo de agua por actividad.

Usos del agua	Total (L/s)	Participación (%)
Lavado de materiales en el proceso de trituración	3,0	87,72
Humectación de las vías*	0,3	8,77
Limpieza de equipos y herramientas*	0,1	2,92
Aseo general instalaciones (oficinas, bodegas)	0,02	0,59
Doméstico**		
Total	3,42	100

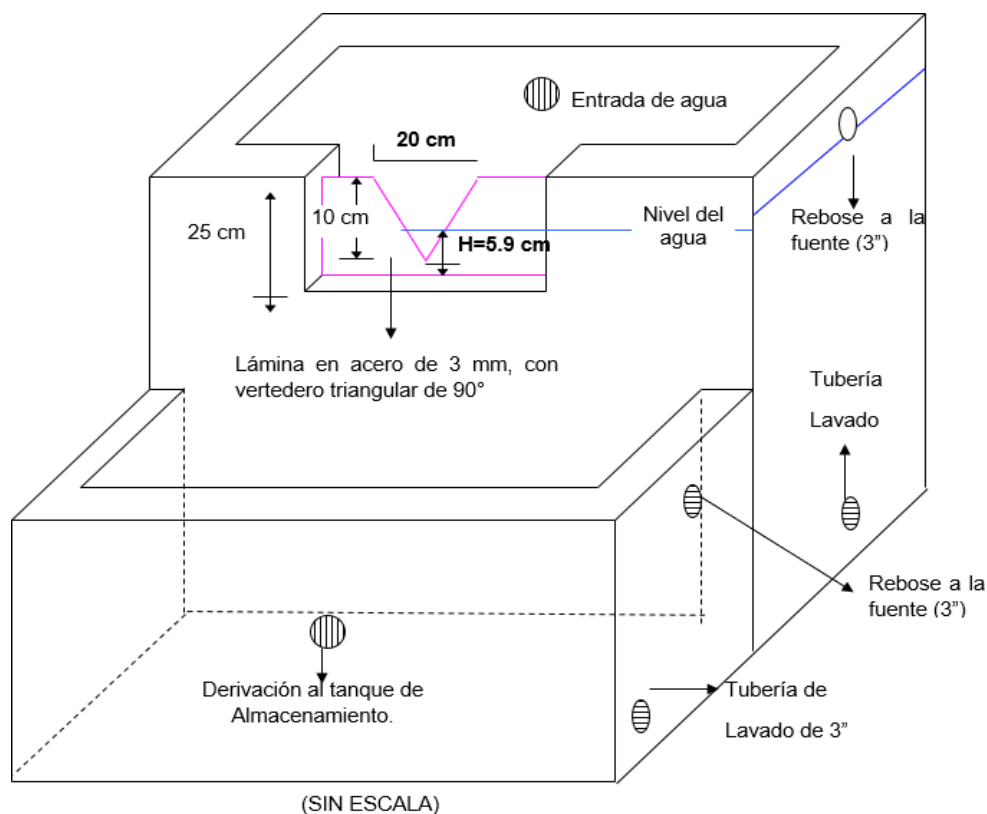
Fuente: Elaboración propia.

Nota. Desde la laguna se requieren 3 L/s * Estos usos del agua del sistema de tratamiento.

El uso doméstico lo surte EPM**

Figura 7:

Obra de medición y control para la captación en la quebrada La Picacha.



Fuente: Elaboración propia.

En el manejo del recurso hídrico se cuenta con dos sitios referentes donde se puede realizar medición del caudal que circula dentro de la cantera; un primer sitio de bombeo desde la laguna y hacia la zona de producción

Línea Base en Educación Ambiental

Es necesario ilustrar a los empleados de la cantera como evitar el desperdicio y explicar cómo se puede hacer un uso eficiente del recurso, por ejemplo: evitar el depósito de residuos sólidos en sanitarios, lavamanos y orinales, reportar fugas, usar la cantidad necesaria, descargar sólo cuando sea necesario entre otros.

Inclusión de metas e indicadores del PUEAA

- Para cumplir las metas de ahorro es necesario implementar mejoras de carácter técnico cultural y de educación ambiental.
- Inspecciones semestrales de la captación, obra de control y redes hidráulicas para adelantar el mantenimiento preventivo o correctivo según corresponda.
- Análisis trimestrales del historial de consumos de agua en la actividad minera, para determinar comportamientos normales y anormales, y si es el caso, tomar medidas necesarias para optimizar el uso del recurso.
- Regar en horas que la evaporación sea mínima.
- Talleres de educación ambiental dirigida a todo el personal, administrador, operarios y trabajadores empleados en la cantera
- Implementar tecnología apropiadas en los sistemas de bombeo y de riego.

Tabla 6.

Inclusión de metas e indicadores del PUEAA.

Instalación de dispositivos de control	
Descripción	Instalación de dispositivos de control y ahorro del agua
Formula	$\%OC: \frac{\# \text{ de dispositivos instalados}}{\# \text{ de dispositivos a instalar}} * 100$
Frecuencia	Semestral
calculo	
Meta	Instalar y controlar el 100% del equipo
	De 80% a 100%: Bueno
Rango	De 50% a 80%: Regular
	De 10% a 50%: Malo

Fuente: Autor.

Tabla 7.

Indicador y meta de manejo del PUEAA consumo de agua.

Consumo de agua	
Descripción	Se evalúan los valores del periodo actual con respecto al mismo periodo del mes anterior
Formula	$\frac{(\text{consumo agua periodo actual m}^3 - \text{consumo agua periodo anterior m}^3)}{\text{Consumo agua periodo anterior m}^3} * 100$
Frecuencia de calculo	Mensual
Meta	100% del uso del agua
Rango	De 80% a 100%: Bueno De 50% a 80%: Regular De 10% a 50%: Malo

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.

Indicador y meta para la atención de fugas o perdidas.

Atención de fugas o perdidas	
Descripción	% fugas o perdidas atendidas
Formula	$\%AFP: \frac{\# \text{ de fugas o perdidas atendidos}}{\# \text{ de fugas o perdidas reportadas}} * 100$
Frecuencia de calculo	Mensual
Meta	Atender el 80% de reparaciones
Rango	De 80% a 100%: Bueno De 50% a 80%: Regular De 10% a 50%: Malo

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con este indicador se desea tener una base diagnostica de las fugas o perdidas detectadas y reportadas que se pueden encontrar a largo de la distribución del recurso hídrico, al disminuir las pérdidas del sistema por el control de fugas se tendrá un mejor uso del recurso.

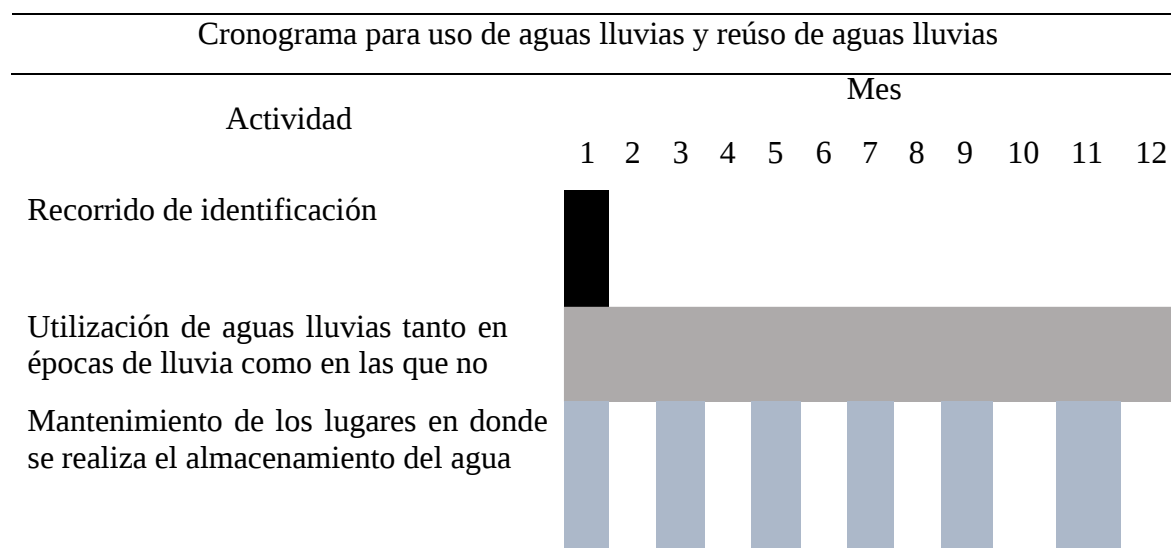
Cronograma y Presupuesto

Cronogramas

Para tener un control de ejecución de las actividades propuestas se organizaron cronogramas por cada programa o desarrollo de actividades orientadas al Uso Eficiente y Ahorro del Agua en el predio Matasanos 1 y 2 cantera San Marcos.

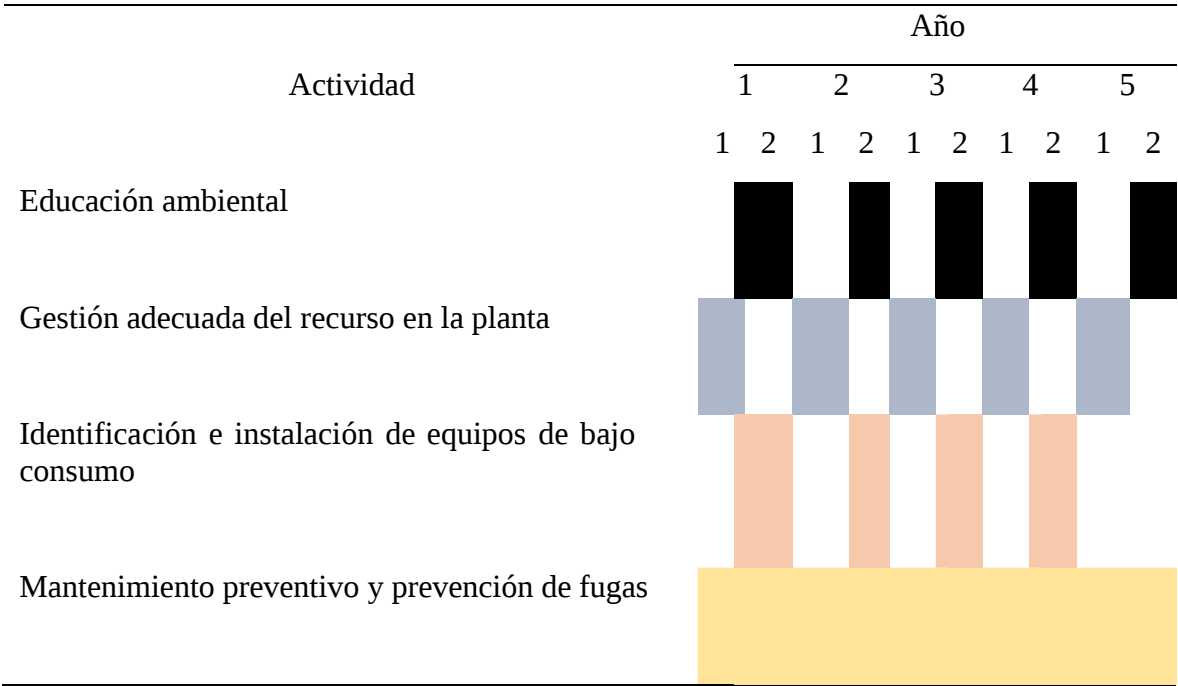
Tabla 9.

Cronograma para el uso de aguas lluvias y reúso de aguas lluvias.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10:
Cronograma anual de las principales actividades.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto

Tabla 11:

Presupuesto.

Presupuesto			
Componente del sistema	Elemento	Cantidad	Precio
Reducción de fugas o perdida	• Profesional: Tecnólogo Ambiental	1	\$4.000.000
	• Mantenimiento de equipos que experimenten fugas o perdidas		\$2.000.000
Uso de aguas lluvias y reúso de aguas lluvias	• Humano (Profesional)Tecnólogo Ambiental	1	\$1.000.000
	• Mantenimiento de la laguna		
Instalación de medidores	• Humano (Profesional)Tecnólogo Ambiental	1	
	• Instalación de Obra de control (medición)	1	\$1.000.000
Capacitación personal de obra.	• Humano (Profesional)Tecnólogo Ambiental	1	\$1.000.000
	• Proyector para video Cámara fotográfica		
Identificación e instalación de equipos de bajo consumo	• Humano (Profesional)Tecnólogo Ambiental	1	\$3.000.000
	• Instalación de Tecnología de Bajo consumo.		
Total			\$12.000.000

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El programa para el uso eficiente y ahorro del agua es un instrumento que se desarrolla para tener un uso optimo del agua, adoptando medidas y acciones para el manejo, protección y control del recurso hídrico, con el diagnóstico inicial se identificaron las necesidades de tener lineamientos o bases que ayuden a la conservación del recurso hídrico, por el creciente consumo global del recurso, para esto tomamos medidas para tener un control de la captación y un adecuado manejo del agua dentro del predio

Este PUEAA se adelantó teniendo presente las bases planteadas en la resolución 1257 de Julio de 2018 para su desarrollo, buscando conservar el recurso hídrico considerado como factor de desarrollo de vida, bienestar social y vida, además como requisito para obtener el permiso de concesión de agua superficial desde la quebrada La Picacha.

La formulación del PUEAA en la cantera San Marcos puede lograr que esta empresa no solo se vea sustentable, si no también sostenible con el medio ambiente. Esto debido a que se encontró que se puede reducir el consumo del agua actualmente que se extrae de la quebrada Picacha en un 60%, ya que se pasaría de extraer 3 l/s a 1.2l/s con la implementación del programa.

Formular un programa de recirculación de aguas y tanques de sedimentación permitirá realizar diagnósticos que ayuden a identificar esos factores que actualmente se tienen de riesgo dentro de la cantera.

Una de las conclusiones más importantes es lograr la evaluación y la optimización del uso del agua en el recurso hídrico de la cantera.

Proponer buenas prácticas ambientales en el desarrollo de las actividades de producción industrial en la cantera San Marcos.

Recomendaciones

Reemplazar las unidades sanitarias mayormente por tecnologías ahorradoras de agua.

Realizar la micro medición para procesos que no cuentan con registros de consumo ya que es de vital importancia para el uso eficiente del recurso hídrico de la empresa y el predio, y se hace necesario para el manejo de los indicadores ambientales a nivel del recurso hídrico en los informes de gestión ambiental

El compromiso para el uso eficiente y ahorro del agua debe venir desde la parte administrativa hasta la parte operativa, por eso se debe trabajar siempre en equipo para así poder lograr mejor conciencia ambiental frente al tema del recurso hídrico.

Mejorar las estrategias para la educación ambiental no solo que se realice en los tiempos establecidos en el cronograma para mantener constante la preocupación hacia el medio ambiente por medio de su actividad operativa y así convertirla en algo positivo para ellos en su vida cotidiana

Referencias

- AMVA. (2018). Programa para el mejoramiento integral de la microcuenca la picacha, municipio de Medellín.
Medellín: Nuestro Rio. [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI- Microcuencas/10-La-Picacha/PMI_La_Picacha%20.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/10-La-Picacha/PMI_La_Picacha%20.pdf)
- Anokye, N., & Guptab, J. (2012). Reconciling IWRM and water delivery in Ghana – The potential and the challenges. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 33-45.
<https://pdf.sciencedirectassets.com/272269/1-s2.0-S1474706512X00068/1-s2.0-S147470651100115X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEPj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGM EQCIELgamT7qtLs%2F2bbp32fx%2B%2F5Kqy8ckOk8fU%2FhQmZM%2BgEAiA%2F>
- Biswas, A. (2004). Integrated water resources management: A reassessment: A water forum contribution. *Water International*, 248-256.
https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-3042620540&origin=inward&txGid=e58bdc8f1f229d3aaafb13c9a42f717a&featureToggles=FEAT_URE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1
- Carder. (2019). guía técnica para la elaboración del programa de uso eficiente y ahorro de agua Pueaa , Para los acueductos comunitarios Risaralda. Pereira, Colombia: Fondo Editorial de Risaralda. https://issuu.com/carderrisaralda/docs/cartilla_pueaa_final
- Debaere, P. K. (2021). The potential of the private sector in combating water scarcity: The economics. *Water Security*, 1-11. <https://www.sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S2468312421000079>
- GWP. (2000). Global Water Partnership Technical Advisory Committee Integrated Water Resources Management, TAC Background Paper no. 4. Stockholm, Sweden: Global Water Partnership.
<https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf>
- Kangmennaang, J. E. (2021). Linking water (in)security and wellbeing in low-and middle-income countries. *Water Security*, 1-13. <https://www.sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S2468312421000067>
- Kummu, M. G. (2016). The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*, 1-6. doi:<https://doi.org/10.1038/srep38495>
- Li, C., Cai, Y., Tan, Q., X., W., Li, C., Lui, Q., & Chen, D. (2021). An integrated simulation-optimization modeling system for water resources management under coupled impacts of climate and landuse variabilities with priority in ecological protection. *Advances in Water Resources*, 1-15.
<https://pdf.sciencedirectassets.com/271718/1-s2.0-S0309170821X00073/1-s2.0-S030917082100141X/main.pdf?X-Amz-Security->

Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEPj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGM
EQCIH3cQof%2FY4xF3d5x4LGsJBLgGcKZqaxDachiiJBqyfnfAiAE3HXrEWKIWU

Luo, Z., Xie, Y., Ji, L., Cai, Y., & Yang, Z. (2021). Regional agricultural water resources management with respect to fuzzy return and energy constraint under uncertainty: An integrated optimization approach. *Journal of Contaminant Hydrology*, 1-17.

<https://pdf.sciencedirectassets.com/271864/1-s2.0-S0169772221X0006X/1-s2.0-S0169772221001029/main.pdf?X-Amz-Security->

Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEPj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGM

EQCIH3cQof%2FY4xF3d5x4LGsJBLgGcKZqaxDachiiJBqyfnfAiAE3HXrEWKIWU

MADS. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia: Nuevas Ediciones Ltda. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>

MADS. (2011). Decreto 3930 de 2010. Términos de referencia: plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos. Bogotá: Colombia. https://www.cornare.gov.co/Tramites-Ambientales/TR/TR-manejo_vertimientos.pdf

MADS. (2018). Guía para el uso eficiente y ahorro del agua: Una visión colectiva para el uso sostenible y responsable. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/4.-Anexo-4-Guia-Uso-Eficiente.pdf>

Minciencias. (2018). Manual Institucional de gestión ambiental. Bogotá, Colombia: Minciencias. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/A103M02-manual-gestion-ambiental%20V00.pdf

Phan, T. B. (2021). Critical review of system dynamics modelling applications for water resources planning and management. *Cleaner Environmental Systems*, 1-15. <https://pdf.sciencedirectassets.com/777791/1-s2.0-S2666789420X00031/1-s2.0-S2666789421000234/main.pdf?X-Amz-Security->
Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEPj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGM
EQCIH3cQof%2FY4xF3d5x4LGsJBLgGcKZqaxDachiiJBqyfnfAiAE3HXrEWKIWU

Snellen, W., & Schrevel, A. (2004). IWRM: for Sustainable Use of Water 50 Years of International Experience with the Concept of Integrated Water Management. Wageningen, Netherlands: Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. The Netherlands. [http://colinmayfield.com/public/PDF_files/IWRM%20for%20sustainable%20use%20of%20water,%2050%20years%20of%20international%20experience%20with%20the%20concept%20of%20integrated%20water%20management\(2\).pdf](http://colinmayfield.com/public/PDF_files/IWRM%20for%20sustainable%20use%20of%20water,%2050%20years%20of%20international%20experience%20with%20the%20concept%20of%20integrated%20water%20management(2).pdf)